



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.04.2020 Patentblatt 2020/14

(51) Int Cl.:
B07B 1/15 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19197319.7**

(22) Anmeldetag: **13.09.2019**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Günther Holding GmbH & Co. KG**
36367 Wartenberg (DE)

(72) Erfinder: **Günther, Bernhard**
36367 Wartenberg (DE)

(74) Vertreter: **SSM Sandmair**
Patentanwälte Rechtsanwalt
Partnerschaft mbB
Joseph-Wild-Straße 20
81829 München (DE)

(30) Priorität: **14.09.2018 DE 102018122601**

(54) **SIEBSTERN FÜR EINE SIEBVORRICHTUNG**

(57) Siebsterne für eine Siebvorrichtung, der Siebsterne umfassend:

1.1 eine Nabe (2) zur drehbeweglichen Anordnung des Siebsterne (1) auf einer drehbaren Welle (20) und
1.2 elastisch nachgiebige Finger (5a-m), vorzugsweise aus Kunststoff, die in Umfangsrichtung um eine Drehachse (D) des Siebsterne (1) verteilt von der Nabe (2) nach radial außen vorragen und sich in Umfangsrichtung (T) jeweils von einem Fußbereich (6) ausgehend bis zu einem in Drehrichtung nachlaufenden freien Ende (7),

vorzugsweise sichelförmig, erstrecken, 1.3 wobei die Finger (5a-m) jeweils eine linke Stirnfläche (12) und eine rechte Stirnfläche (13) und die Stirnflächen (12, 13) zu einer zentralen Querschnittsebene (Q) des Siebsterne (1) jeweils eine Neigung (a) aufweisen, so dass die Stirnflächen (12, 13) in Richtung (L) auf das freie Ende (7) des jeweiligen Fingers (5a-m) aufeinander zulaufen und sich die Finger (a-m) an beiden Stirnseiten des Siebsterne in Richtung (1) auf das freie Ende (7) des jeweiligen Fingers (5a-m) verjüngen.

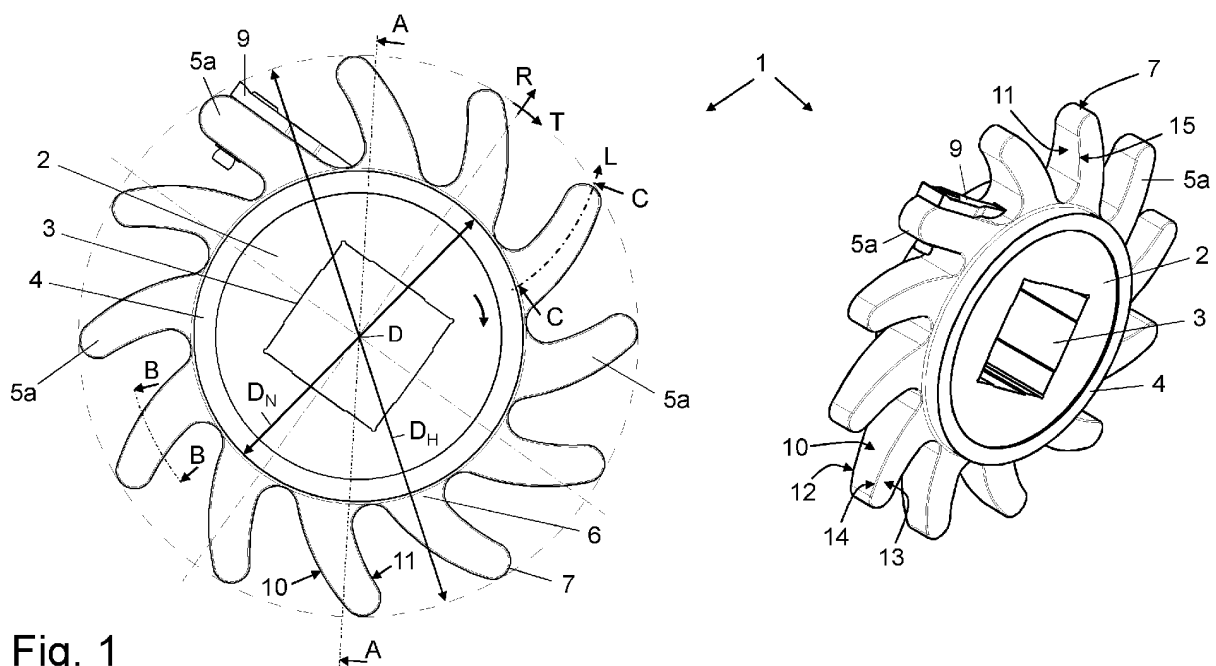


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Siebsterne für eine Siebvorrichtung zum Sieben eines Siebguts. Die Erfindung betrifft auch eine Siebvorrichtung mit mehreren nebeneinander drehbar angeordneten Wellen, auf denen axial nebeneinander erfindungsgemäße Siebsterne so angeordnet sind, dass die Siebsterne benachbarter Wellen kammartig ineinandergreifen. Bei dem Siebgut kann es sich um Schüttgüter, insbesondere erdhaltige Gemische, wie etwa mit Erde behaftete Feldfrüchte, Kompost, Rindenmulch, Torf und dergleichen oder beispielsweise auch um Bauschutt, handeln.

[0002] Siebsterne und Siebvorrichtungen, sogenannte Sternsiebe, wie die Erfindung sie unter anderem betrifft, sind aus der EP 1 088 599 B1 und der EP 2 666 549 B1 bekannt. Diese Siebvorrichtungen und Siebsterne haben sich zum Sieben der genannten Siebgüter bewährt. Bei Siebvorrichtungen dieser Art setzen sich allerdings bindige Bestandteile des Siebguts, wie etwa lehmhaltige und feuchte Erde, zunächst an den Rückseiten und in den Fußbereichen der sichelförmigen Finger fest und überziehen von diesen Zwischenräumen ausgehend auch die einander zugewandten, seitlichen Stirnflächen der Siebsterne. Es kommt zur sogenannten Scheibenbildung. Darunter leidet die Siebwirkung, und die aufzubringende Antriebsleistung steigt. Der elektrische Antrieb zieht mehr Leistung. Es kann schließlich zu Verstopfungen der Siebvorrichtung und zu einer Überlastabschaltung des Antriebs kommen.

[0003] Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, dem Anhaften von Siebgutbestandteilen am Siebsterne und dadurch einer Scheibenbildung entgegen zu wirken.

[0004] Die Erfindung hat dementsprechend einen Siebsterne für eine Siebvorrichtung zum Gegenstand, der eine Nabe zur Anordnung des Siebsterns auf oder an einer drehbaren Welle und mehrere elastisch nachgiebige Finger umfasst, die in Umfangsrichtung um eine Drehachse des Siebsterns verteilt von der Nabe nach radial außen vorragen. Der jeweilige Finger erstreckt sich radial und vorzugsweise auch in Umfangsrichtung, beispielsweise sichelförmig, bis zu einem in Drehrichtung nachlaufenden freien Ende. Die Finger können aus Gummi oder insbesondere einem elastomeren Kunststoff, wie etwa einem Polyurethan(PU)-Kunststoff, bestehen. Im Gummi oder Polymer können Verstärkungspartikel, beispielsweise Verstärkungsfasern oder auch größere Verstärkungsstrukturen, grundsätzlich auch andere Partikel zur Erzielung bestimmter Werkstoffeigenschaften, enthalten sein. Der Siebsterne ist eine Montageeinheit, d.h. als Einheit montierbar. Nabe und Finger sind gemeinsam als Einheit geformt, d.h. nicht aus mehreren Teilen gefertigt.

[0005] Nach der Erfindung verjüngen sich die Finger jeweils vom Fußbereich in Richtung auf das freie Ende und/oder in kreiszylindrischen, zur Drehachse konzentrischen Schnitten in Umfangsrichtung. Bei Verjüngung in Richtung auf das freie Ende verjüngen sich die Finger

an beiden Stirnseiten in Fingerlängsrichtung. Dies bedeutet, dass sich die Finger an beiden Stirnseiten in Bezug auf eine zentrale Querschnittsebene des Siebsterns verjüngen, die Stirnflächen der Finger also zumindest abschnittsweise, vorzugsweise über den überwiegenden Teil ihrer Länge und besonders bevorzugt vom Fußbereich bis zum jeweiligen freien Ende, d.h. über die gesamte Länge des jeweiligen Fingers, zur zentralen Querschnittsebene geneigt sind. Wenn im Folgenden davon die Rede ist, dass sich die Finger in Längsrichtung verjüngen, wird dieser Sachverhalt in verkürzter Form ausgedrückt. Eine Verjüngung in Umfangsrichtung kann zwar grundsätzlich an nur einer Stirnseite des Siebsterns verwirklicht sein, in bevorzugten Ausführungen verjüngen sich die Finger in Umfangsrichtung jedoch an beiden Stirnseiten.

[0006] Der erste Aspekt, eine beidseitige Verjüngung in Längsrichtung des jeweiligen Fingers, bewirkt, dass die miteinander kämmenden Siebsterne benachbarter Wellen keine paarweisen Siebspalte mit axial einander zugewandten, parallelen Stirnflächen mehr bilden, wodurch bei herkömmlichen Siebvorrichtungen die Scheibenbildung begünstigt wird. Die benachbarten Siebsterne, die jeweils einen seitlichen Siebspalt miteinander bilden, kommen sich über den seitlichen Siebspalt nur noch längs einer Linie oder eines schmalen Streifens und nicht mehr vollflächig am nächsten. Der Raum seitlich zwischen den axial benachbarten Siebsternen verbreitert sich von einem engsten, linien- oder allenfalls streifenförmigen Siebspalt in Umfangsrichtung. Die von benachbarten Siebsternen axial, d.h. seitlich, auf das Siebgut ausgeübten Presskräfte nehmen vom linienhaften Siebspalt ausgehend in Umfangsrichtung der Siebsterne ab. Es kommt an den einander zugewandten Stirnseiten der Siebsterne nicht mehr oder weit weniger zu einem flächigen Verreiben oder Zerreiben bindiger oder anderer Bestandteile des Siebguts.

[0007] Der zweite Aspekt, eine Verjüngung in Umfangsrichtung, hat zur Folge, dass die miteinander kämmenden Siebsterne benachbarter Wellen sich im Bereich ihrer axial einander zugewandten Stirnseiten nur linienförmig oder im Bereich eines schmalen Streifens, aber nicht mehr vollflächig am nächsten kommen. Dies gilt, wenn die Finger jeweils nur eine Verjüngung in Umfangsrichtung aufweisen. Sind die Finger hingegen sowohl in Längsrichtung der Finger als auch in Umfangsrichtung verjüngt, bilden sich nur noch punktförmige Engstellen, d.h. der Raum seitlich zwischen den axial benachbarten Siebsternen verbreitert sich von einem oder gegebenenfalls zwei punktförmigen Engstelle(n) in Umfangsrichtung. Die von benachbarten Siebsternen axial auf das Siebgut ausgeübten Presskräfte nehmen von der oder den punktförmigen Engstelle(n) ausgehend ab. Dem Anhaften bindiger Siebgutbestandteile und somit einer Scheibenbildung wird bei Überlagerung beider Arten der Verjüngung noch wirksamer entgegengewirkt.

[0008] Bei Verjüngung längs der Finger sind die Finger so gestaltet, dass sie sich in Fingerlängsrichtung nach

radial außen fortschreitend an beiden Stirnseiten des Siebsterns verjüngen. Dem Anhaften bindigen Siebguts wird somit an beiden Stirnseiten entgegengewirkt, beispielsweise auch dann, wenn ein erfindungsgemäß verjüngter Siebstern an einer oder gegebenenfalls auch an beiden Stirnseiten jeweils mit einem einfach scheibenförmigen Siebstern zusammenwirkt. In vorteilhaften Ausführungen verjüngen sich die Finger von ihren Fußbereichen ausgehend in Fingerlängsrichtung in jedem Längsabschnitt des Fingers. In Modifikationen können sie sich aber auch nur in einem um die Drehachse erstreckten Kreisring in Fingerlängsrichtung verjüngen, dann bevorzugt unmittelbar vom Fußbereich ausgehend und/oder bis zu einem Hüllkreis des Siebsterns.

