(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
22. August 2019 (22.08.2019)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/158589 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
A23J 1/14 (2006.01) *B01F 7/00* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/053553

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. Februar 2019 (13.02.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 202 275.5
14. Februar 2018 (14.02.2018) DE

(71) Anmelder: **ENDECO GMBH** [DE/DE]; Industriepark Nord 105, 53567 Buchholz-Mendt (DE).

(72) Erfinder: **BERGMANN, Karl-Heinz**; Buchfinkenweg 9, 53773 Hennef (DE). **BUNTROCK, Reiner**; Tannenstr. 1, 49824 Emlichheim (DE).

(74) Anwalt: **JOSTARNDT PATENTANWALTS-AG**; Philipsstraße 8, 52068 Aachen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

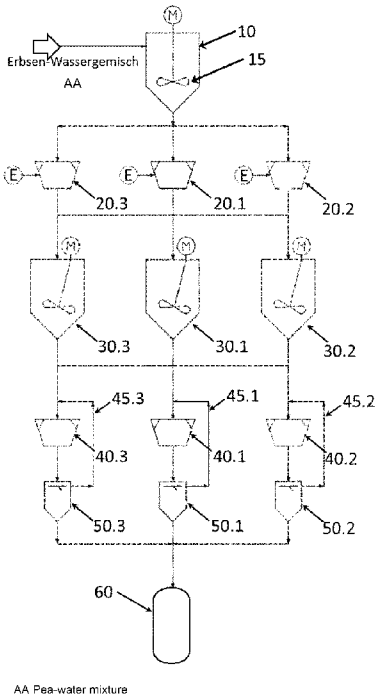
Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

(54) **Title:** METHOD AND APPARATUS FOR PROCESSING LEGUMES

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM AUFSCHLUß VON HÜLSENFRÜCHTEN

Fig. 1



(57) **Abstract:** The invention relates to a method and a device for processing legumes and in particular peas. The invention further relates to a method for purifying proteins from an acidic protein-containing suspension, preferably obtained by the legume processing method according to the invention.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Aufschluß von Hülsenfrüchten und hier insbesondere von Erbsen. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Aufreinigung von Proteinen aus einer sauren proteinhaltigen Suspension, die bevorzugt durch den erfindungsgemäßen Aufschluss von Hülsenfrüchten gewonnen wurde.

WO 2019/158589 A1

Verfahren und Vorrichtung zum Aufschluß von Hülsenfrüchten

Gebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Aufschluß von Hülsenfrüchten und hier insbesondere von Erbsen. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Aufreinigung von Proteinen einer sauren proteinhaltigen Suspension, die durch den Aufschluss von Hülsenfrüchten gewonnen wurde.

Hintergrund der Erfindung

Proteinisolate pflanzlichen Ursprungs stellen eine wertvolle Alternative oder Ergänzung zu tierischen Proteinen in Lebensmitteln oder Futtermitteln dar. Zum Beispiel können Pflanzenproteine in Lebensmitteln die tierischen Proteine wirksam ersetzen, und dies oft zu geringeren Kosten. Darüber hinaus können viele Produkte, die traditionell tierische Proteine enthalten, insbesondere Milchprodukte, eine Hauptursache für Nahrungsmittelallergien sein.

Die meisten Hülsenfrüchtler (Leguminosen) zeichnen sich dadurch aus, dass sie in ihren Wurzelknöllchen eine Symbiose mit stickstofffixierenden Bakterien (*Rhizobien*) eingehen. Die Leguminosen machen sich dadurch unabhängig vom Nitratgehalt des Bodens und sind in extrem stickstoffarmen Böden erst lebensfähig. Die Wurzelknöllchen sind auch dafür verantwortlich, dass Leguminosen sehr nährstoffreiche Pflanzen sind, die reichlich Proteine, Vitamine und Mineralstoffe enthalten. Entsprechend gehören Leguminosen zu den besten Quellen für pflanzliches Protein. Da Leguminosen wie Erbsen (Pisum sativum) neben einem hohen Proteingehalt leicht verfügbar sind und eine besonders ausgewogene Aminosäurezusammensetzung aufweisen, stellen diese eine Proteinquelle dar, die eine wertvolle Alternative für tierische Proteine darstellt. Beachtlicherweise enthalten Leguminosen neben den Proteinen auch Stärke und zudem antinutrive Faktoren (ANF) wie Lectine, Alkaloide, Saponine, Cyanglycoside, Isoflavone oder Gerbstoffe, die unerwünscht sind.

Die wesentlichen Herausforderungen bei der Bereitstellung von Pflanzenproteinen liegen in der Proteinzusammensetzung und Proteinreinheit und umfassen Aspekte, die sich beispielsweise auf Extraktion, Fraktionierung und Vor- und Nachbehandlungen beziehen. Beachtlicherweise haben die einzelnen Prozessschritte einen großen Einfluss auf die Qualität des isolierten Pflanzenproteins. Beachtlicherweise bestimmen die Art und Menge der Verunreinigungen in Proteinisolaten oder -extrakten ihren endgültigen Wert. Solche Verunreinigungen umfassen beispielsweise Kohlenhydrate. Zum Beispiel enthalten Leguminosen einen signifikanten Anteil von Flatulenz induzierenden Oligosacchariden (z. B. Raffinose, Stachyose und Verbascose), die besonders unerwünscht sind. Während im allgemeinen Kohlenhydrate unerwünschte Verunreinigungen in dem endgültigen Proteinisolat sind, sind einige andere „Verunreinigungen“, wie Vitamine oder Mineralien, per definitionem nicht unerwünscht oder können sogar für ernährungsphysiologische und / oder physikochemische Aspekte des Proteinisolats vorteilhaft sein. Zusätzlich zu der Auswirkung auf die endgültige Zusammensetzung der Proteinisolate oder -extrakte kann das Aufschluss- und/oder Proteinisolierungsverfahren dramatische Auswirkungen auf die physikochemischen oder funktionellen Eigenschaften des Proteinisolats haben. Insbesondere werden die Proteinlöslichkeit, die Viskosität, die Emulgierfähigkeit, die Farbe, der Geschmack oder der Geruch stark durch die verwendeten Techniken beeinflusst.

Daher ist die Gewinnung eines Proteinisolats von hoher Qualität mit spezifischen gewünschten Eigenschaften sehr komplex und beinhaltet typicherweise multiple kostenintensive und zeitaufwendige Verfahrensschritte.

Im Stand der Technik haben sich insbesondere zwei unterschiedliche Verfahren zur Trennung der einzelnen Fraktionen von Hülsenfrüchten, und insbesondere hier der Erbse, etabliert. Bei beiden Verfahren wird eine trockene Vermahlung der Erbse als erster Verfahrensschritt angewendet.

Im ersten Verfahren erfolgt eine trockene, sehr feine Vermahlung der Erbse gefolgt von einer trockenen Trennung bzw. Anreicherung der Fraktionen mittels

Windsichtung.

Im zweiten Verfahren wird eine trockene Vorvermahlung der Erbse durchgeführt und das resultierende Erbsenmehl anschließend durch Zugabe einer wässrigen Lösung angemaischt. Optional kann hier noch ein anschließende nasse Nachzerkleinerung auf einer Reibe erfolgen, bevor es dann zur nassen Trennung der Fraktionen mittels Protein-, Faser- und Stärkegewinnungsprozess kommt.

Bei dem ersten Verfahren entstehen durch die intensive Trockenvermahlung kleine bis sehr kleine Partikel die sich im nachfolgenden Prozess nur ungenügend separieren lassen. Die so gewonnenen Bestandteile (Stärke, Fasern, Protein) lassen sich nicht mit ausreichender Genauigkeit voneinander trennen.