[0009] Ist der zweite Aspekt verwirklicht, verjüngen sich die Finger zweckmäßigerweise an beiden Stirnseiten des Siebsterns in Umfangsrichtung. Die Finger können hierbei in Bezug auf die Drehrichtung in Richtung auf die Vorderseite und/oder in Richtung auf die Rückseite des jeweiligen Fingers verjüngt sein. Eine Verjüngung in Umfangsrichtung kann über die gesamte Länge des jeweiligen Fingers, also in allen kreiszylindrischen Schnitten der Finger, verwirklicht sein. Die Verjüngung in Umfangsrichtung kann aber stattdessen auch nur in einem das freie Ende umfassenden radial äußeren Endbereich oder nur im Fußbereich verwirklicht sein. Die Finger können von der Vorderseite bis zur Rückseite des jeweiligen Fingers oder wenigstens über den überwiegenden Teil ihrer im jeweiligen Schnitt gemessenen Umfangserstreckung in Umfangsrichtung verjüngt sein.

[0010] Die Verjüngung in Fingerlängsrichtung und/oder die Verjüngung in Umfangsrichtung kann oder können jeweils in Bezug auf eine axial zentrale Querschnittsebene des Siebsterns zwar grundsätzlich asymmetrisch gestaltet sein, bevorzugt erfolgt die Verjüngung längs der Finger und/oder die Verjüngung gegen die Drehrichtung jedoch symmetrisch zur zentralen Querschnittsebene.

[0011] Die Finger verjüngen sich in Fingerlängsrichtung in ersten Varianten mit konstantem Neigungswinkel zu einer radialen Querschnittebene, in bevorzugten Ausführungen über die gesamte Erstreckung der Finger. Die Stirnflächen bilden im sich verjüngenden Bereich dementsprechend jeweils eine Konusfläche. Entsprechend sind die seitlichen Siebspalte, d.h. die seitlichen Engstellen, einer mit beidseits konischen Siebsternen bestückten Siebvorrichtung gerade.

[0012] Der Neigungswinkel kann stattdessen aber auch in anderen Varianten längs der Finger variieren. So kann der auf eine radiale Querschnittebene gemessene Neigungswinkel in zweiten Varianten an einer oder vorteilhafterweise an beiden Stirnseiten in Längsrichtung des jeweiligen Fingers zum freien Ende hin zunehmen, so dass die Finger an der betreffenden Stirnseite konvex geformt sind. Sind nebeneinander angeordnete Wellen einer Siebvorrichtung mit Siebsternen bestückt, die an beiden Stirnseiten jeweils konvexe, vorzugsweise nach

außen rund gewölbte Stirnflächen aufweisen, wird im Raum seitlich zwischen miteinander kämmenden Siebsternen jeweils eine punktförmige Engstelle erhalten. In der Draufsicht auf ein derartiges Sternsieb verbreitern sich die seitlichen Siebspalten von der punktförmigen Engstelle aus. In dritten Varianten kann der Neigungswinkel an einer oder vorteilhafterweise an beiden Stirnseiten in Längsrichtung des jeweiligen Fingers nach außen abnehmen, so dass die Finger an der betreffenden Stirnseite konkav geformt sind. In einer Siebvorrichtung können Siebsterne mit beidseits konvexer Stirnseite und Siebsterne mit beidseits konkaver Stirnseite in axial alternierender Folge ineinandergreifen. In solch einer Siebvorrichtung können erste Wellen beispielsweise Siebsterne mit jeweils konvexen Stirnseiten und zweite Wellen Siebsterne mit jeweils konkaven Stirnseiten aufweisen und die ersten Wellen und die zweiten Wellen alternierend nebeneinander angeordnet sein. Die seitlichen Siebspalte sind in solch einer Siebvorrichtung nicht mehr gerade, so dass langgestreckt schlanke Siebgutpartikel quasi nur in Richtung ihrer Längserstreckung durch die seitlichen Siebspalte fallen können.

[0013] Die Finger des Siebsterns weisen jeweils an ihrer Vorderseite eine in Drehrichtung weisende vordere Oberfläche, an ihrer Rückseite eine gegen die Drehrichtung weisende rückwärtige Oberfläche, eine linke Stirnfläche, eine rechte Stirnfläche sowie vordere und hintere Übergänge auf. Die vorderen Übergänge, nämlich ein linker Übergang und ein rechter Übergang, verbinden die beiden Stirnflächen mit der vorderen Oberfläche. Die hinteren Übergänge, nämlich ein linker Übergang und ein rechter Übergang, verbinden die beiden Stirnflächen mit der rückwärtigen Oberfläche.

[0014] Nach einem dritten Aspekt der Erfindung sind die vorderen Übergänge und/oder die rückwärtigen Übergänge jeweils unter einem Krümmungsradius von wenigstens 1,5 mm oder wenigstens 2 mm gekrümmt. Üblicherweise sind die Übergänge kantenförmig mit jeweils einem deutlich kleineren Krümmungsradius von weniger als 1 mm. Durch die erfindungsgemäß weich gerundeten Übergänge wird dem Anhaften bindiger Siebgutbestandteile ebenfalls entgegengewirkt. Besonders vorteilhaft sind weich gerundete rückwärtige Übergänge, da die Anhaftung von Siebgutmaterial zumeist an den rückwärtigen Oberflächen der Finger beginnt und von dort nach radial außen und auch axial zu den Seiten fortschreitet. Kantige, nahezu rechtwinkelige Übergänge begünstigen die Scheibenbildung, wohingegen das Siebgut im Bereich der weich gerundeten Übergänge vom benachbarten Siebstern eher mitgerissen wird.

[0015] Die Finger können jeweils an ihrer in Drehrichtung weisenden Vorderseite und/oder an ihrer gegen die Drehrichtung weisenden Rückseite in Bezug auf die Achsrichtung konvex geformt sein, beispielsweise in Bezug auf die Achsrichtung nach außen rund vorgewölbt oder pfeilförmig sein. Dies bedeutet, dass die vordere Oberfläche und/oder die rückwärtige Oberfläche des jeweiligen Fingers in den kreiszylindrischen, zur Drehach-

se konzentrischen Schnitten konvex ist oder sind, die vordere Oberfläche also in Drehrichtung und/oder die rückwärtige Oberfläche gegen die Drehrichtung konvex ist oder jeweils sind. Weist eine der beiden Oberflächen eine Pfeilform auf, so gehen die beiden pfeilförmig aufeinander zulaufenden Flachseiten vorteilhafterweise im axial zentralen Oberflächenbereich unter einem Krümmungsradius von wenigstens 1,5 mm oder wenigstens 2 mm rundgebogen ineinander über.

[0016] Dem Anhaften von Siebgutbestandteilen wirkt jeder der drei Aspekte, die Verjüngung in Längsrichtung der Finger, die Verjüngung in Umfangsrichtung und die weich gerundeten vorderen und/oder rückwärtigen Übergänge, entgegen. Jede Zweierkombination dieser drei Aspekte verringert das Risiko des Anhaftens weiter. Besonders vorteilhaft sind alle drei Aspekte zugleich verwirklicht.

[0017] In vorteilhaften Ausführungen laufen die Finger an ihren freien Enden nicht spitz aus, sondern weisen dort eine axial gemessene Endenbreite B_E von mehr als 5 mm oder mehr als 7 mm auf. Bevorzugt liegt die Endenbreite B_E im Bereich von 15 ± 10 mm. Bei Verjüngung in Fingerlängsrichtung und/oder Verjüngung in Umfangsrichtung können die Finger jeweils im Bereich des freien Endes axial am schmalsten sein.

[0018] Die Finger können im Fußbereich eine axial gemessene Fußbreite B_F von mehr als 12 mm oder mehr als 15 mm aufweisen. Eine Fußbreite B_F aus dem Bereich von 26 ± 14 mm wird bevorzugt. Bei Verjüngung in Fingerlängsrichtung und/oder Verjüngung in Umfangsrichtung kann das Verhältnis von Fußbreite zu Endenbreite, B_F / B_E , beispielsweise 1.5 oder größer sein, liegt in vorteilhaften Ausführungen aber höchstens bei 2.5 oder bevorzugt darunter.

[0019] Die Spaltweite der seitlichen Siebspalte kann insbesondere durch einen axialen Überstand der Nabe über den Fußbereich der Finger bestimmt werden. So kann die Nabe einen um die Drehachse umlaufenden Bund aufweisen, der um den axialen Überstand über den Fingerfußbereich vorragt. Zweckmäßigerweise ist ein derartiger Bund an beiden Stirnseiten vorhanden. Der Überstand des jeweiligen Bunds beträgt in vorteilhaften Ausführungen mehr als 0,5 mm oder wenigstens 1 mm, bevorzugt ist der Überstand aus dem Bereich von 7 ± 6 mm oder 7 ± 3 mm gewählt.

[0020] Auch in den nachstehend formulierten Aspekten werden Merkmale der Erfindung beschrieben. Die Aspekte sind in der Art von Ansprüchen formuliert und können diese ersetzen. In den Aspekten offenbarte Merkmale können die Ansprüche ferner ergänzen und/oder relativieren, Alternativen zu einzelnen Merkmalen aufzeigen und/oder Anspruchsmerkmale erweitern. In Klammern gesetzte Bezugszeichen beziehen sich auf nachfolgend in Figuren illustrierte Ausführungsbeispiele der Erfindung. Sie schränken die in den Aspekten beschriebenen Merkmale nicht unter den Wortsinn als solchen ein, zeigen andererseits jedoch bevorzugte Möglichkeiten der Verwirklichung des jeweiligen Merkmals.

[0021] Auch in den nachstehend formulierten Aspekten werden Merkmale der Erfindung beschrieben. Die Aspekte sind in der Art von Ansprüchen formuliert und können diese ersetzen. In den Aspekten offenbarte Merkmale können die Ansprüche ferner ergänzen und/oder relativieren, Alternativen zu einzelnen Merkmalen aufzeigen und/oder Anspruchsmerkmale erweitern. In Klammern gesetzte Bezugszeichen beziehen sich auf nachfolgend in Figuren illustrierte Ausführungsbeispiele der Erfindung. Sie schränken die in den Aspekten beschriebenen Merkmale nicht unter den Wortsinn als solchen ein, zeigen andererseits jedoch bevorzugte Möglichkeiten der Verwirklichung des jeweiligen Merkmals auf.

Aspekt 1# Siebsterne für eine Siebvorrichtung, der Siebsterne umfassend:

1.1 eine Nabe (2) zur drehunbeweglichen Anordnung des Siebsterne (1) auf einer drehbaren Welle (20) und

1.2 elastisch nachgiebige Finger (5a-m), vorzugsweise aus Kunststoff, die in Umfangsrichtung um eine Drehachse (D) des Siebsterne (1) verteilt von der Nabe (2) nach radial außen vorragen und sich in Umfangsrichtung (T) jeweils von einem Fußbereich (6) ausgehend bis zu einem in Drehrichtung nachlaufenden freien Ende (7), vorzugsweise sichelförmig, erstrecken, 1.3 wobei sich die Finger (5a-m) an beiden Stirnseiten (12, 13) des Siebsterne (1) in Richtung (L) auf das freie Ende (7) des jeweiligen Fingers (5a-m) verjüngen.

Aspekt 2# Siebsterne für eine Siebvorrichtung, der Siebsterne umfassend:

2.1 eine Nabe (2) zur drehunbeweglichen Anordnung des Siebsterne (1) auf einer drehbaren Welle (20) und

2.2 elastisch nachgiebige Finger (5h-m), vorzugsweise aus Kunststoff, die in Umfangsrichtung (T) um eine Drehachse (D) des Siebsterne (1) verteilt jeweils von der Nabe (2) nach radial außen vorragen und sich in Umfangsrichtung (T) vorzugsweise sichelförmig bis jeweils zu einem in Drehrichtung nachlaufenden freien Ende (7) erstrecken,

2.3 wobei sich die Finger (5h-m) jeweils in kreiszylindrischen, zur Drehachse (D) konzentrischen Schnitten (A-A) in Umfangsrichtung verjüngen.

Aspekt 3# Siebsterne nach dem vorhergehenden Aspekt, wobei sich die Finger (5h-m) in den kreiszylindrischen Schnitten (A-A) in Richtung auf eine in Drehrichtung (T) nachlaufende Rückseite (11) und/oder eine in Drehrichtung vorlaufende Vorder-

seite (10) des jeweiligen Fingers (5h-m) verjüngen. Aspekt 4# Siebsterne nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Finger (5a-m) jeweils eine in Drehrichtung (T) weisende vordere Oberfläche (10), eine gegen die Drehrichtung weisende rückwärtige Oberfläche (11), eine äußere linke Stirnfläche (12), eine äußere rechte Stirnfläche (13), vordere Übergänge (14), die die Stirnflächen (12, 13) mit der vorderen Oberfläche (10) verbinden, und rückwärtige Übergänge (15), die die Stirnflächen (12, 13) mit der rückwärtigen Oberfläche (11) verbinden, aufweist und die vorderen Übergänge (14) und/oder die rückwärtigen Übergänge (15) jeweils unter einem Krümmungsradius von wenigstens 1,5 mm oder wenigstens 2 mm gekrümmt sind.

Aspekt 5# Siebsterne für eine Siebvorrichtung, der Siebsterne umfassend:

5.1 eine Nabe (2) zur drehunbeweglichen Anordnung des Siebsterne (1) auf einer drehbaren Welle (20) und

5.2 elastisch nachgiebige Finger (5a-m), vorzugsweise aus Kunststoff, die in Umfangsrichtung (T) um eine Drehachse (D) des Siebsterne (1) verteilt jeweils von der Nabe (2) nach radial außen vorragen und sich in Umfangsrichtung (T) vorzugsweise sichelförmig bis jeweils zu einem in Drehrichtung nachlaufenden freien Ende (7) erstrecken,

5.3 wobei die Finger (5a-n) jeweils eine in Drehrichtung weisende vordere Oberfläche (10), eine gegen die Drehrichtung weisende rückwärtige Oberfläche (11), eine äußere linke Stirnfläche (12), eine äußere rechte Stirnfläche (13), vordere Übergänge (14), die die Stirnflächen (12, 13) mit der vorderen Oberfläche (10) verbinden, und rückwärtige Übergänge (15), die die Stirnflächen (12, 13) mit der rückwärtigen Oberfläche (11) verbinden, aufweist, und

5.4 wobei die vorderen Übergänge (14) und/oder die rückwärtigen Übergänge (15) jeweils unter einem Krümmungsradius von wenigstens 1,5 mm oder wenigstens 2 mm gekrümmt sind.

Aspekt 6# Siebsterne nach Aspekt 1 oder Aspekt 5, wobei sich die Finger (5h-m) jeweils in kreiszylindrischen, zur Drehachse (D) konzentrischen Schnitten (B-B) in Umfangsrichtung (T) verjüngen.

Aspekt 7# Siebsterne nach einem der Aspekte 2, 3 und 5, wobei sich die Finger (5a-m) an beiden Stirnseiten (12, 13) des Siebsterne (1) in Richtung (L) auf das freie Ende (7) des jeweiligen Fingers (5a-m) verjüngen.

Aspekt 8# Siebsterne nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei sich die Finger (5am) jeweils über zumindest einen überwiegenden Teil ihrer vom Fußbereich (6) bis zum freien Ende (7) gemessenen

Länge an beiden Stirnseiten verjüngen.

Aspekt 9# Siebsterne nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei sich die Finger (5am) jeweils über zumindest einen überwiegenden Teil ihrer vom Fußbereich (6) bis zum freien Ende (7) gemessenen Länge an beiden Stirnseiten stetig differenzierbar verjüngen.

Aspekt 10# Siebsterne nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei sich die Finger (5am) in einer axialen Sicht auf eine Stirnseite (12, 13) des Siebsterne (1) in Richtung (L) auf die freien Enden (7) jeweils verjüngen.

Aspekt 11# Siebsterne nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei sich die Finger (5am) an beiden Stirnseiten (12, 13) des Siebsterne (1) in radialer Richtung (R) nach außen fortschreitend verjüngen.

Aspekt 12# Siebsterne nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei sich die Finger (5am) an beiden Stirnseiten (12, 13) des Siebsterne (1) in Richtung (L) auf das freie Ende (7) des jeweiligen Fingers (5a-m) nach außen fortschreitend in Bezug auf eine Querschnittsebene (Q) des Siebsterne (1) symmetrisch verjüngen.

Aspekt 13# Siebsterne nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei sich die Finger (5am) an beiden Stirnseiten (12, 13) des Siebsterne (1) in Richtung (L) auf das freie Ende (7) des jeweiligen Fingers (5a-m) nach außen fortschreitend knickfrei verjüngen.

Aspekt 14# Siebsterne nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei sich die Finger (5a; 5h) an beiden Stirnseiten (12, 13) des Siebsterne (1) in Richtung (L) auf das freie Ende (7) des jeweiligen Fingers (5a; 5h) mit konstantem Neigungswinkel (a) nach außen fortschreitend konisch verjüngen.

Aspekt 15# Siebsterne nach einem der Aspekte 1 bis 13, wobei sich die Finger (5b) an beiden Stirnseiten (12, 13) des Siebsterne (1) in Richtung (L) auf das freie Ende (7) des jeweiligen Fingers (5b) mit einem variierenden Neigungswinkel (a) nach außen fortschreitend verjüngen, so dass die beiden Stirnseiten (12, 13) konvex, vorzugsweise nach außen rund gewölbt, sind.

Aspekt 16# Siebsterne nach einem der Aspekte 1 bis 13, wobei sich die Finger (5c) an beiden Stirnseiten (12, 13) des Siebsterne (1) in Richtung (L) auf das freie Ende (7) des jeweiligen Fingers (5c) mit einem variierenden Neigungswinkel (a) nach außen fortschreitend verjüngen, so dass die beiden Stirnseiten konkav, vorzugsweise nach innen rund gewölbt, sind.

Aspekt 17# Siebsterne nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Finger (5h-m) in kreiszylindrischen, zur Drehachse (D) konzentrischen Schnitten (B-B) jeweils eine in Drehrichtung (T) weisende Vorderseite (10), eine gegen die Drehrichtung weisende Rückseite (11), eine linke Stirnfläche (12) und eine rechte Stirnfläche (13) aufweisen und die Stirnflächen (12, 13) in Umfangsrichtung (T) über wenig-

tens den überwiegenden Teil ihrer Umfangserstreckung aufeinander zu laufen, so dass sich die Finger (5h-m) in den kreiszylindrischen Schnitten (B-B) jeweils in Umfangsrichtung (T) verjüngen.

Aspekt 18# Siebsterne nach dem vorhergehenden Aspekt, wobei sich die Finger (5h-m) in den kreiszylindrischen Schnitten (B-B) zu einer Querschnittsebene (Q) des Siebsterne (1) symmetrisch in Umfangsrichtung (T) verjüngen.

Aspekt 19# Siebsterne nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Finger (5h; 5i) in kreiszylindrischen, zur Drehachse (D) konzentrischen Schnitten (B-B) jeweils zumindest im Wesentlichen ein gleichschenkliges Trapez mit einer in Drehrichtung (T) vorlaufenden langen Grundseite und einer in Drehrichtung nachlaufenden kurzen Grundseite bilden.

Aspekt 20# Siebsterne nach Aspekt 17 oder Aspekt 18, wobei die Finger (5j; 5k; 5l) in kreiszylindrischen, zur Drehachse (D) konzentrischen Schnitten (B-B) jeweils eine in Drehrichtung (T) weisende Vorderseite (10), eine gegen die Drehrichtung weisende Rückseite (11), eine linke Stirnfläche (12) und eine rechte Stirnfläche (13) aufweisen und die Stirnflächen (12, 13) in den kreiszylindrischen Schnitten (B-B) pfeilförmig aufeinander zulaufen.

Aspekt 21# Siebsterne nach einem der Aspekte 1 bis 16, wobei die Finger (5a; 5d) in kreiszylindrischen, zur Drehachse (D) konzentrischen Schnitten (B-B) zumindest im Wesentlichen rechteckig sind.

Aspekt 22# Siebsterne nach einem der Aspekte 1 bis 18, wobei die Finger (5m) in kreiszylindrischen, zur Drehachse (D) konzentrischen Schnitten (B-B) oval, beispielsweise kreisförmig oder ellipsenförmig langgestreckt, sind.

Aspekt 23# Siebsterne nach einem der Aspekte 1 bis 20, wobei die Finger (5e; 5f; 5k) in kreiszylindrischen, zur Drehachse (D) konzentrischen Schnitten (B-B) jeweils eine in Drehrichtung (T) weisende Vorderseite (10), eine gegen die Drehrichtung weisende Rückseite (11), eine linke Stirnfläche (12) und eine rechte Stirnfläche (13) aufweisen und in den kreiszylindrischen Schnitten (B-B) die Vorderseite (10) in Drehrichtung (T) und/oder die Rückseite (11) gegen die Drehrichtung (T) pfeilförmig ist oder sind.

Aspekt 24# Siebsterne nach dem vorhergehenden Aspekt, wobei die Vorderseite (10) und/oder die Rückseite (11) eine linke Flachseite und eine rechte Flachseite aufweist oder jeweils aufweisen und die Flachseiten pfeilförmig aufeinander zulaufen.

Aspekt 25# Siebsterne nach dem vorhergehenden Aspekt, wobei die Flachseiten plan oder rund nach außen gewölbt sind.

Aspekt 26# Siebsterne nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Finger (5a; 5e; 5g; 5i; 5m) in kreiszylindrischen, zur Drehachse (D) konzentrischen Schnitten (B-B) jeweils eine in Drehrichtung (T) weisende Vorderseite (10), eine gegen die Dreh-

richtung weisende Rückseite (11), eine linke Stirnfläche (12) und eine rechte Stirnfläche (13) aufweisen und in den kreiszylindrischen Schnitten (B-B) die Vorderseite (10) in Drehrichtung (T) und/oder die Rückseite (11) gegen die Drehrichtung (T) zumindest über den überwiegenden Teil der axialen Breite des jeweiligen Fingers rund nach außen gewölbt ist oder sind.

Aspekt 27# Siebsterne nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Finger (5a; 5e; 5f; 5g; 5i; 5k; 5m) jeweils eine in Drehrichtung (T) weisende Vorderseite (10), eine gegen die Drehrichtung weisende Rückseite (11), eine äußere linke Stirnfläche (12) und eine äußere rechte Stirnfläche (13) aufweisen und die Vorderseite (10) und/oder die Rückseite (11) konvex ist oder sind.

Aspekt 28# Siebsterne nach dem vorhergehenden Aspekt, wobei die Vorderseite (10) in Drehrichtung (T) und/oder die Rückseite (11) gegen die Drehrichtung nach außen rund gewölbt ist oder sind.

Aspekt 29# Siebsterne nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Nabe (2) und die in Richtung (L) auf die freien Enden (7) beidseitig und/oder in Umfangsrichtung (T) verjüngten Finger (5a-m) aus Kunststoff gemeinsam in einem Stück geformt sind.

Aspekt 30# Siebsterne nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Nabe (2) aus einem härteren Material als die Finger (5a-m), beispielsweise einem metallenen Werkstoff oder einem härteren Kunststoff- oder Gummimaterial, besteht.

Aspekt 31# Siebsterne nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Nabe (2) und die Finger (5a-m) jeweils aus Kunststoffmaterial geformt sind und das Kunststoffmaterial in einem zentralen Bereich der Nabe (2) eine höhere Shore-Härte als das Kunststoffmaterial im Fußbereich (6) der Finger (5a-m) hat.

Aspekt 32# Siebsterne nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Nabe (2) und die Finger (5a-m) jeweils aus Kunststoffmaterial geformt sind und das Kunststoffmaterial im Bereich der freien Enden (7) der Finger (5a-m) eine höhere Shore-Härte als das Kunststoffmaterial im Fußbereich (6) der Finger (5a-m) hat.

Aspekt 33# Siebsterne nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Nabe (2) und die Finger (5a-m) jeweils aus Kunststoffmaterial geformt sind und das Kunststoffmaterial im Bereich der freien Enden (7) der Finger (5a-m) mit einem Reibverschleiß mindernden Zuschlagstoff gefüllt ist.

Aspekt 34# Siebsterne nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Finger (5a-n) aus einem elastomeren Kunststoffmaterial oder Gummimaterial, das optional mit Verstärkungsmaterial gefüllt ist, bestehen.

Aspekt 35# Siebsterne nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Finger (5a-m) axial jeweils in einem Fußbereich (6) eine Breite B_F und am freien

Ende (7) eine Breite B_E aufweisen und B_F/B_E wenigstens 1.5 und höchstens 2.5, vorzugsweise 1.8 ± 0.2 , ist.

Aspekt 36# Siebsterne nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei der Siebsterne (1) axial eine größte Breite B_N im Bereich der Nabe (2) aufweist und die Finger (5a-m) axial eine größte Breite B_F jeweils im Fußbereich (6) aufweisen, wobei B_N/B_F wenigstens 1.5 und höchstens 2.5, vorzugsweise 1.8 ± 0.3 , ist.