Bei dem zweiten Verfahren entstehen ebenfalls durch die Trockenvermahlung kleine bis sehr kleine Partikel. Der Anteil an gebundener Stärke in der Faser ist trotz Auswaschung mit Wasser noch relativ hoch (12-15%). Ein großer Anteil des Materials ist kleiner als die kleinste Lochung der Siebe der Faserabtrennung. Hierdurch entsteht ein erhöhter Feinfaseranteil im Prozess, der unerwünscht ist.

Es besteht daher der Bedarf an Aufschlussverfahren und Proteinisolierungsverfahren von Hülsenfrüchten die hinsichtlich der oben genannten Nachteile verbessert sind.

Zusammenfassung der Erfindung

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Verfahren zum proteinisolierenden Aufschluß von Hülsenfrüchten bereitzustellen.

Gemäß eines ersten Aspektes der Erfindung wird ein Verfahren zum Aufschluss von Hülsenfrüchten bereitgestellt, das die folgenden Schritte umfasst:

(a) Vermischen von Hülsenfrüchten mit einem wässrigen Extraktionsmittel;

(b) Vorzerkleinerung der Mischung aus Schritt (a) durch ein Schneidwerkzeug und ein Mahlwerkzeug unter Zugabe eines wässrigen Extraktionsmittels zwischen Schneid- und Mahlwerkzeug;

(c) Inkubation der durch Schritt (b) vorzerkleinerten Hülsenfrüchte unter weiterer Zugabe des Extraktionsmittels, vorzugsweise für eine Dauer von mindestens 20 min;

(d) Feinvermahlung der gemäß Schritt (c) inkubierten, vorzerkleinerten Hülsenfrüchte durch ein Mahl- und Mischwerkzeug.

Wie die Erfinder festgestellt haben, wird durch die erfindungsgemäße mehrstufige Nassvermahlung die Stärke nahezu vollständig aus dem Zellverband gelöst, ohne dass die Fasern zu stark zerkleinert werden oder die Stärkekörner beschädigt werden. Dadurch resultiert ein geringerer Anteil an gebundener Stärke an der Faser.

Zudem werden durch den Einsatz der vorab genannten Werkzeuge und den intensiven Stoffaustausch die Stärkekörner schonend von den Fasern gelöst und sämtliche Partikel homogen mit dem Extraktionsmittel benetzt.

Gegenüber der Trockenvermahlung resultieren deutlich größere Partikel bei vergleichbarer Stärkeausbeute, was in einer einfacheren Aufreinigung resultiert.

Das Verfahren führt zudem auch zu einer geringeren thermischen Belastung des Materials, was angesichts der leichten Denaturierung der vorliegenden Proteine von erheblicher Relevanz ist.

Durch die Zugabe des Extraktionsmittels zwischen Schneid- und Mahlwerkzeug (bevorzugt durch die sogenannte Stator-Injektion) wird eine lokale Überdosierung des Extraktionsmittels vermieden.

Das Verfahren hat weiterhin den Vorteil, dass es mit aus dem Stand der Technik bekannten Werkzeugen und insbesondere Hybridwerkzeugen betrieben werden kann.

Zudem kann das Verfahren mit seinen Verfahrensschritten ohne Probleme in eine Prozeßlinie eingebunden werden und ist daher insbesondere für den großtechnischen Einsatz geeignet.

Die Erfindung im Einzelnen

Das Ausgangsmaterial zum Einsatz in dem erfindungsgemäßen Verfahren sind Hülsenfrüchte, also die Samen von Pflanzen der Familien Fabaceae oder Leguminosae (früher: Papilionaceae), die auch Leguminosen genannt werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Hülsenfrüchte hierbei ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus Cajanus cajan (Straucherbse), Cicer arietum (Kichererbse, Felderbse), Lens culinaris (Küchen-Linse), phaseolus vulgaris (Gartenbohne), Pisum sativum (Gartenerbse), Vicia faba (Ackerbohne, auch Saubohne, Schweinsbohne, Favabohne, dicke Bohne, große Bohne, Pferdebohne, Viehbohne, Faberbohne oder Puffbohne genannt), Vigna mungo (Urdbohne, auch Linsenbohne genannt), Vigna radiata (Mungbohne, auch Mungobohne, Jerusalembohne oder Lunjabohne genannt), Vigna unguiculata (Augenbohne, auch Kuhbohne, Schwarzaugenbohne oder Schlangenbohne genannt), Lupinus (Lupinen auch Wolfsbohne oder Feigbohne genannt), Glycine max. (Sojabohne) und Kombinationen hiervon.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird das Verfahren für den Aufschluss von Samen der Pisum sativum Pflanze oder der Cajanus cajan-Pflanze (Straucherbse) verwendet.

In einer Ausführungsform der Erfindung werden die (luft)getrockneten Samen für den Aufschluss verwendet, dies stellt die übliche Lagerform für Hülsenfrüchte dar.

In einer alternativen Ausführungsform können auch frische oder partiell getrocknete Samen verwendet werden. Da es sich bei dem Verfahren um eine

Nassvermahlung handelt, stellt dies einen entscheidenden Vorteil gegenüber den herkömmlichen Trockenvermahlungsverfahren dar.

In einer bevorzugten Ausführungsform werden ganze, d.h. nicht-vorzerkleinerte Hülsenfrüchte bei dem Aufschlussverfahren eingesetzt. alternativ können auch bereits grob zerkleinerte Hülsenfrüchte eingesetzt werden. Die im Schritt (a) zur Vermischung mit dem Extraktionsmittel verwendeten Hülsenfrüchte können dementsprechend ganze Hülsenfrüchte oder grob zerkleinerte Hülsenfrüchte darstellen.

Gemäß der Erfindung wird bei der Vorzerkleinerung ein Schneidwerkzeug und ein Mahlwerkzeug eingesetzt, bzw. ein Werkzeug, das sowohl eine Schneidstufe als auch eine Mahlstufe aufweist.

Bei dem Verfahren zum Aufschluss von Hülsenfrüchten ist das Werkzeug für die Vorzerkleinerung bevorzugterweise ein Rotor-Stator-Homogenisator.

In einer bevorzugten Ausführungsform handelt es sich bei dem Werkzeug um ein Taschenkegelwerkzeug und/oder ein Kammerwerkzeug.

Insbesondere bevorzugt ist hierbei die Verwendung eines Hybridwerkzeugs aus Taschenkegelwerkzeug und Kammerwerkzeug. damit liegt ein Hybridwerkzeug mit einer Schneid- und einer Mahlstufe vor.

In einer bevorzugten Ausführungsform führt der Vorzerkleinerungsschritt zu Partikel mit einer mittleren Partikelgröße d50 von zwischen 250 und 400 µm, hierbei bedeutet d50, dass 50% der Partikel kleiner sind als der angegebene Wert.

Die gewünschte Partikelgröße lässt sich sowohl bei der Vorzerkleinerung als auch bei der Feinvermahlung durch Wahl des Werkzeugs, der Werkzeugkonfiguration wie beispielsweise radiales und/oder axiales Spaltmaß und der Drehzahl einstellen.

Bei der Vorzerkleinerung der Hülsenfrüchte wird das wässrige Extraktionsmittel bei dem Rotor-Stator-Homogenisator bevorzugt über Stator-Injektion hinzugegeben. Dadurch erfolgt bei Einsatz des erfindungsgemäßen Hybridwerkzeugs eine Zugabe des Extraktionsmittels zwischen der Schneidzone und der Mahlzone.

Erfindungsgemäß wird nach dem Vorzerkleinerungsschritt zu den vorzerkleinerten Hülsenfrüchten erneut wässriges Extraktionsmittel hinzugegeben und nach Vermischung mit den Hülsenfrüchten bevorzugt für mindestens 20 Minuten inkubiert. Besonders bevorzugt erfolgt die Inkubation für eine Zeitdauer zwischen 30 und 120 Minuten. Im Rahmen dieser Inkubation nehmen die vorzerkleinerten, eine größere Oberfläche aufweisenden Hülsenfrüchte, signifikante Mengen an Extraktionsmittel auf und bilden dadurch als gequollene Hülsenfrüchte ein optimales Ausgangsmaterial für den folgenden Nassvermahlungsschritt.