Aspekt 37# Siebsterne nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei der Siebsterne (1) axial eine größte Breite B_N im Bereich der Nabe (2) aufweist und die Finger (5a-m) axial jeweils am freien Ende (7) eine Breite B_E aufweisen, wobei B_N/B_E wenigstens 2 und höchstens 4, vorzugsweise 3.2 ± 0.4 , ist.

Aspekt 38# Siebsterne nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei ein Flugkreis des Siebsterns (1) oder ein radial außen an die freien Enden der Finger (2) angelegter Hüllkreis einen Durchmesser (D_H) von wenigstens 150 mm und höchstens 300 mm, vorzugsweise 190 ± 40 mm, hat.

Aspekt 39# Siebsterne nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei ein Fingerfußkreis des Siebsterns (1) oder ein Außenumfang der Nabe (2) einen Durchmesser (D_N) von wenigstens 50 mm und höchstens 200 mm, vorzugsweise 100 ± 30 mm, hat.

Aspekt 40# Siebsterne nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Nabe (2) an den beiden Stirnseiten des Siebsterns (2) um die Drehachse (D) des Siebsterns (1) umlaufend jeweils einen Bund (4) aufweist, der axial um wenigstens 1 mm und höchstens 12 mm, vorzugsweise 7 ± 3 mm, über die Finger (5a-m) vorsteht.

Aspekt 41# Siebsterne nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Nabe (2) einen zentralen axialen Durchgang (3) mit einem nicht kreisrunden Querschnitt, vorzugsweise mit wenigstens einer flachen Seite, für eine drehunbewegliche Montage auf der Welle (20) aufweist.

Aspekt 42# Siebvorrichtung umfassend:

42.1 mehrere nebeneinander um jeweils eine Drehachse (D) drehbar angeordnete Wellen (20) und

42.2 pro Welle (20) mehrere axial nebeneinander angeordnete, mit der jeweiligen Welle (20) drehunbeweglich verbundene Siebsterne (1) jeweils nach einem der vorhergehenden Aspekte,

42.3 wobei die Siebsterne (1) benachbarter Wellen (20) kammartig ineinandergreifen, so dass die Stirnflächen (12, 13) axial benachbarter Siebsterne (1) seitliche Siebspalte (21) und die freien Enden (7) der Siebsterne (1) frontale Siebspalte (22) begrenzen.

Aspekt 43# Siebvorrichtung nach dem vorhergehenden

den Aspekt, wobei die seitlichen Siebspalte (21) orthogonal zu den einander zugewandten Stirnflächen (12, 13) axial benachbarter Siebsterne (1) jeweils eine seitliche Spaltweite (W_S) und die frontalen Siebspalte (12) jeweils eine radiale Spaltweite (W_R) aufweisen und die seitliche Spaltweite (W_S) kleiner als die radiale Spaltweite (W_R) ist.

Aspekt 44# Siebvorrichtung nach einem der zwei unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei die radiale Spaltweite (W_R) über die axiale Länge des jeweiligen frontalen Siebspalts (22) überall wenigstens 2 mm und höchstens 12 mm, vorzugsweise 6 ± 2 mm, beträgt.

Aspekt 45# Siebvorrichtung nach einem der drei unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei die seitliche Spaltweite (W_S) längs des jeweiligen seitlichen Siebspalts (21) überall wenigstens 1 mm und höchstens 10 mm, vorzugsweise 4 ± 2 mm, beträgt.

Aspekt 46# Siebvorrichtung nach einem der vier unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei sich die miteinander kämmenden Siebsterne (1) mit einander zugewandten Stirnflächen (12, 13) der Verjüngung entsprechend linienförmige Engstellen (E_L) oder punktförmige Engstellen (E_P) bilden und die seitliche Spaltweite (W_S) axial über die Engstelle (E_L ; E_P) gemessen wird.

Aspekt 47# Siebvorrichtung nach einem der fünf unmittelbar vorhergehenden Aspekte, umfassend eine Antriebseinrichtung für den Drehantrieb der Wellen (20), wobei die Antriebseinrichtung dazu eingerichtet ist, benachbarte Wellen (20) mit einer Drehzahldifferenz anzutreiben.

Aspekt 48# Siebvorrichtung nach einem der sechs unmittelbar vorhergehenden Aspekte, umfassend eine Antriebseinrichtung für den Drehantrieb der Wellen (20), wobei die Antriebseinrichtung dazu eingerichtet ist, benachbarte Wellen (20) wahlweise mit gleicher Drehzahl oder einer Drehzahldifferenz anzutreiben.

Aspekt 49# Siebvorrichtung nach einem der sieben unmittelbar vorhergehenden Aspekte, umfassend eine Antriebseinrichtung für den Drehantrieb der Wellen (20), wobei die Antriebseinrichtung dazu eingerichtet ist, die Drehzahl wenigstens einer der Wellen (20) im Betrieb der Vorrichtung relativ zur Drehzahl einer benachbarten Welle (20) zu variieren.

Aspekt 50# Siebsterne nach Aspekt 1 bis 18, wobei die Finger (5h-m) in kreiszylindrischen, zur Drehachse (D) konzentrischen Schnitten (B-B) jeweils über wenigstens den überwiegenden Teil ihrer Umfangserstreckung in Umfangsrichtung (T) verjüngen.

Aspekt 51# Siebsterne nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei sich die Finger (5h-m) in den kreiszylindrischen Schnitten (B-B) zu einer Querschnittsebene (Q) des Siebsterns (1) symmetrisch in Umfangsrichtung (T) verjüngen.

[0022] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der

Erfindung anhand von Figuren erläutert. An den Figuren offenbar werdende Merkmale bilden jeweils einzeln und auch in jeder, in sich nicht widersprüchlichen Merkmalskombinationen die Gegenstände der Ansprüche und auch die vorstehend beschriebenen Ausgestaltungen vorteilhaft weiter. Es zeigen:

- Figur 1 einen Siebsterne eines ersten Ausführungsbeispiels in einer axialen Sicht auf eine Stirnseite,
- Figur 2 den Siebsterne in einer perspektivischen Sicht,
- Figur 3 den Siebsterne im Schnitt A-A der Figur 1,
- Figur 4 den Schnitt B-B durch einen Finger des Siebsterne der Figur 1,
- Figur 5 den Siebsterne in einer radialen Sicht auf den äußeren Umfang,
- Figur 6 eine Siebvorrichtung mit Siebsterne in einem Schnitt,
- Figur 7 die Siebvorrichtung der Figur 6 in einer axialen Sicht,
- Figur 8 eine Draufsicht auf eine Siebfläche einer Siebvorrichtung mit Siebsterne eines zweiten Ausführungsbeispiels,
- Figur 9 eine Draufsicht auf eine Siebfläche einer Siebvorrichtung mit Siebsterne des zweiten und eines dritten Ausführungsbeispiels,
- Figur 10 alternative Formen des Querschnitts B-B der Finger von Siebsterne,
- Figur 11 einen Siebsterne eines vierten Ausführungsbeispiels in einer axialen Sicht auf eine Stirnseite,
- Figur 12 den Siebsterne der Figur 11 im Schnitt B-B,
- Figur 13 den Schnitt A-A durch einen Finger des Siebsterne der Figur 11,
- Figur 14 den Siebsterne der Figur 11 in einer perspektivischen Sicht,
- Figur 15 alternative Formen des Querschnitts B-B von in Umfangsrichtung verjüngten Fingern von Siebsterne,
- Figur 16 zusammenwirkende Siebsterne des ersten Ausführungsbeispiels mit linienförmiger Engstelle im seitlichen Siebspalt,
- Figur 17 zusammenwirkende Siebsterne des vierten Ausführungsbeispiels mit punktförmiger Engstelle im seitlichen Siebspalt, und
- Figur 18 die Siebsterne der Figur 17 in veränderter Drehposition.

[0023] Die Figuren 1 und 2 zeigen einen Siebsterne 1 eines ersten Ausführungsbeispiels in einer axialen Sicht auf eine Stirnseite und in einer perspektivischen Sicht. Der Siebsterne 1 weist eine Nabe 2 und mehrere über den Umfang der Nabe 2 verteilt angeordnete Finger 5a auf, die vom Außenumfang der Nabe 2 in radialer Richtung R von Fußbereichen 6 ausgehend nach außen vorragen und sich in Umfangsrichtung T und dabei gegen die Drehrichtung des Siebsterne 1 sichelförmig nach innen gebogen

gen bis jeweils zu einem freien Ende 7 erstrecken. Die in Figur 1 eingetragene Umfangsrichtung T ist die Drehrichtung des Siebsterne 1. In Bezug auf die Umfangs- und Drehrichtung T sind die freien Enden 7 nachlaufende Enden.

[0024] Von dem Begriff "Umfangsrichtung" werden die Dreh- und die Drehgegenrichtung gleichermaßen erfasst, während bei Verwendung des Begriffs "Drehrichtung" zwischen diesen beiden Umfangsrichtungen unterschieden werden soll.

[0025] Die Finger 5a sind elastisch biegsam und dadurch nachgiebig. Sie bestehen aus einem Kunststoffmaterial. Die Nabe 2 kann aus dem gleichen oder einem anderen, dann zweckmäßigerweise härteren Kunststoffmaterial geformt sein. Die Nabe 2 weist im zentralen Bereich einen Durchgang 3 für die Anordnung auf der Welle auf. Der Durchgang 3 ist als Mehrfach geformt, um den Siebsterne 1 formschlüssig mit der Welle drehunbeweglich zu verbinden. Die Nabe 2 kann für eine drehunbewegliche Anordnung auf einer drehantreibbaren Welle in einem zentralen Bereich einen Einsatz aus einem metallenen Werkstoff aufweisen, bevorzugter ist der Kunststoff im Bereich der Nabe 2 jedoch ausreichend fest und hart, so dass auf einen derartigen Einsatz verzichtet werden kann.

[0026] Wie in Figur 1 und insbesondere in Figur 2 zu erkennen ist, weist die Nabe 2 um eine zentrale Drehachse D des Siebsterne 1 umlaufend einen axial über die Finger 5a vorstehenden Bund 4 auf. An der anderen Stirnseite des Sterns Siebs 1 weist die Nabe 2 einen ebensolchen Bund 4 auf. Der Außenumfang des beidseitigen Bunds 4 ist zugleich auch der Außenumfang der Nabe 2. Die Finger 5a ragen praktisch unmittelbar vom Außenumfang des Bunds 4 nach außen vor, sodass die Fußbereiche 6 der Finger 5a bis nahezu auf den Außenumfang der Nabe 2 bzw. den Bund 4 reicht. Der Außenumfang des Bunds 4 kann in guter Näherung als Fußkreis der Finger 5a angesehen werden.

[0027] Einer der Finger 5a dient als Reinigungsfinger. An der Vorderseite dieses Reinigungsfingers 5a ist ein Reinigungselement 9 aus einem metallenen Werkstoff abgestützt. In einer Siebvorrichtung mit mehreren nebeneinander angeordneten Wellen, auf denen jeweils axial nebeneinander mehrere der Siebsterne 1 angeordnet sind und kämmend ineinander greifen, wirkt das Reinigungselement 9 des jeweiligen Siebsterne 1 als Schaber, der anhaftendes Material von den axial benachbarten Siebsterne 1 und der einen oder den zwei benachbarten Wellen schabt und dadurch dadurch dazu beiträgt, dass die Siebspalte nicht verstopfen. Der Reinigungsfinger 5a ist zur Erhöhung der Steifigkeit gegen Biegung nicht sichelförmig, sondern zumindest im Wesentlichen gerade in die Radialrichtung R und gegen die Drehrichtung T erstreckt und weist in Umfangsrichtung T gemessen eine größere Dicke als die anderen Finger 5a auf. Vorteilhafte Konfigurationen für die Kombination aus Reinigungsfinger 5a und Reinigungselement 9 werden beispielsweise in der EP 1 088 599 B1 beschrieben.

[0028] Bei Drehung um die Drehachse D laufen die freien Enden 7 aller Finger 5a und auch das freie Ende des Reinigungselements 9 auf einem Hüllkreis mit dem Durchmesser D_H um. Die Nabe 2 weist im Bereich des Bunds 4 einen Außenumfang mit Durchmesser D_N auf, der im Sinne der Erfindung als Durchmesser des Fußkreises der Finger 5a angesehen wird. Der Durchmesser D_H ist aus dem Bereich von 150 mm bis 250 mm, vorzugsweise 150 mm bis 230 mm, gewählt. Der Durchmesser D_N ist aus dem Bereich von 50 mm bis 200 mm, vorzugsweise 70 mm bis 130 mm, gewählt. Die radiale Erstreckung der Finger 5a ist aus dem Bereich von 50 mm bis 180 mm, vorzugsweise 80 mm bis 120 mm, gewählt. Dies sind nur Beispiele bevorzugter Größenbereiche. Die Erfindung ist vorteilhaft auch für andere Durchmesserbereiche.

[0029] Die Finger 5a weisen jeweils bezogen auf die Drehrichtung eine Vorderseite oder vordere Oberfläche 10, eine Rückseite oder rückwärtige Oberfläche 11, eine linke Stirnfläche 12 und eine rechte Stirnfläche 13, und verbindende Übergänge 14 an der Vorderseite 10 und verbindende Übergänge 15 an der Rückseite 11 auf. Die Übergänge 14 und 15 sind weich gerundet, indem sie mit jeweils einem Krümmungsradius von 1,5 mm oder mehr, vorzugsweise von 2 mm oder mehr, die jeweilige Stirnfläche 12 und 13 mit der vorderen Oberfläche 10 und der hinteren Oberfläche 11 verbinden. Durch die Vermeidung scharfer Kanten am jeweiligen Übergang 14 und 15 wird dem Anhaften bindiger Siebgutbestandteile entgegengewirkt.

[0030] Die Finger 5a und auch der Reinigungsfinger 5a verjüngen sich jeweils vom Fußbereich 6 in Richtung auf das freie Ende 7 fortschreitend, d.h. sie verjüngen sich in Längsrichtung L des jeweiligen Fingers 5a erstreckten Schnitten C-C. Hieraus ergeben sich günstige Verhältnisse hinsichtlich der gewünschten elastischen Biegebarkeit längs der Finger 5a einerseits bei ausreichender Stabilität im jeweiligen Fußbereich 6 andererseits. Die Verjüngung längs der Finger 5a geht mit einer Verjüngung auch in radialer Richtung R und somit in die Drehachse D beinhaltenden Längsschnitten des Siebsterns 1 einher. In Figur 1 ist ein Längsschnitt A-A eingetragen. In zur Drehachse D konzentrischen, kreiszylindrischen Schnitten B-B, d.h. in Umfangsrichtung T, weisen die Finger 5a abgesehen jeweils von einem konvex rund gewölbten vorderen Endabschnitt und einem konvex rund gewölbten rückwärtigen Endabschnitt axial gemessen eine konstante Breite auf.

[0031] In Figur 3 ist der Siebstern 1 im Schnitt A-A der Figur 1 dargestellt. Im Schnitt A-A ist der Verlauf der in Fingerlängsrichtung L (Figur 1) fortschreitenden Verjüngung erkennbar. Die Verjüngung erfolgt in Bezug auf eine axial zentrale Querschnittsebene Q an beiden Stirnseiten symmetrisch. Beispielhaft ist die Verjüngung so gebildet, dass sich in den Schnitten A-A für jeden der Finger 5a ein symmetrisches Trapez mit einer radial inneren langen Grundseite im Fingerfußbereich 6 und einer demgegenüber kürzeren äußeren Grundseite am freien Ende

7 ergibt. Die beiden schrägen Stirnflächen 12 und 13 schließen miteinander einen spitzen Winkel ein. Die Finger 5a verjüngen sich in radialer Richtung R unmittelbar vom Fußkreis bzw. den Fußbereichen 6 bis zum Hüllkreis bzw. den freien Enden 7. Die Querschnittsebene Q bildet die Winkelhalbierende. Der auf sie gemessene Neigungswinkel α beträgt wenigstens 3° oder wenigstens 4° und bevorzugt höchstens 20° oder höchstens 16° .

[0032] In den in Längsrichtung L des jeweiligen Fingers 5a erstreckten Schnitten C-C verläuft die Verjüngung über eine größere Länge, ansonsten aber analog zur Verjüngung im Schnitt A-A, so dass die Stirnflächen 12 und 13 in den Schnitten C-C mit einem Neigungswinkel, der geringfügig kleiner als der Winkel α ist, aufeinander zu laufen. Die Stirnflächen 12 und 13 laufen jeweils längs der Finger 5a vom Fußbereich 6 bis zum freien Ende 7 monoton und stetig differenzierbar aufeinander zu. Die Finger 5a verjüngen sich in Fingerlängsrichtung L jeweils in jedem Längenabschnitt.

[0033] Der Reinigungsfinger 5a entspricht in Bezug auf die Verjüngung den anderen Fingern 5a. Im Ausführungsbeispiel verjüngt sich der Reinigungsfinger 5a somit in Längsrichtung des Reinigungsfingers 5a und nach radial außen jeweils symmetrisch zur zentralen Querschnittsebene Q.

[0034] Figur 4 zeigt einen der Finger 5a im Schnitt B-B. Im ersten Ausführungsbeispiel sind die Stirnflächen 12 und 13 der Finger 5a in den zur Drehachse D konzentrischen, kreiszylindrischen Schnitten B-B parallel. Die vordere Oberfläche 10 und die rückwärtige Oberfläche 11 sind jedoch konvex und dabei über die gesamte Breite des jeweiligen Fingers 5a im jeweiligen Schnitt B-B gleichmäßig rund nach außen gewölbt. Sie können, wie im Ausführungsbeispiel, mit konstantem Radius ausgebaucht sein. Die Übergänge 14 und 15 sind wie bereits erläutert nicht kantig, sondern weich gerundet, wobei der jeweilige Krümmungsradius kleiner als der Radius der Oberflächen 10 und 11 ist und vorteilhafterweise wenigstens 1,5 mm oder 2 mm oder mehr beträgt.

[0035] Figur 5 ist eine radiale Sicht auf den Außenumfang des Siebsterns 1 des ersten Ausführungsbeispiels. Zu erkennen ist, dass sich die Finger 5a und auch der Reinigungsfinger 5a jeweils vom Fußbereich 6 in Richtung auf das freie Ende 7 fortschreitend verjüngen.

[0036] Die Finger 5a weisen jeweils längs der Nabe 2 ihre größte Breite, B_N , am Fußkreis eine demgegenüber geringere Breite, B_F , und an den freien Enden 7 die kleinste Breite, B_E , auf. Vorteilhaft sind folgende Verhältnissebereiche:

$$\begin{aligned} 1.5 \leq B_F/B_E \leq 2.5, \text{ vorzugsweise } 1.6 \leq B_F/B_E \leq 2 \\ 1.5 \leq B_N/B_F \leq 2.5, \text{ vorzugsweise } 1.5 \leq B_N/B_F \leq 2.1 \\ 2 \leq B_N/B_E \leq 4, \text{ vorzugsweise } 2.8 \leq B_N/B_E \leq 3.6 \end{aligned}$$

Die Nabenbreite B_N ist aus dem Bereich von 25 mm bis 40 mm, vorzugsweise 30 mm bis 40 mm, gewählt. Die Fußkreisbreite B_F ist aus dem Bereich von 12 mm bis 25 mm, vorzugsweise 15 mm bis 22 mm, gewählt. Die

Endenbreite B_E ist aus dem Bereich von 5 mm bis 20 mm, vorzugsweise 7 mm bis 15 mm, gewählt. Dies sind nur Beispiele bevorzugter Größenbereiche. Die Erfindung ist vorteilhaft auch für andere Breitenbereiche.

[0037] Die Figuren 6 und 7 zeigen jeweils einen Teilbereich einer Siebvorrichtung mit Siebsternen des ersten Ausführungsbeispiels. Figur 7 zeigt den Teilbereich in einer axialen Sicht auf eine Stirnseite der Siebsterne 1. Figur 6 zeigt den gleichen Teilbereich im Schnitt E-E der Figur 7, in dem sich die Drehachsen der Wellen 20 erstrecken.

[0038] Die Siebvorrichtung weist mehrere drehantreibbare Wellen 20 auf, die nebeneinander angeordnet und längs denen jeweils mehrere Siebsterne 1 nebeneinander angeordnet sind. Die Siebsterne 1 sind verdrehgesichert auf den Wellen 20 montiert. Die Siebsterne 1 benachbarter Wellen 20 greifen mit ihren Fingern 5a kammartig ineinander, so dass die Siebsterne 1 der einen Welle 20 mit den Siebsternen 1 der benachbarten Welle 20 in Wellenlängsrichtung alternierend aufeinander folgend seitliche Siebspalte 21 und frontale Siebspalte 22 bilden, die in der Draufsicht gemeinsam einen in axialer Richtung mäanderförmig verlaufenden, zusammenhängenden Siebspalt 21, 22 ergeben. Die einander zugewandten Stirnflächen ineinander greifender Siebsterne 1 begrenzen die seitlichen Siebspalte 21. Die freien Enden 7 der Siebsterne 1 begrenzen mit den radial zugewandten, äußeren Umfangsflächen der Bunde 4 der Siebsterne 1 der jeweils benachbarten Welle 20 die frontalen Siebspalte 22.

[0039] Die seitlichen Siebspalte 21 weisen der kegelförmigen Verjüngung der Siebsterne 1 entsprechend jeweils eine im Schnitt E-E streifenförmige engste Sieblücke mit einer Spaltweite W_s auf. In Umfangsrichtung der Siebsterne 1 ist die engste Sieblücke linienförmig. Die frontalen Siebspalte 22 weisen jeweils zwischen dem freien Ende 7 und der äußeren Umfangsfläche der beiden Bunde 4 eine engste Sieblücke mit einer radialen Spaltweite W_R auf. Die Spaltweiten W_R und W_s bestimmen maßgeblich die Feinheit des von den Siebsternen 1 gebildeten Sternsiefs. Durch die Verjüngung in Längsrichtung der Finger 5a wird die axiale Länge der frontalen Siebspalte 22 im Vergleich zu einfach scheibenförmigen Siebsternen 1 gleichen Materials und gleicher Stabilität verringert. Dies trägt insbesondere dann zu einer erhöhten Feinheit des Sternsiefs bei, wenn die radiale Spaltweite W_R größer als die seitliche Spaltweite W_s ist. Da die Finger 5a in Richtung auf ihre freien Enden 7 zweckmäßigerweise nicht spitz auslaufen, sondern am freien Ende 7 abgeflacht sind, könnten bei entsprechend großer radialer Spaltweite W_R frontale Siebspalte 22 entstehen, durch die vergleichsweise große, kompakte Partikel durch das Sternsieb nach unten fallen würden. Die Verjüngung in Längsrichtung der Finger 5a wirkt dem entgegen.

[0040] Figur 8 zeigt einen Teilbereich einer Siebvorrichtung mit Wellen 20, längs denen Siebsterne 1 eines zweiten Ausführungsbeispiels angeordnet sind. Die

Siebsterne 1 weisen jeweils Finger 5b auf, die in Längsrichtung der Finger 5b, d. h. in Fingerlängsrichtung L (Figur 1), unter einem variierenden Neigungswinkel α (Figur 3) geneigt sind, derart, dass die Finger 5b jeweils an beiden Stirnseiten 12 und 13 unter Ausbildung einer konvexen Form rund nach außen gewölbt sind. An den freien Enden 7 sind die Finger 5b wie im ersten Ausführungsbeispiel abgeflacht. Sie können im Schnitt B-B (Figur 1) den Fingern 5a entsprechen. Aufgrund des Kämmens von konvexen Siebsternen 1 der Wellen 20 mit ebenfalls konvexen Siebsternen 1 jeweils benachbarter Wellen 20 bilden sich seitliche Siebspalte 21 mit punktförmigen Engstellen E_p . Dem Anhaften bindiger Siebgutbestandteile und somit der sogenannten Scheibenbildung wird verstärkt entgegengewirkt.

[0041] In einer Abwandlung kann die Siebvorrichtung alternierend nebeneinander erste Wellen 20 mit Siebsternen 1 des ersten Ausführungsbeispiels und zweite Wellen 20 mit Siebsternen 1 des zweiten Ausführungsbeispiels aufweisen. Auch in derartigen Abwandlungen, in denen konisch verjüngte Siebsterne 1 mit konvex verjüngten Siebsternen 1 kämmen, ergeben sich für die seitlichen Siebspalte 21 punktförmige Engstellen.