Bevorzugt erfolgt wird diese Inkubation in einem separaten Behälter durchgeführt, dem sogenannten Quell-Tank. Dieser Behälter ist als separater Behälter von dem Behälter getrennt, in dem die Vorzerkleinerung durchgeführt wird.

Zweckmäßigerweise erfolgt diese Inkubation bei Raumtemperatur.

Als wässriges Extraktionsmittel wird bevorzugt eine alkalische Lösung und besonders bevorzugt 50%ige Natronlauge eingesetzt.

Das Verhältnis (v/m) der Gesamtmenge an wässrigem Extraktionsmittel zu den Hülsenfrüchten liegt zwischen 500:1 und 300:1 und bevorzugt bei 400:1.

In einer weiteren Ausführungsform wird zunächst Wasser zu den Hülsenfrüchten (bevorzugt Erbsen) hinzugegeben und dann durch Zugabe von Natronlauge auf den gewünschten pH-Wert eingestellt.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird so viel Extraktionsmittel hinzugegeben, dass der Anteil an Trockensubstanz (TS) in dem Gemisch aus Erbsen und Extraktionsmittel weniger als 25% TS beträgt.

In einer weiteren Ausführungsform hat das fein vermahlene Gemisch für die bevorzugt in einem Dekanter erfolgende Abtrennung der Fasern und Stärkepartikel einen Gehalt von weniger als 17% TS.

In einer Ausführungsform erfolgt der Zulauf zu dem Behälter, in dem die Feinvermahlung durchgeführt wird, aus dem vorgelagerten Quelltank ohne aktives Pumpen allein über die Höhendifferenz des höher gelagerten Quelltanks.

In einer Ausführungsform wird in dem Feinvermahlungsschritt wässriges Extraktionsmittel hinzugegeben. Dies erfolgt bevorzugt über eine Stator-injektion direkt in die Mischzone des Homogenisators.

Gemäß der Erfindung wird bei der Feinvermahlung ein Mahlwerkzeug zusammen mit einem Mischwerkzeug eingesetzt, bzw. ein Werkzeug, das sowohl eine Mahlstufe als auch eine Mischstufe aufweist.

Bei dem Verfahren zum Aufschluss von Hülsenfrüchten ist das Werkzeug für die Feinvermahlung bevorzugterweise ein Rotor-Stator-Homogenisator.

Der Rotor-Stator-Homogenisator ist hierbei bevorzugterweise ein Kammerwerkzeug und/oder ein Düsenwerkzeug, und besonders bevorzugt ein Kammerwerkzeug.

In einer bevorzugten Ausführungsform führt der Feinvermahlungsschritt zu Partikel mit einer mittleren Partikelgröße d50 von zwischen 100 und 300 µm, hierbei bedeutet d50, dass 50% der Partikel kleiner sind als der angegebene Wert.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren weist der Rotor-Stator-Homogenisator bevorzugterweise eine Relativgeschwindigkeit am äußeren Ring

vom zwischen 30 m/sec und 60 m/sec auf. Es hat sich herausgestellt, dass derartige Relativgeschwindigkeiten eine besonders gute Zerkleinerung bzw. Feinvermahlung erlauben, ohne dass die Hülsenfrüchte zu stark erhitzt werden.

In einer Ausführungsform der Erfindung beträgt bei dem Rotor-Stator-Homogenisator der radiale Scherspalt zwischen Rotor und Stator zwischen 0,5 mm und 2,5 mm, bevorzugt zwischen 0,7 mm und 1,8 mm und besonders bevorzugt zwischen 1,0 mm und 1,2 mm.

In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens beträgt der axiale Scherspalt am innersten Ring maximal 5 mm.

Zweckmäßigerweise nimmt der axiale Scherspalt von innen nach außen ab, so dass er am äußersten Ring ≥ 0,2 mm beträgt.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird das wässrige Extraktionsmittel in den zentral gelegenen Stator gegeben und hierbei besonders bevorzugt durch Stator-Öffnungen direkt in die Scher- und Mischzone des Homogenisators zugeführt.

In einer bevorzugten Ausführungsform werden bei dem Feinvermahlungsschritt gröbere Partikel separiert, beispielsweise durch einen Zentrifugalkraftabscheider und wieder in den Homogenisator und dort bevorzugt in die Mahlzone zugeführt.

In einer weiteren Ausführungsform umfasst das Aufschlussverfahren die folgenden, der Nassvermahlung nachgelagerten Verfahrensschritte:

(i) eine zweistufige Abtrennung der proteinhaltigen Lösung (sog. Fruchtwasser) und der Stärke/Faser-Fraktion;
(ii) Fällung des Proteins aus der proteinhaltigen Lösung durch Anpassung des pH-Wertes unter Einstellung des isoelektrischen Punktes,
(iii) Abtrennung des gefällten Proteins, bevorzugt mittels Dekanterzentrifuge.

Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Vorrichtung zum Aufschluss von Hülsenfrüchten zur Verfügung zu stellen.

Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung wird eine Vorrichtung zum Aufschluß von Hülsenfrüchten bereitgestellt.

Diese Vorrichtung zum Aufschluß von Hülsenfrüchten umfasst eine Prozeßlinie mit einem ersten Abschnitt (I) mit einem oder mehreren Rotor-Stator-Homogenisatoren für die Vorzerkleinerung der Hülsenfrüchte und einem zweiten Abschnitt (II) mit einem oder mehreren Rotor-Stator-Homogenisatoren für die Feinvermahlung der Hülsenfrüchte.

Die vorzerkleinerten Hülsenfrüchte können aus dem Abschnitt (I) direkt in den Abschnitt (II) geleitet werden oder aber über einen dazwischen angeordneten Behälter. In einem solchen Behälter kann bevorzugterweise die Inkubation der der im Abschnitt (I) vorzerkleinerten Hülsenfrüchte durch das hinzugegebene Extraktionsmittel erfolgen. Dies hat den Vorteil, dass der Abschnitt (I) erneut mit Hülsenfrüchten beschickt werden kann, die während der Inkubation der vorherigen Charge im Zwischenbehälter dann im Abschnitt (I) vorzerkleinert werden.

In dieser Ausführungsform umfasst die Vorrichtung einen zwischen Abschnitt (I) und (II) angebrachten Behälter, den sogenannten Quell-Tank, der flüssigkeitsleitend mit den beiden Abschnitten verbunden ist.

Die Vorrichtung weist zweckmäßigerweise eine oder mehrere Pump- und/oder Umwälzvorrichtungen auf, die den Transport der Hülsenfrüchte, der Zwischenprodukte und/oder des Extraktionsmittels gewährleisten.

In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Vorrichtung eine oder mehrere Temperatursensoren zur Messung der Temperatur in den Abschnitten (I) und (II) und optionalen weiteren Behältern auf. Die Temperatur kann hierdurch kontinuierlich überwacht werden und gegebenenfalls durch Anpassung der

Prozessparameter, wie beispielsweise durch eine Reduzierung des Gegendrucks gesteuert werden.

In einer weiteren Ausführungsform umfasst die Vorrichtung zudem eine Kühlungsvorrichtung, die insbesondere zur Kühlung von Abschnitt (II) ausgerichtet ist, da insbesondere in diesem Abschnitt durch die hohen Scherkräfte verbunden mit der Rezirkulation eines Partikel-Teilstroms die Temperatur zunehmen wird.

In einem dritten Aspekt betrifft die Erfindung die Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Aufschluß von Hülsenfrüchten.