[0042] Figur 9 zeigt einen Teilbereich einer Siebvorrichtung mit Siebsternen 1 mit Fingern 5b und Siebsternen 1 mit nochmals modifizierten Fingern 5c. Die Siebsterne 1 mit den Fingern 5b sind auf einer Welle 20 axial nebeneinander angeordnet, und die Siebsterne 1 mit den Fingern 5c sind auf einer benachbarten Welle 20 axial nebeneinander angeordnet. In Figur 9 ist für die Siebsterne mit den Fingern 5c nur ein Siebstern 1 stellvertretend für die anderen abgebildet. In der Siebvorrichtung greifen die Siebsterne 1 mit den Fingern 5c kammartig in die Siebsterne 1 mit den Fingern 5b der Nachbarwelle ein. Die Finger 5c sind in Fingerlängsrichtung L (Figur 1) unter einem variierenden Neigungswinkel α (Figur 3) verjüngt, derart, dass die Siebsterne 1 im Bereich der Finger 5c an beiden Stirnseiten rund nach innen gewölbt sind, wodurch der betreffende Siebstern 1 im Bereich der Finger 5c konkav in Richtung auf das freie Ende 7 des jeweiligen Fingers 5c verjüngt ist. An den freien Enden 7 sind die Finger 5c wie im ersten Ausführungsbeispiel abgeflacht. Sie können im Schnitt B-B (Figur 1) den Fingern 5a entsprechen.

[0043] Durch das Zusammenwirken von Siebsternen 1 mit konvexen Fingern 5b mit Siebsternen 1 mit konkaven Fingern 5c werden seitliche Siebspalte 21 erhalten, die dem konvex-konkaven Verlauf der Stirnflächen 12 und 13 entsprechend gekrümmt sind. Hierdurch wird die Feinheit des Sternsiefs erhöht, da lange dünne Siebgutpartikel die gekrümmten Siebspalte 21 (Figur 9) schwerer als gerade Siebspalte 21 (Figur 6) passieren können.

[0044] Figur 10 zeigt Beispiele für modifizierte Finger 5d bis 5g, die sich jeweils durch die Querschnittsform in den zur Drehachse D konzentrischen, kreiszylindrischen Schnitten B-B unterscheiden. Die Finger 5d bis 5g sind in Richtung auf das freie Ende des jeweiligen Fingers, d.h. in Fingerlängsrichtung L (Figur 1), verjüngt und kön-

nen in Bezug auf die Verjüngung in Längsrichtung L insbesondere den Fingern 5a oder den Fingern 5b oder den Fingern 5c entsprechen und den jeweiligen Fingertyp innerhalb einer Siebvorrichtung ersetzen.

[0045] Der Finger 5d hat im Schnitt B-B die Form eines Rechtecks. Er unterscheidet sich vom Finger 5a des ersten Ausführungsbeispiels nur dadurch, dass auch die vordere Oberfläche 10 und die rückwärtige Oberfläche 11 im jeweiligen Schnitt B-B gerade sind.

[0046] Der Finger 5e entspricht im Bereich der vorderen Oberfläche 10 und den beiden Stirnflächen 12 und 13 dem Finger 5a des ersten Ausführungsbeispiels, ist jedoch im Unterschied zu diesem an der rückwärtigen Oberfläche 11 pfeilförmig konvex.

[0047] Der Finger 5f weist im Schnitt B-B zwei parallele Stirnflächen 12 und 13, eine pfeilförmig konvexe vordere Oberfläche 10 und eine pfeilförmig konvexe rückwärtige Oberfläche 11 auf.

[0048] Der Finger 5g weist über etwa die Hälfte seiner Umfangserstreckung parallele Stirnflächen 12 und 13, eine hierzu orthogonale, im Schnitt B-B gerade rückwärtige Oberfläche 11 und eine im Schnitt B-B halbovale, beispielsweise kreisförmige oder elliptische, vordere Oberfläche 10 auf.

[0049] In den Figuren 11 bis 14 ist ein Siebsterne 1 eines vierten Ausführungsbeispiels dargestellt. Der Siebsterne 1 des vierten Ausführungsbeispiels unterscheidet sich vom Siebsterne 1 des ersten Ausführungsbeispiels nur in Bezug auf die Form des zur Drehachse D konzentrischen, kreiszylindrischen Querschnitts B-B und entspricht im Übrigen dem ersten Ausführungsbeispiel. Die Finger des Siebsternes 1 sind zur Unterscheidung von den Fingern der vorstehend erläuterten Ausführungsbeispiele als Finger 5h bezeichnet. In der Stirnansicht der Figur 11 und der perspektivischen Sicht der Figur 14 ist ein Reinigungsfinger, wie im ersten Ausführungsbeispiel, nicht dargestellt. Dies ist dem Umstand geschuldet, dass das Reinigungselement 9 (Figur 1) erst nach der Formung des den Siebsterne 1 bildenden Kunststoffkörpers angebracht wird und Figur 11 den Siebsterne 1 vor dem Anbringen des Reinigungselements 9 zeigt.

[0050] Die Finger 5h verjüngen sich vom Fußbereich 6 aus in Richtung auf das freie Ende 7, d.h. in Fingerlängsrichtung L, wie die Finger 5a des ersten Ausführungsbeispiels. Abweichend von den Fingern 5a verjüngen sich die Finger 5h aber auch über zumindest den überwiegenden Teil ihrer in Umfangsrichtung T gemessenen Umfangserstreckung.

[0051] Figur 12 zeigt den in Figur 11 eingetragenen Schnitt B-B. Die Umfangsrichtung T fällt mit der Drehrichtung des Siebsternes 1 zusammen und ist in Figur 12 ebenfalls eingetragen. Die Finger 5b haben im kreiszylindrischen Querschnitt B-B die Form eines Trapezes, in dem die in Drehrichtung weisende vordere Oberfläche 10 die lange Grundseite und die gegen die Drehrichtung weisende rückwärtige Oberfläche 11 die kurze Grundseite bilden. Die Finger 5h verjüngen sich in Umfangsrichtung T, im vierten Ausführungsbeispiel gegen die

Drehrichtung T, an beiden Stirnseiten symmetrisch, so dass im Schnitt B-B die Trapezform erhalten wird. Die vordere Oberfläche 10, die rückwärtige Oberfläche 11 und die beiden Stirnflächen 12 und 13 sind im Schnitt B-B jeweils gerade. Sie gehen in den Übergängen 14 und 15, wie bereits zum ersten Ausführungsbeispiel erläutert, über vergleichsweise große Krümmungsradien ineinander über. Die Stirnflächen 12 und 13 schließen in den Schnitten B-B jeweils einen spitzen Winkel 2β ein, dessen Winkelhalbierende die zentrale Querschnittsebene Q ist. Der auf die radiale Schnittebene Q bezogene Neigungswinkel β beträgt wenigstens 4° oder wenigstens 5° . Vorzugsweise beträgt der Neigungswinkel β höchstens 15° oder höchstens 10° .

[0052] In Längsschnitten, wie beispielsweise in dem in Figur 13 dargestellten Schnitt A-A, ergibt sich aufgrund der zweifachen Verjüngung, zum einen in Fingerlängsrichtung L und zum anderen in Umfangsrichtung T, im radial inneren Bereich der Finger 5h, wie etwa im Fußbereich 6, zunächst eine Verjüngung, während sich die Finger 5h in einem radial äußeren Bereich aufweiten. In Figur 13 sind daher im Bereich des im Schnitt dargestellten oberen Fingers 5h die äußere Kontur des in Drehrichtung T nachlaufenden und im Bereich des im Schnitt dargestellten unteren Fingers 5h die äußere Kontur des in Drehrichtung T vorlaufenden Fingers 5h erkennbar.

[0053] Die Überlagerung der Verjüngung in Fingerlängsrichtung L und der Verjüngung in Umfangsrichtung T ist auch in der Perspektive der Figur 14 jeweils im Fußbereich 6 deutlich erkennbar.

[0054] Der Siebsterne 1 des vierten Ausführungsbeispiels kann in alternativen Ausführungen in Bezug auf die Verjüngung in Fingerlängsrichtung L auch dem zweiten Ausführungsbeispiel entsprechend konvex oder dem dritten Ausführungsbeispiel entsprechend konkav verjüngt sein.

[0055] Figur 15 zeigt Beispiele für weitere modifizierte Finger 5i bis 5m, die sich jeweils durch die Querschnittsform in den zur Drehachse D konzentrischen, kreiszylindrischen Schnitten B-B unterscheiden. Die Finger 5i bis 5m sind in Richtung auf das freie Ende des jeweiligen Fingers, d.h. in Fingerlängsrichtung L (Figuren 1 und 11), verjüngt und können in Bezug auf die Verjüngung in Längsrichtung L den Fingern 5a oder 5h oder stattdessen den Fingern 5b oder den Fingern 5c entsprechen und den jeweiligen Fingertyp innerhalb einer Siebvorrichtung ersetzen. Sie unterscheiden sich von den Fingern 5a und 5d bis 5g dadurch, dass sie sich dem Finger 5h entsprechend über wenigstens den überwiegenden Teil ihrer Umfangserstreckung in Umfangsrichtung T verjüngen.

[0056] Der Finger 5i ist vom Finger 5h des vierten Ausführungsbeispiels abgeleitet und unterscheidet sich von diesem dadurch, dass die vordere Oberfläche 10 und die rückwärtige Oberfläche 11 über die gesamte Breite des Fingers 5d jeweils konvex rund gewölbt sind.

[0057] Der Finger 5j ist im Schnitt B-B dreieckförmig, wobei die "Spitze" des Dreiecks in Drehrichtung T nachläuft.

[0058] Der Finger 5k weist im Schnitt B-B eine pfeilförmige vordere Oberfläche 10, eine axial erstreckte rückwärtige Oberfläche 11 und zwei gerade, gegen die Drehrichtung T spitzwinklig aufeinander zulaufende Stirnflächen 12 und 13 auf.

[0059] Der Finger 5l ist im Schnitt B-B rautenförmig mit zwei Stirnflächen 12 und 13, die aus einem in Umfangsrichtung mittleren, breiten Bereich in Drehrichtung T auf die nur als "Spitze" ausgebildete vordere Oberfläche 10 zulaufen und auch gegen die Drehrichtung T auf die ebenfalls nur als "Spitze" ausgebildete rückwärtige Oberfläche 11 zulaufen. Der Finger 5l ist im Ergebnis in beide Umfangsrichtungen, d. h. in Drehrichtung T und gegen die Drehrichtung T, pfeilförmig verjüngt.

[0060] Der Finger 5m ist im Schnitt B-B oval, beispielsweise elliptisch, wobei die Erstreckung in Umfangsrichtung T größer als die axiale Erstreckung, d. h. größer als die Breite, ist. Die ovale Form, beispielsweise elliptische Form, ist im Hinblick auf den im Betrieb auftretenden Verschleiß und auch wegen der sich im seitlichen Siebspalt punktförmig bildenden Engstelle zur Reduzierung des Anhaftens bindiger Siebgutbestandteile günstig.

[0061] In den Darstellungen der Finger 5d bis 5g und 5i bis 5m sind die Übergänge zwischen den Flächen 10 bis 13 jeweils als Kanten dargestellt. In bevorzugten Ausführungen sind aber auch diese Finger an den betreffenden Übergängen weich gerundet mit einem Krümmungsradius von jeweils wenigstens 1.5 mm oder, bevorzugt, wenigstens 2 mm.

[0062] Figur 16 zeigt miteinander kämmende Siebsterne 1 des ersten Ausführungsbeispiels in einer relativen Drehposition zueinander, in der gerade ein Finger 5a des einen Siebsterns 1 mit einem Finger 5a des anderen Siebsterns 1 in maximaler Überlappung ist. Aufgrund der Verjüngung zumindest nur im Wesentlichen in Längsrichtung L der Finger 5a bildet sich zwischen den beiden überlappenden Fingern 5a eine linienförmige Engstelle E_L . Der zwischen den momentan überlappenden Fingern 5a bestehende seitliche Siebspalt verbreitert sich von der Engstelle E_L ausgehend nach oben und nach unten. Durch diese Ausbildung der Siebspalte wird dem Anhaften bindiger Siebgutbestandteile und damit der sogenannten Scheibenbildung entgegengewirkt. Die für den Betrieb der Siebvorrichtung erforderliche Antriebsleistung wird hierdurch gesenkt.

[0063] Die Figuren 17 und 18 zeigen zwei ineinandergreifende Siebsterne 1 des vierten Ausführungsbeispiels. In Figur 17 nehmen die zusammenwirkenden Siebsterne 1 gerade eine Drehposition ein, in der ein Finger 5h des einen Siebsterns 1 eine geringe Überlappung mit einem der Finger 5h des anderen Siebsterns 1 hat. Aufgrund der zweifachen Verjüngung bildet sich zwischen den in Überlappung befindlichen Fingern 5h nur eine punktförmige Engstelle E_P . Beim Weiterdrehen der Siebsterne 1 vergrößert sich die Überlappung. Dabei bilden zwei punktförmige Engstellen E_P , die ausgehend vom Zustand der Anfangsüberlappung in Richtung auf die beiden freien Enden der in Überlappung befindlichen

Finger 5h wandern. Dieser Drehzustand ist in Figur 18 dargestellt. Tauchen die betreffenden Finger 5h noch weiter in die Überlappung, vergrößert sich die axiale Weite (Figur 6) des zwischen diesen beiden Fingern 5h bestehenden seitlichen Siebspalts. Durch die zweifache Verjüngung und die sich hieraus ergebenden punktförmigen Engstellen E_P wird dem Anhaften bindiger Siebgutbestandteile und damit der Scheibenbildung noch wirksamer entgegengewirkt.

Bezugszeichen:

[0064]

1	Siebstern
2	Nabe
3	Durchgang
4	Bund
5a-m	Finger
6	Fingerfußbereich
7	freies Ende
8	-
9	Reinigungselement
10	Vorderseite, vordere Oberfläche
11	Rückseite, rückwärtige Oberfläche
12	Stirnseite, linke Stirnfläche
13	Stirnseite, rechte Stirnfläche
14	vorderer Übergang
15	rückwärtiger Übergang
16	-
17	-
18	-
19	-
20	Welle
21	seitlicher Siebspalt
22	frontaler Siebspalt
B_E	Breite des freien Endes
B_F	Breite im Fingerfußbereich
B_N	Breite der Nabe
D	Drehachse
D_N	Durchmesser der Nabe
D_H	Durchmesser des Hüllkreises
E_L	Engstelle
E_P	Engstelle
R	radiale Richtung
T	Umfangsrichtung, Drehrichtung
X	axiale Richtung
W_S	seitliche Spaltweite
W_R	radiale Spaltweite

Patentansprüche

1. Siebstern für eine Siebvorrichtung, der Siebstern umfassend:

1.1 eine Nabe (2) zur drehunbeweglichen An-

- ordnung des Siebsterns (1) auf einer drehbaren Welle (20) und
- 1.2 elastisch nachgiebige Finger (5a-m), vorzugsweise aus Kunststoff, die in Umfangsrichtung um eine Drehachse (D) des Siebsterns (1) verteilt von der Nabe (2) nach radial außen vorragen und sich in Umfangsrichtung (T) jeweils von einem Fußbereich (6) ausgehend bis zu einem in Drehrichtung nachlaufenden freien Ende (7), vorzugsweise sichelförmig, erstrecken,
- 1.3 wobei die Finger (5a-m) jeweils eine linke Stirnfläche (12) und eine rechte Stirnfläche (13) und die Stirnflächen (12, 13) zu einer zentralen Querschnittsebene (Q) des Siebsterns (1) jeweils eine Neigung (a) aufweisen, so dass die Stirnflächen (12, 13) in Richtung (L) auf das freie Ende (7) des jeweiligen Fingers (5a-m) aufeinander zulaufen und sich die Finger (a-m) an beiden Stirnseiten des Siebsterns in Richtung (1) auf das freie Ende (7) des jeweiligen Fingers (5a-m) verjüngen.
2. Siebstern nach Anspruch 1, wobei sich die Finger (5a-m) an beiden Stirnseiten jeweils über zumindest einen überwiegenden Teil ihrer vom Fußbereich (6) bis zum freien Ende (7) gemessenen Länge verjüngen.
 3. Siebstern nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei sich die Finger (5a-m) an beiden Stirnseiten (12, 13) des Siebsterns (1) in Richtung (L) auf das freie Ende (7) des jeweiligen Fingers (5a-m) nach außen fortschreitend in Bezug auf eine Querschnittsebene (Q) des Siebsterns (1) symmetrisch verjüngen.
 4. Siebstern nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei sich die Finger (5a; 5h) an beiden Stirnseiten (12, 13) des Siebsterns (1) in Richtung (L) auf das freie Ende (7) des jeweiligen Fingers (5a; 5h) mit konstantem Neigungswinkel (a) nach außen fortschreitend konisch verjüngen, oder sich die Finger (5b) an beiden Stirnseiten (12, 13) des Siebsterns (1) in Richtung (L) auf das freie Ende (7) des jeweiligen Fingers (5b) mit einem variierenden Neigungswinkel (a) nach außen fortschreitend verjüngen, so dass die beiden Stirnseiten (12, 13) konvex nach außen oder konkav nach innen rund gewölbt sind.
 5. Siebstern nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Finger (5a; 5d) in kreiszylindrischen, zur Drehachse (D) konzentrischen Schnitten (B-B) zumindest im Wesentlichen rechteckig sind.
 6. Siebstern nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei sich die Finger (5a-m) in kreiszylindrischen, zur Drehachse (D) konzentrischen Schnitten (B-B) in eine Umfangsrichtung (T) an mindestens einer Stirnfläche (12, 13) verjüngen.
 7. Siebstern nach vorhergehendem Anspruch, wobei die Finger (5h; 5i) in den kreiszylindrischen Schnitten (B-B) jeweils zumindest im Wesentlichen ein gleichschenkliges Trapez mit einer in Drehrichtung (T) verlaufenden langen Grundseite und einer in Drehrichtung nachlaufenden kurzen Grundseite bilden.
 8. Siebstern nach einem der Ansprüche 1 bis 4, und 6, wobei die Finger (5m) in kreiszylindrischen, zur Drehachse (D) konzentrischen Schnitten (B-B) oval, beispielsweise kreisförmig oder ellipsenförmig langgestreckt, sind.
 9. Siebstern nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Finger (5a; 5e; 5g; 5i; 5m) in kreiszylindrischen, zur Drehachse (D) konzentrischen Schnitten (B-B) jeweils eine in Drehrichtung (T) weisende Vorderseite (10), eine gegen die Drehrichtung weisende Rückseite (11), eine linke Stirnfläche (12) und eine rechte Stirnfläche (13) aufweisen und in kreiszylindrischen, zur Drehachse (D) konzentrischen Schnitten (B-B) die Vorderseite (10) in Drehrichtung (T) und/oder die Rückseite (11) gegen die Drehrichtung (T) zumindest über den überwiegenden Teil der axialen Breite des jeweiligen Fingers rund nach außen gewölbt ist oder sind.
 10. Siebstern nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Nabe (2) und die beidseitig verjüngten Finger (5a-m) aus Kunststoff gemeinsam in einem Stück geformt sind.
 11. Siebstern nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Nabe (2) und die Finger (5a-m) jeweils aus Kunststoffmaterial geformt sind und das Kunststoffmaterial in einem zentralen Bereich der Nabe (2) eine höhere Shore-Härte als das Kunststoffmaterial im Fußbereich (6) der Finger (5a-m) hat und/oder das Kunststoffmaterial im Bereich der freien Enden (7) der Finger (5a-m) eine höhere Shore-Härte als das Kunststoffmaterial im Fußbereich (6) der Finger (5a-m) hat.
 12. Siebvorrichtung umfassend:
 - 15.1 mehrere nebeneinander um jeweils eine Drehachse (D) drehbar angeordnete Wellen (20) und
 - 15.2 pro Welle (20) mehrere axial nebeneinander angeordnete, mit der jeweiligen Welle (20) drehunbeweglich verbundene Siebsterne (1) jeweils nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 - 15.3 wobei die Siebsterne (1) benachbarter Wellen (20) kammartig ineinandergreifen, so dass die Stirnflächen (12, 13) axial benachbar-

ter Siebsterne (1) seitliche Siebspalte (21) und die freien Enden (7) der Siebsterne (1) frontale Siebspalte (22) begrenzen.

13. Siebvorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die seitlichen Siebspalte (21) orthogonal zu den einander zugewandten Stirnflächen (12, 13) axial benachbarter Siebsterne (1) jeweils eine seitliche Spaltweite (W_S) und die frontalen Siebspalte (12) jeweils eine radiale Spaltweite (W_R) aufweisen und die seitliche Spaltweite (W_S) kleiner als die radiale Spaltweite (W_R) ist. 5 10
14. Siebvorrichtung nach einem der zwei unmittelbar vorhergehenden Ansprüche, wobei sich die miteinander kämmenden Siebsterne (1) mit einander zugewandten Stirnflächen (12, 13) der Verjüngung entsprechend linienförmige Engstellen (E_L) oder punktförmige Engstellen (E_P) bilden und die seitliche Spaltweite (W_S) axial über die Engstelle (E_L ; E_P) gemessen wird. 15 20
15. Siebvorrichtung nach einem der drei unmittelbar vorhergehenden Ansprüche, umfassend eine Antriebseinrichtung für den Drehantrieb der Wellen (20), wobei die Antriebseinrichtung dazu eingerichtet ist, benachbarte Wellen (20) mit einer Drehzahldifferenz anzutreiben. 25