In einem vierten Aspekt betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Aufreinigung einer proteinhaltigen sauren Suspension, wobei das Aufreinigungsverfahren die folgenden Schritte umfasst:

(e) Herstellung einer homogenen Suspension durch Intensivvermischung der proteinhaltigen sauren Suspension mittels eines Rotor-Stator-Homogenisators;
(f) pH-Werterhöhung der Suspension mittels eines Rotor-Stator-Homogenisators durch Zugabe einer alkalischen Lösung über Stator-Injektion im laufenden Rotorbetrieb bis zu einem pH-Wert von zwischen 5,5 und 9,0;
(g) Abtrennung des Proteins von der flüssigen Phase durch Zentrifugation oder Filtration.

In einem fünften Aspekt betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Aufreinigung von Proteinen aus einer proteinhaltigen sauren Suspension, die durch Aufschluss von Hülsenfrüchten gewonnen wurde, wobei das Isolierungsverfahren die folgenden Schritte umfasst:

(e) Herstellung einer homogenen Suspension durch Intensivvermischung der proteinhaltigen sauren Suspension mittels eines Rotor-Stator-Homogenisators;

(f) pH-Werterhöhung der Proteinsuspension mittels eines Rotor-Stator-Homogenisators durch Zugabe einer alkalischen Lösung über Stator-Injektion im laufenden Rotorbetrieb bis zu einem pH-Wert von zwischen 5,5 und 9,0;

(g) Abtrennung des Proteins von der flüssigen Phase durch Zentrifugation oder Filtration.

Dieses Verfahren weist mehrere Vorteile gegenüber dem Stand der Technik auf. Zunächst kann es als geschlossenes System ausgestaltet werden, so dass keine Kontamination von außen (bspw. durch menschlichen Kontakt) erfolgt. Weiterhin kommt es nur zu einer geringen thermischen Belastung des Materials. Schließlich erlaubt die Stator-Injektion eine pH-Werterhöhung des Proteins ohne punktuelle Überdosierung.

Die moderate pH-Werterhöhung auf maximal pH 9,0 und bevorzugt auf maximal pH 8,5 führt dazu, dass das als Feststoff vorliegende Protein weiterhin als Feststoff vorliegt, wobei zahlreiche Verunreinigungen wie Salze in Lösung gehen und dadurch vom Protein abgetrennt werden können. Dies stellt somit eine einfache Aufreinigungsmethode für Proteinsuspensionen dar.

In bevorzugter Weise wird die in diesem Aufreinigungsverfahren einzusetzende proteinhaltige Suspension durch das erfindungsgemäße Aufschlussverfahren für Hülsenfrüchten oder unter Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung hierzu hergestellt.

In einer weiterhin bevorzugten Ausführungsform schließt sich das Aufreinigungsverfahren an das vorab offenbarte Aufschlussverfahren umfassend die Schritte (a) bis (d) sowie die nachgelagerten Verfahrensschritte (i) bis (iii) an. Dabei wird die proteinhaltige saure Suspension durch Suspendieren des in Schritt (iii) erhaltenen gefällten Proteins in Wasser, vorzugsweise in Reinwasser oder demineralisiertem Wasser erhalten und weist vorzugsweise einen pH-Wert von 4,0 bis 5,5 auf.

In bevorzugter Weise wird für den Schritt der Herstellung der homogenen Suspension und den Schritt der pH-Werterhöhung der Suspension derselbe Rotor-Stator-Homogenisator in den Schritten (e) und (f) verwendet.

Zweckmäßigerweise tritt das Material axial in den Rotor-Stator-Homogenisator ein und wird radial wieder ausgetragen. Hierbei wirken entsprechend des verwendeten Werkzeugs Scher-, Kompressions- und Dekompressionskräfte auf das Material beim Durchlaufen durch das Werkzeug. Durch die mehrstufige Scherung, die hochfrequenten oszillierenden Kräfte sowie dem intensiven Stoffaustausch werden alle Partikel vereinzelt und absolut homogen mit der alkalischen Lösung benetzt.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird bei dem Aufreinigungsverfahren ein oder mehrere Rotor-Stator-Homogenisatoren eingesetzt, der oder die mehrstufige, koaxial ineinandergreifende Werkzeuge aufweist/aufweisen.

In einer bevorzugten Ausführungsform des Aufreinigungsverfahrens ist der hierbei verwendete Rotor-Stator-Homogenisator ein Kammerwerkzeug oder ein Hybridwerkzeug aus Kammerwerkzeug und Düsenwerkzeug.

In einer weiterhin bevorzugten Ausführungsform ist der bei dem Aufreinigungsverfahren verwendete Rotor-Stator-Homogenisator ein Kammerwerkzeug, das bevorzugt eines oder mehrere der folgenden Eigenschaften aufweist:

- der radiale Scherspalt zwischen Rotor und Stator beträgt zwischen 0,5 mm und 5 mm;
- der axiale Scherspalt zwischen Rotor und Stator beträgt am innersten Ring maximal 5 mm;
- der axiale Scherspalt zwischen Rotor und Stator nimmt von innen nach außen ab;
- der axiale Scherspalt zwischen Rotor und Stator beträgt am äußersten Ring zwischen 0,2 mm und 1 mm;

- das Kammerwerkzeug weist 2 bis 5 konzentrisch ausgerichtete Zahnkränze auf, die bevorzugt zur kombinierten Axial- und Radialspaltverstellung ausgebildet sind.

In einer Ausführungsform der Erfindung weist bei dem Protein-Isolierungsverfahren der Rotor-Stator-Homogenisator eine Relativgeschwindigkeit am äußeren Ring vom zwischen 20 m/sec und 60 m/sec auf.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird bei dem Proteinaufreinigungsverfahren die alkalische Lösung in den zentral gelegenen Stator gegeben und bevorzugt durch Stator-Öffnungen direkt in die Mischzone des Homogenisators zugeführt wird.

Die alkalische Lösung ist erfindungsgemäß eine wässrige Lösung. Diese Lösung hat bevorzugt einen pH-Wert von mindestens 12, besonders bevorzugt von mindestens 13 und insbesondere bevorzugt von größer oder gleich 14.

In einer Ausführungsform ist die alkalische Lösung eine NaOH-Lösung mit zwischen 10 und 40% NaOH, bevorzugt mit zwischen 15 und 30% NaOH und insbesondere mit 20% NaOH.

Die erfindungsgemäße pH-Werterhöhung führt bevorzugt zu einer Suspension mit einem pH-Wert von zwischen 6,5 und 9,0 und besonders bevorzugt zu einem pH-Wert zwischen 7,0 und 8,5.

In einer Ausführungsform der Erfindung erfolgt die Abtrennung der proteinhaltigen festen Phase von der flüssigen, die Verunreinigungen enthaltenden Phase durch Zentrifugation oder Dekantieren.

In einer weiteren Ausführungsform wird das abgetrennte feststoffliche Protein der Trocknung zugeführt.

In einem weiteren Aspekt stellt die Erfindung eine Vorrichtung zur Isolierung von Proteinen aus einer sauren proteinhaltigen Suspension bereit, wobei diese Vorrichtung eine Prozeßlinie mit einem Abschnitt (III) mit einem oder mehreren erfindungsgemäßen Rotor-Stator-Homogenisatoren und einem zweiten Abschnitt (IV) zur Abtrennung des als Feststoff anfallenden Proteins umfasst.

In einem weiteren Ausführungsform umfasst die Vorrichtung zur Isolierung der Proteine sowohl die Abschnitte (I) und (II) zum Aufschluss der Hülsenfrüchte als auch die Abschnitte (III) und (IV) zur pH-Werterhöhung und Abtrennung des als Feststoff anfallenden Proteins.

Definitionen

Ein „Rotor-Stator-Homogenisator“ gemäß der Erfindung ist ein Homogenisator mit einem Stator als feststehendem, unbeweglichem Geräteteil und einem Rotor als rotierendem Geräteteil des Homogenisators. Durch die Relativbewegung zwischen Rotor und Stator in Verbindung mit hinreichend kleinen axialen und radialen Spaltbreiten wird das Produkt kontrolliert zerkleinert und/oder dispergiert und tritt lateral aus dem System aus.

Bevorzugterweise handelt es sich hierbei um einen Koaxial-Homogenisator, dass heißt sowohl Stator als auch Rotor besitzen dieselbe zentrale Achse, die entsprechend die Drehachse darstellt.

Ein solcher Homogenisator erlaubt eine effiziente Verteilung einer dispersen Phase in eine umgebende kontinuierliche Phase. Insbesondere bei dem erfindungsgemäßen Aufschlußverfahren, wenn sich beispielsweise Hülsenfrüchte und Extraktionsmittel nicht oder nur schlecht mischen lassen, werden durch den Energieeintrag die Kräfte überwunden, die einer gleichmäßigen Verteilung entgegenwirken.

Die Wirkungsweise von Rotor-Stator-Systemen beruht auf der durch Schubspannungen erzeugten Mikroturbulenz. Diese bildet ein Gebiet hoher Energiedissipation im Bereich der Dispergierwerkzeuge. Die hochkonzentrierte

Form des Energieeintrages ist somit die Basis, um die in Stoffgemischen bestehende stabilisierende Wirkung der Grenzflächenspannung zu überwinden. Die Phasengrenzflächen werden dadurch erhöht und somit die gewünschten Produkteigenschaften in Dispersionen erzielt.

Ein „Taschenkegelwerkzeug“ gemäß der Erfindung ist ein Rotor-Stator-Homogenisator bei dem der Rotor als zentrales Element einen Kreiskegel oder Kegelstumpf aufweist, der längliche, radial verlaufende Vertiefungen, die sogenannten „Taschen“ aufweist. Der Stator ist als Gegenstück mit einem entsprechend komplementär ausgeformten kegel- bzw. kegelstumpfförmigen Vertiefung versehen und weist ebenfalls längliche, radial verlaufende Vertiefungen auf.

Ein „Düsenwerkzeug“ gemäß der Erfindung ist ein Rotor-Stator-Homogenisator bei dem zumindest der Stator und bevorzugt Stator und Rotor kreisrundförmige Lochblenden mit definiertem Lochdurchmesser aufweist.

Ein „Kammerwerkzeug“ gemäß der Erfindung weist mehrere konzentrisch verlaufende Ringe mit radialen Durchbrüchen auf, wobei die Rotor- und statorseitigen Ringe abwechselnd koaxial ineinandergreifen und so eine Scherwirkung entfalten.

Die bei dem erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzten Werkzeuge werden gemäß ihrer Funktionalität wie folgt definiert: Ein „Schneidwerkzeug“ ist ein Werkzeug, das eine Schneid- und Scherfunktion aufweist. Ein „Mahlwerkzeug“ ist ein Werkzeug, das eine Scher- und Quetschfunktion aufweist und ein „Mischwerkzeug“ ist ein Werkzeug, das eine hydrodynamische Scherfunktion aufweist.

Ausführungsbeispiele

1. Vergleich verschiedener Aufschlußtechniken

In einer Versuchsreihe wurden die folgenden drei Varianten der Aufschlussverfahren ausgehend von Erbsen vergleichend durchgeführt:

1.1 Einstufige Trockenvermahlung

Auf einer Mühle mit Turborotor wurden zwei Produkte mit unterschiedlichem Mahlgrad hergestellt und die Partikelgrößenverteilung und den Stärkegehalt (gesamte Stärke und gebundene Stärke) ermittelt.

1.2 Zweistufige Nassvermahlung

Mit der Nassmühle wurden zwei Durchläufe mit unterschiedlichen Werkzeugkonfigurationen gefahren. Im ersten Durchlauf wurde eine ganze Erbse vorzerkleinert, im zweiten Durchlauf wurde dann der Erbsenbrei aus dem ersten Durchlauf weiter zerkleinert.

1.3 Hybrid-Vermahlung (1. Stufe Trockenvermahlung/ 2. Stufe Nassvermahlung)

Bei diesem Versuchsansatz wurden zwei unterschiedlich feine, trocken vermahlene Erbsenmehle in Wasser eingemischt und quellen lassen. Der resultierende Erbsenbrei wurde anschließend mit der Nassmühle nachvermahlen.

1.2 Ergebnisse

Die Ergebnisse sind in der Tabelle in Figur 3 wiedergegeben. Die zweistufige Nassvermahlung führt zu einer signifikanten Verbesserung des Verhältnisses Partikelgröße d50 zu gebundener Stärke von 8,82 und 8,7 [µm/%] auf 38,9 [µm/%] gegenüber der Trockenvermahlung.

Das Verhältnis von gebundener zu freier Stärke liegt hierbei mit 8.1% bei einer Partikelgröße d50 = 315 µm in einem akzeptablen Verhältnis.

Beachtlicherweise soll bei einem Aufschluss der Anteil an gebundener Stärke möglichst klein sein bei gleichzeitig möglichst großen Partikeln. Dies bringt entscheidende Vorteile bei der Trennung von Stärke und Fasern. Zusätzlich wird der Feinfaseranteil hierdurch reduziert.

Somit führt die zweistufige Nassvermahlung zu einer weitaus besseren Trennung der Erbsenbestandteile.

Kurze Beschreibung der Abbildungen

Diese und andere Aspekte der Erfindung werden im Detail in den Abbildungen wie folgt gezeigt.

Fig. 1 zeigt eine schematische Skizze für eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Aufschlussverfahrens

Fig. 2 zeigt eine schematische Skizze für eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Aufreinigungsverfahrens

Fig. 3 zeigt die Ergebnistabelle der vergleichenden Mahlversuche

Detaillierte Beschreibung der Abbildungen

Fig. 1 zeigt eine schematische Skizze einer Prozeßlinie für den Aufschluß von Hülsenfrüchten zur optimalen Gewinnung von darin enthaltenen Proteinen. Das Gemisch aus Wasser und Erbsen wird in dem mit einem Rührer 15 ausgestatteten Anmaischtank 10 durch Zugabe von Natronlauge auf einen alkalischen pH-Wert gebracht und für eine kurze Zeit (vorzugsweise 10 min bis 30 min) inkubiert. Das Gemisch wird dann einem Behälter mit einem Rotor-Stator-Homogenisator 20.1 zugefügt und dort unter Zugabe von zusätzlichem Extraktionsmittel E vorzerkleinert. Anschließend werden die zerkleinerten Erbsen in einem Quelltank mit Rührer 30.1 unter Mischen quellen gelassen, vorzugsweise für eine Dauer von mindestens 20 min , bevor sie dann in einem zweiten, mit einem Rotor-Stator-Homogenisator ausgestatteten Behälter 40.1 fein zermahlen werden. Grobe Partikel werden über eine Rückführungsleitung 45.1 wieder dem Mahlprozeß zugeführt. Die erhaltene, feinzermahlene Suspension wird dann einer Vorrichtung zur Partikelseparation 50.1 zugeführt, bevor sie dann in der Trennstufe 60 aufgetrennt werden.
Gezeigt ist auch die Möglichkeit, den Durchsatz durch Etablierung paralleler Prozeßlinien (hier X.2 und X.3) zu steigern.

Fig. 2 zeigt eine schematische Skizze einer Prozeßlinie für die Aufreinigung von Proteinen, die als Feststoffe in einer sauren Suspension vorliegen. Die saure proteinhaltige Suspension wird in dem mit einem Rührer 105 ausgestatteten Mischtank 100 vorgelegt. Von da aus wird sie dann in einen Behälter mit einem

Rotor-Stator-Homogenisator 110.1 gepumpt und dort durch Intensivvermischung eine homogene Suspension erzeugt. Durch Zugabe der alkalischen Lösung N über Rotor-Stator-Injektion im laufenden Rotorbetrieb wird der pH-Wert auf einen Zielwert von zwischen 5,5 und 9,0 angehoben, so dass Verunreinigungen wie Salze in Lösung gehen, das Protein aber weiterhin als Feststoff in der Suspension verbleibt. In dem nachfolgenden Behälter 120, der einen Rührer 125 aufweist, wird durch Zugabe von Säure oder Lauge der pH-Wert nachgeregelt, bevor in der Trennstufe 130 die Abtrennung des feststofflichen Proteins von der flüssigen Phase, die nun die Verunreinigungen enthält, erfolgt. Gezeigt ist auch die Möglichkeit, den Durchsatz durch Etablierung paralleler Prozeßlinien (hier X.2 und X.3) zu steigern.

Fig. 3 ist eine tabellarische Übersicht zu den Ergebnissen des Ausführungsbeispiels 1.

Weitere Varianten der Erfindung und ihre Ausführung ergeben sich für den Fachmann aus der vorangegangenen Offenbarung, den Figuren und den Patentansprüchen.

In den Patentansprüchen verwendete Begriffe wie "umfassen", "aufweisen", "beinhalten", "enthalten" und dergleichen schließen weitere Elemente oder Schritte nicht aus. Die Verwendung des unbestimmten Artikels schließt eine Mehrzahl nicht aus. Eine einzelne Einrichtung kann die Funktionen mehrerer in den Patentansprüchen genannten Einheiten bzw. Einrichtungen ausführen. In den Patentansprüchen angegebene Bezugszeichen sind nicht als Beschränkungen der eingesetzten Mittel und Schritte anzusehen.

Liste der Bezugszeichen

10	Anmaischtank
15,105,125	Rührer
20.1	Behälter mit Rotor-Stator Homogenisator für Vorzerkleinerung in der Hauptprozeßlinie
20.2, 20.3	Behälter mit Rotor-Stator Homogenisator für Vorzerkleinerung in zwei parallel angeordneten Prozeßlinien 2 und 3
30.1	Quelltank mit Rührer in der Hauptprozeßlinie
30.2, 30.3	Quelltank mit Rührer in zwei parallel angeordneten Prozeßlinien 2 und 3
40.1	Behälter mit Rotor-Stator Homogenisator für Feinvermahlung in der Hauptprozeßlinie
40.2, 40.3	Behälter mit Rotor-Stator Homogenisator für Feinvermahlung in zwei parallel angeordneten Prozeßlinien 2 und 3
45.1-3	Leitungen zur Rückführung von groben Partikeln zu dem Feinvermahlungsschritt
50.1	Vorrichtung zur Abtrennung des Proteins von Stärke und Fasern in der Hauptprozeßlinie
50.2, 50.3	Vorrichtung zur Abtrennung des Proteins von Stärke und Fasern in zwei parallel angeordneten Prozeßlinien 2 und 3
100	Mischtank für die saure Proteinsuspension
100.1	Behälter mit Rotor-Stator Homogenisator für die pH-Werterhöhung in der Hauptprozeßlinie
100.2, 100.3	Behälter mit Rotor-Stator Homogenisator für die pH-Werterhöhung in zwei parallel angeordneten Prozeßlinien 2 und 3
100	Mischtank für die Nachregelung des pH-Werts
130	Trennstufe
E	Extraktionslösung
N	Alkalische Lösung

Die optionalen Prozeßlinien 2 und 3 sind gestrichelt dargestellt.

Patentansprüche:

1. Ein Verfahren zum Aufschluss von Hülsenfrüchten umfassend die folgenden Schritte:
   (a) Vermischen von Hülsenfrüchten mit einem wässrigen Extraktionsmittel;
   (b) Vorzerkleinerung der Mischung aus Schritt (a) durch ein Schneidwerkzeug und ein Mahlwerkzeug unter Zugabe eines wässrigen Extraktionsmittels zwischen Schneid- und Mahlwerkzeug;
   (c) Inkubation der durch Schritt (b) vorzerkleinerten Hülsenfrüchte unter weiterer Zugabe des Extraktionsmittels;
   (d) Feinvermahlung der gemäß Schritt (c) inkubierten, vorzerkleinerten Hülsenfrüchte durch ein Mahl- und Mischwerkzeug.

2. Verfahren zum Aufschluss von Hülsenfrüchten gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hülsenfrüchte ausgewählt sind aus der Gruppe umfassend Cajanus cajan, Cicer arietum, Lens culinari, phaseolus vulgaris, Pisum sativum, Vica faba, Vigna mungo, Vigna radiata, Vigna unguiculata und Kombinationen hiervon.

3. Verfahren zum Aufschluss von Hülsenfrüchten gemäß Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dauer der Inkubation mindestens 20 Minuten beträgt.

4. Verfahren zum Aufschluss von Hülsenfrüchten gemäß Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkzeug für die Vorzerkleinerung ein Rotor-Stator-Homogenisator ist, das bevorzugt ein Taschenkegelwerkzeug und/oder ein Kammerwerkzeug ist, und besonders bevorzugt ein Kammerwerkzeug ist.

5. Verfahren zum Aufschluss von Hülsenfrüchten gemäß Anspruch 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkzeug für die Feinvermahlung ein Rotor-Stator-Homogenisator ist, das bevorzugt ein

Kammerwerkzeug und/oder ein Düsenwerkzeug ist, und besonders bevorzugt ein Kammerwerkzeug ist.

6. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotor-Stator-Homogenisator eine Relativgeschwindigkeit am äußeren Ring vom zwischen 30 m/sec und 60 m/sec aufweist.

7. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der radiale Scherspalt zwischen Rotor und Stator zwischen 0,5 mm und 2,5 mm beträgt.

8. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der axiale Scherspalt zwischen Rotor und Stator am innersten Ring maximal 5 mm beträgt, von innen nach außen abnimmt und am äußersten Ring ≥ 0,2 mm beträgt.

9. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wässrige Extraktionsmittel in den zentral gelegenen Stator gegeben wird und bevorzugt durch Stator-Öffnungen direkt in die Scher- und Mischzone des Homogenisators zugeführt wird.

10. Vorrichtung zum Aufschluß von Hülsenfrüchten umfassend eine Prozeßlinie mit einem ersten Abschnitt (I) mit einem oder mehreren Rotor-Stator-Homogenisatoren gemäß einem der Ansprüche 4 und 6 bis 9 und einem zweiten Abschnitt (II) mit einem oder mehreren Rotor-Stator-Homogenisatoren gemäß einem der Ansprüche 5 bis 9 und einem oder mehreren zwischen den Abschnitten (I) und (II) angeordneten, flüssigkeitsleitend mit beiden Abschnitten verbundenen Quelltanks.

11. Verwendung der Vorrichtung gemäß Anspruch 10 zur Durchführung eines Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9.

12. Ein Verfahren zur Aufreinigung von Proteinen einer proteinhaltigen sauren Suspension, die durch Aufschluss von Hülsenfrüchten gewonnen wurde, umfassend die folgenden Schritte:
(e) Herstellung einer homogenen Suspension durch Intensivvermischung der proteinhaltigen sauren Suspension mittels eines Rotor-Stator-Homogenisators;
(f) pH-Werterhöhung der Suspension aus Schritt (e) mittels eines Rotor-Stator-Homogenisators durch Zugabe einer alkalischen Lösung über Stator-Injektion im laufenden Rotorbetrieb bis zu einem pH-Wert von zwischen 5,5 und 9,0;
(g) Abtrennung des Proteins von der flüssigen Phase durch Zentrifugation oder Filtration der Suspension aus Schritt (f).

13. Verfahren gemäß Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die proteinhaltige Suspension durch ein Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9 oder unter Verwendung einer Vorrichtung gemäß Anspruch 10 hergestellt wurde.

14. Verfahren gemäß Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** derselbe Rotor-Stator-Homogenisator in den Schritten (e) und (f) verwendet wird.

15. Verfahren gemäß Anspruch 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotor-Stator-Homogenisator mehrstufige, koaxial ineinandergreifende Werkzeuge aufweist.

16. Verfahren gemäß Anspruch 12 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotor-Stator-Homogenisator ein Kammerwerkzeug oder ein Hybridwerkzeug aus Kammerwerkzeug und Düsenwerkzeug ist.

17. Verfahren gemäß Anspruch 12 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotor-Stator-Homogenisator ein Kammerwerkzeug ist, das bevorzugt eines oder mehrere der folgenden Eigenschaften aufweist:

- der radiale Scherspalt zwischen Rotor und Stator beträgt zwischen 0,5 mm und 5 mm;
- der axiale Scherspalt zwischen Rotor und Stator am innersten Ring beträgt maximal 5 mm;
- der axiale Scherspalt zwischen Rotor und Stator nimmt von innen nach außen ab;
- der axiale Scherspalt zwischen Rotor und Stator am äußersten Ring beträgt zwischen 1 mm und 0,2 mm
- das Kammerwerkzeug weist 2 bis 5 konzentrisch ausgerichtete Zahnkränze auf, die bevorzugt zur kombinierten Axial- und Radialspaltverstellung ausgebildet sind.

18. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 12 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotor-Stator-Homogenisator eine Relativgeschwindigkeit am äußeren Ring vom zwischen 20 m/sec und 60 m/sec aufweist.

19. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 12 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die alkalische Lösung in den zentral gelegenen Stator gegeben wird und bevorzugt durch Stator-Öffnungen direkt in die Mischzone des Homogenisators zugeführt wird.

20. Vorrichtung zur Aufreinigung von Proteinen aus einer proteinhaltigen angesäuerten Suspension umfassend eine Prozeßlinie mit einem Abschnitt (III) mit einem oder mehreren Rotor-Stator-Homogenisatoren gemäß einem der Ansprüche 14 bis 19 und einem nachgeschalteten zweiten Abschnitt (IV) zur Abtrennung des als Feststoff vorliegenden Proteins von der flüssigen Phase.

Fig. 1

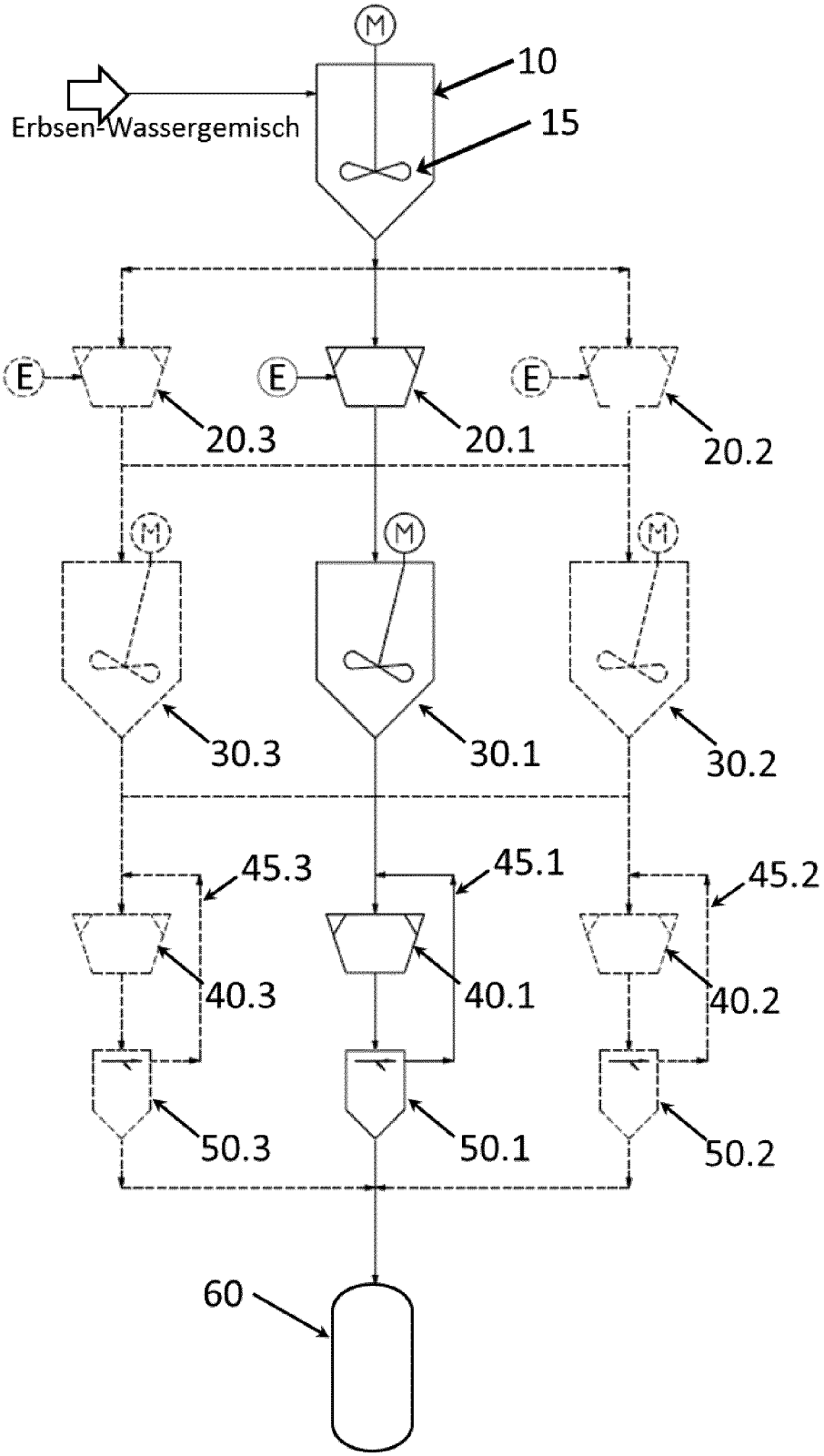

M
10
Erbsen-Wassergemisch
15
E
E
E
20.3
20.1
20.2
M
M
M
30.3
30.1
30.2
45.3
45.1
45.2
40.3
40.1
40.2
50.3
50.1
50.2
60

Fig. 2

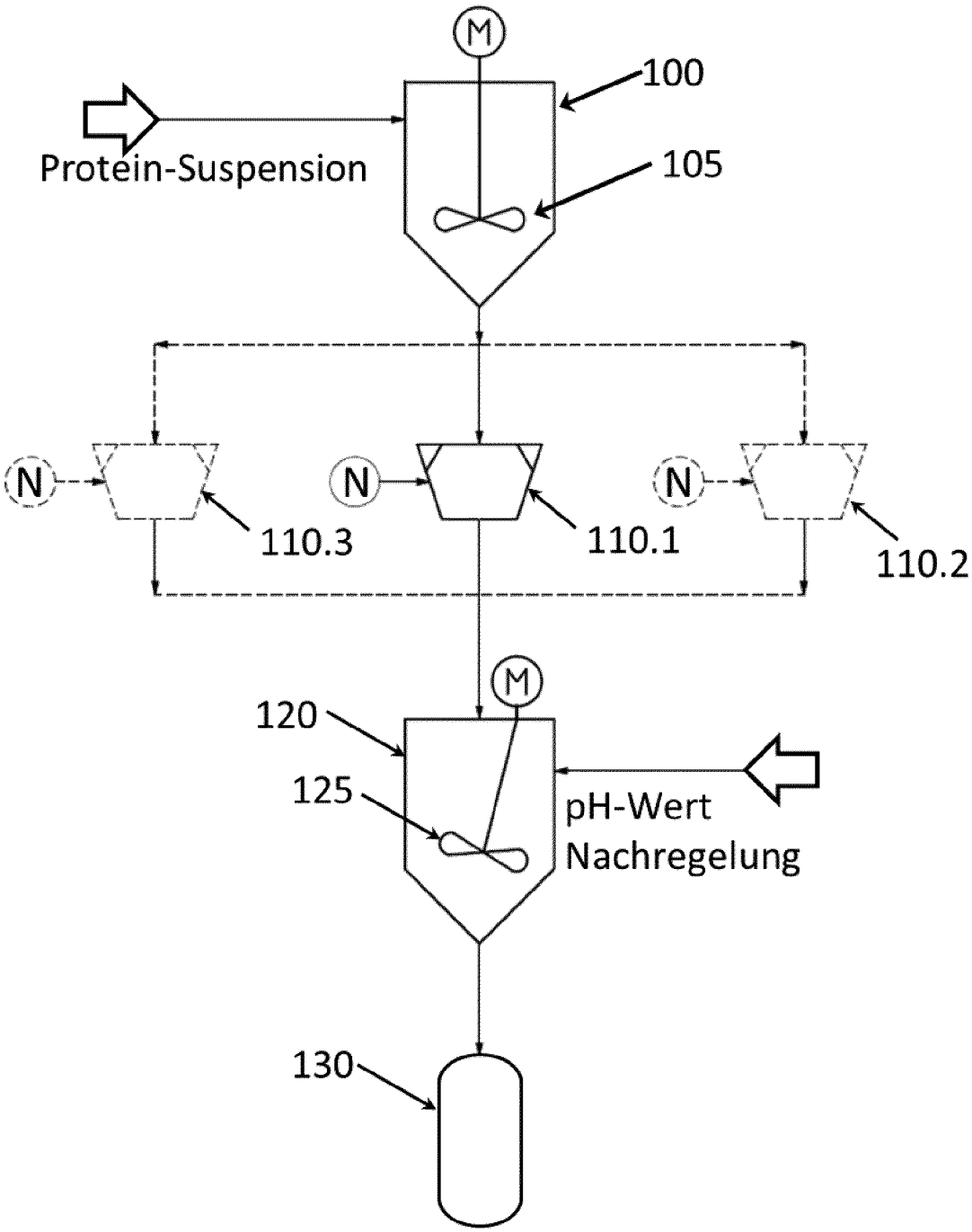

M
100
Protein-Suspension
105
N
N
N
110.3
110.1
110.2
M
120
125
pH-Wert
Nachregelung
130

Fig. 3

Mahl-verfahren	Probe Nr.	Beschreibung	Stärke-Gehalt		Verhältnis	Partikelgrößenverteilung		
			total	gebunden	geb./frei	d-10	d-50	d-90
			mg/g	mg/g	%	µm	µm	µm
Trocken-Mahlung	18009-4	Erbsenmehl (>85% / < 400 µm) (trocken Vermahlen)	451	65	14,4	16	127	1247
	18009-5.2	Erbsenmehl (>85% / < 200 µm) (trocken Vermahlen)	492	22	4,6	12	40	229
Nass-Mahlung	V4 - AL	Erbse (ganze) - **1. Stufe** Nassvermahlung (Kammerwerkzeug / Spalt: 2,3 mm)	118	30	25,1	20	375	1278
	V5 - AL	Erbse (ganze) - **2. Stufe** Nassvermahlung (Kammerwerkzeug / Spalt: 0,6 mm)	123	10	8,1	17	315	726
Hybrid-Mahlung	V6 - AL	Erbsenmehl (1.100 µm) Kammerwerkzeug / Spalt: 0,2 mm	127	14	11,3	14	153	694
	V9 - AL	Erbsenmehl (>85% / < 400 µm) Kammerwerkzeug / Spalt: 0,2 mm	124	7	5,3	19	113	564
	VS1 - AL	Erbsenmehl (>85% / < 400 µm) Düsenwerkzeug / Spalt: 0,4 mm	131	15	11,5	10	103	579

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2019/053553

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A23J 1/14(2006.01)i; *B01F 7/00*(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A23J; B01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, FSTA

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	AT 326470 B (GRAIN PROCESSING CORP [US]) 10 December 1975 (1975-12-10) page 2, line 1 - line 52	1-11, 20 12-19
X A	DE 2504249 A1 (KOHLHEB ROBERT DIPL ING) 05 August 1976 (1976-08-05) claims 1-3; examples 1,2	20 1-19
X A	GB 1421623 A (GRAIN PROCESSING CORP) 21 January 1976 (1976-01-21) example II	20 1-19
A	US 3689287 A (MITCHELL JACK H JR) 05 September 1972 (1972-09-05) page 1, right column, line 29 - line 34	1-20
A	US 2785155 A (LOUIS ANSON MORTIMER ET AL) 12 March 1957 (1957-03-12) column 4, line 14 - line 23	1-20
A	WO 03101573 A2 (NEUMUELLER WALDEMAR [DE]) 11 December 2003 (2003-12-11) example 1	1-20
A	US 4060203 A (EDWARDS RONALD ALEXANDER NIXON ET AL) 29 November 1977 (1977-11-29) column 2, line 60 - line 63; claims; figure	1-20

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
15 April 2019	**02 May 2019**

Name and mailing address of the ISA/EP	Authorized officer
European Patent Office **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands** Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	**Koch, Jürgen** Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2019/053553

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
AT	326470	B	10 December 1975	NONE			
DE	2504249	A1	05 August 1976	NONE			
GB	1421623	A	21 January 1976	NONE			
US	3689287	A	05 September 1972	NONE			
US	2785155	A	12 March 1957	NONE			
WO	03101573	A2	11 December 2003	AT	383081	T	15 January 2008
				AU	2003232741	A1	19 December 2003
				DE	10224257	A1	18 December 2003
				EP	1565066	A2	24 August 2005
				US	2005176936	A1	11 August 2005
				WO	03101573	A2	11 December 2003
US	4060203	A	29 November 1977	NONE			

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/053553

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. A23J1/14
ADD. B01F7/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
A23J B01F

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, FSTA

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	AT 326 470 B (GRAIN PROCESSING CORP [US]) 10. Dezember 1975 (1975-12-10)	1-11,20
A	Seite 2, Zeile 1 - Zeile 52	12-19

X	DE 25 04 249 A1 (KOHLHEB ROBERT DIPL ING) 5. August 1976 (1976-08-05)	20
A	Ansprüche 1-3; Beispiele 1,2	1-19

X	GB 1 421 623 A (GRAIN PROCESSING CORP) 21. Januar 1976 (1976-01-21)	20
A	Beispiel II	1-19

A	US 3 689 287 A (MITCHELL JACK H JR) 5. September 1972 (1972-09-05) Seite 1, rechte Spalte, Zeile 29 - Zeile 34	1-20

	-/--	

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
15. April 2019	02/05/2019

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Koch, Jürgen

2

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/053553

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2 785 155 A (LOUIS ANSON MORTIMER ET AL) 12. März 1957 (1957-03-12) Spalte 4, Zeile 14 - Zeile 23	1-20
A	WO 03/101573 A2 (NEUMUELLER WALDEMAR [DE]) 11. Dezember 2003 (2003-12-11) Beispiel 1	1-20
A	US 4 060 203 A (EDWARDS RONALD ALEXANDER NIXON ET AL) 29. November 1977 (1977-11-29) Spalte 2, Zeile 60 - Zeile 63; Ansprüche; Abbildung	1-20

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/053553

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
AT 326470 B	10-12-1975	KEINE	
DE 2504249 A1	05-08-1976	KEINE	
GB 1421623 A	21-01-1976	KEINE	
US 3689287 A	05-09-1972	KEINE	
US 2785155 A	12-03-1957	KEINE	
WO 03101573 A2	11-12-2003	AT 383081 T	15-01-2008
		AU 2003232741 A1	19-12-2003
		DE 10224257 A1	18-12-2003
		EP 1565066 A2	24-08-2005
		US 2005176936 A1	11-08-2005
		WO 03101573 A2	11-12-2003
US 4060203 A	29-11-1977	KEINE	