30

35

40

45

50

55

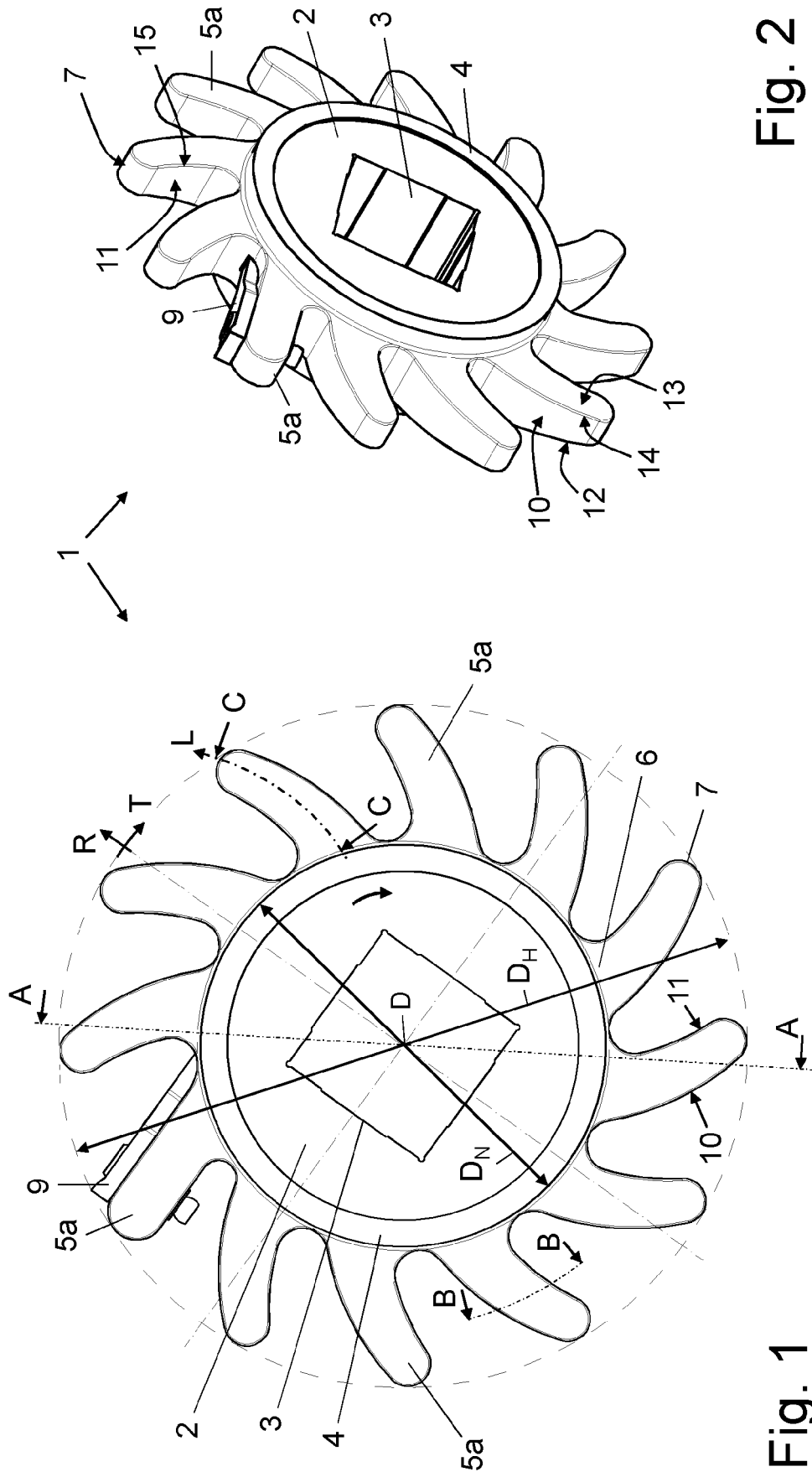


Fig. 2

Fig. 1

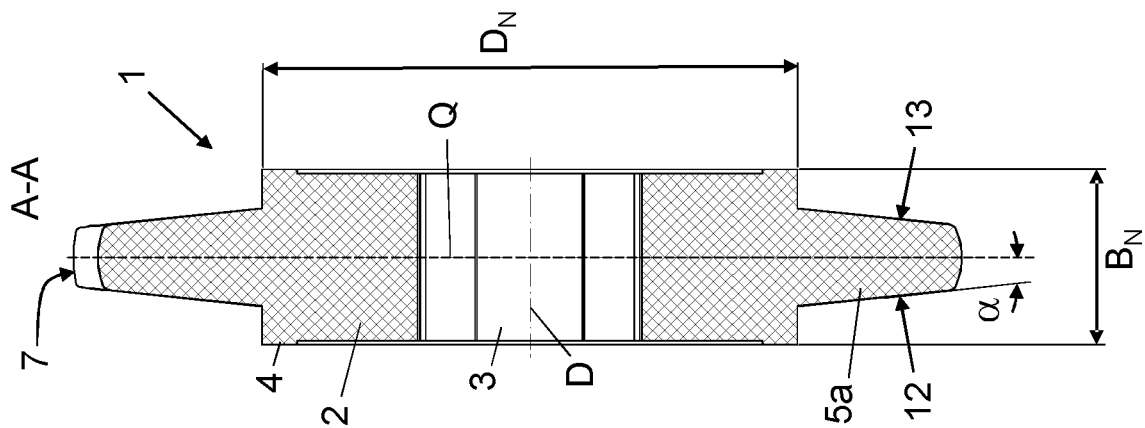


Fig. 3

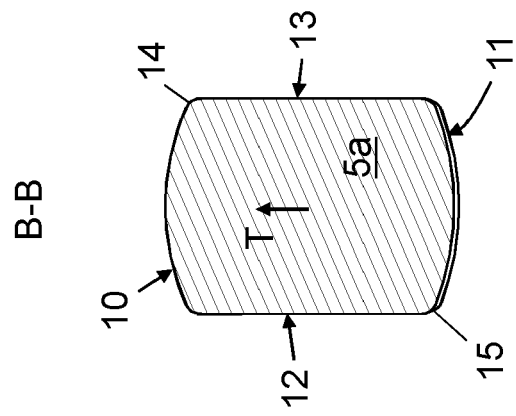


Fig. 4

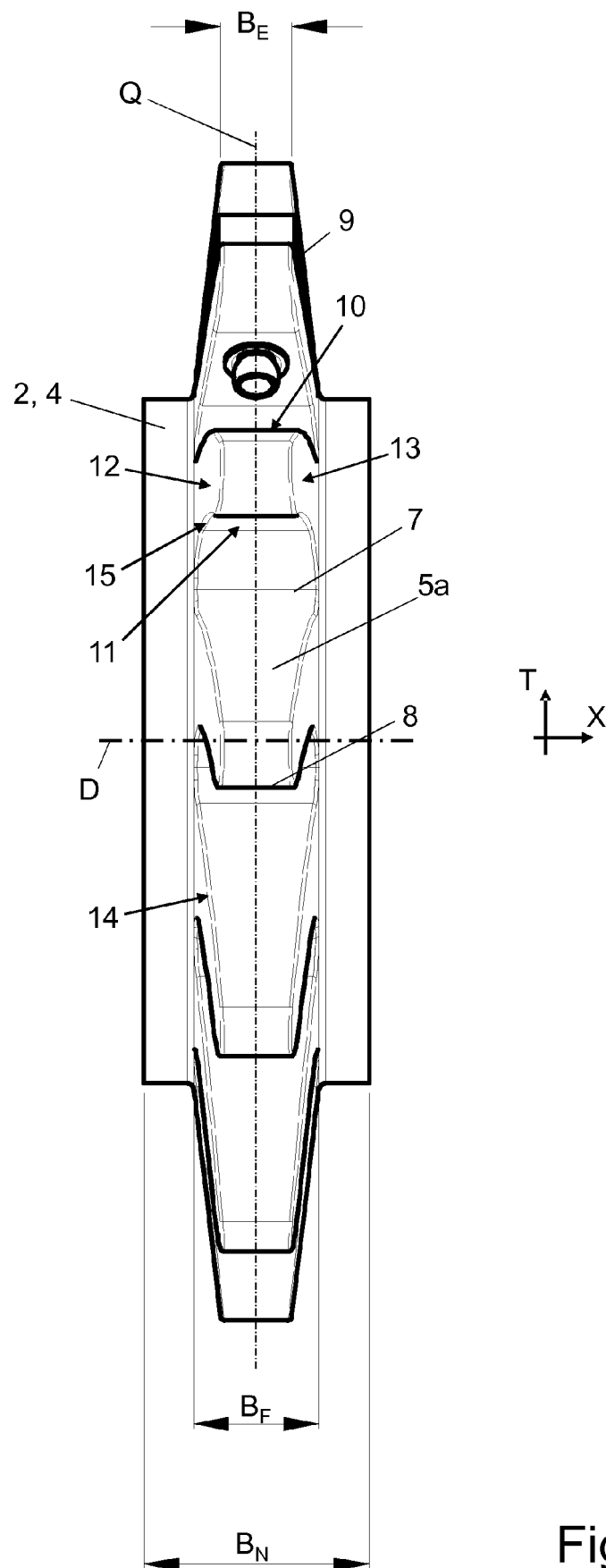


Fig. 5

Fig. 6

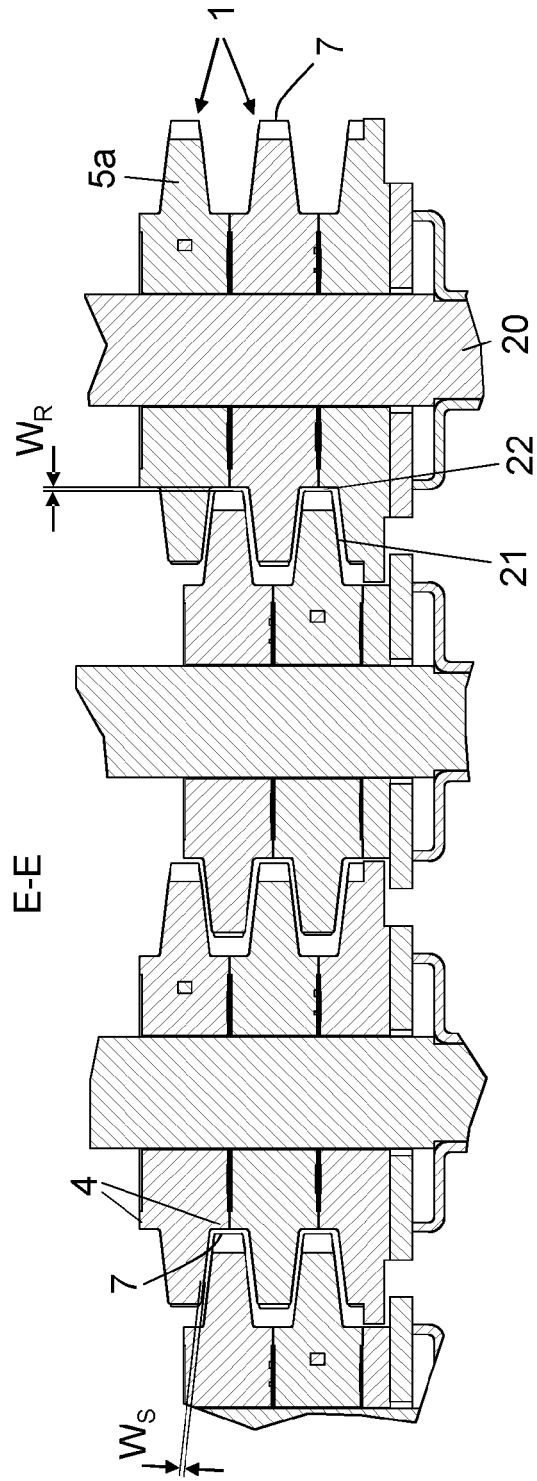
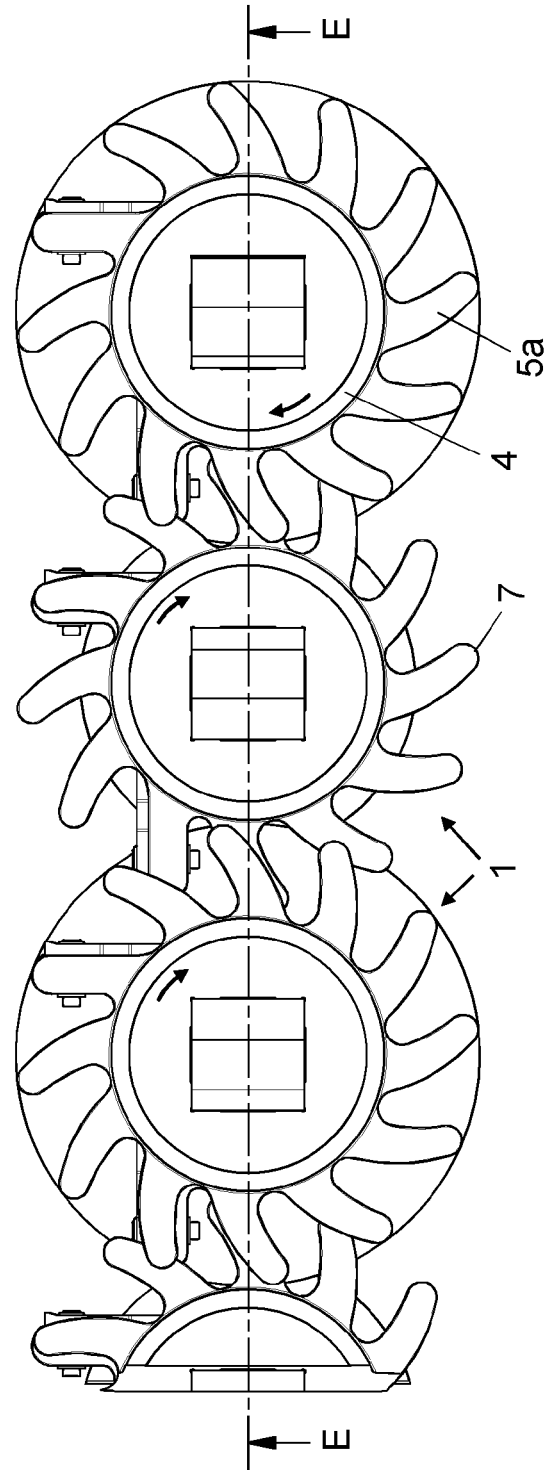


Fig. 7



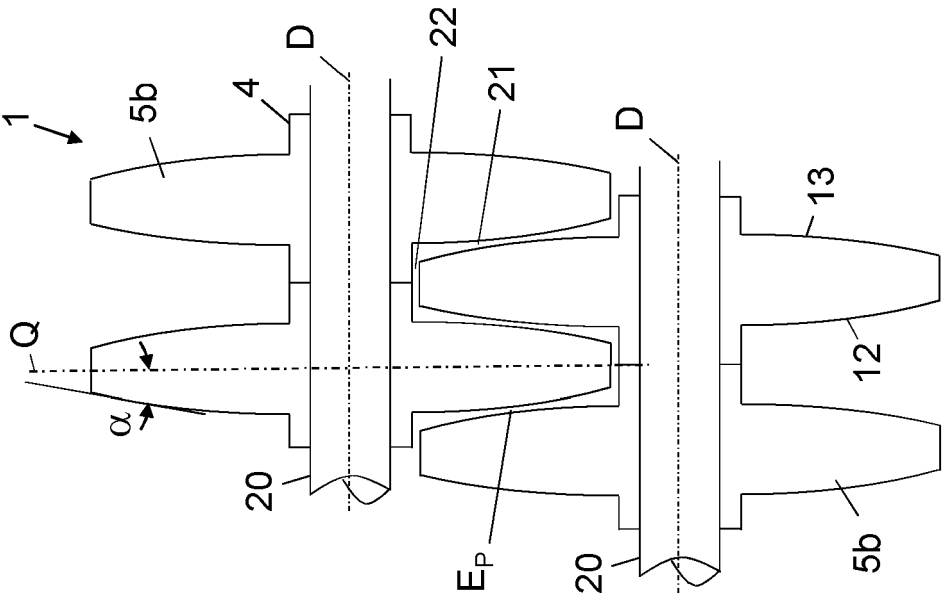


Fig. 8

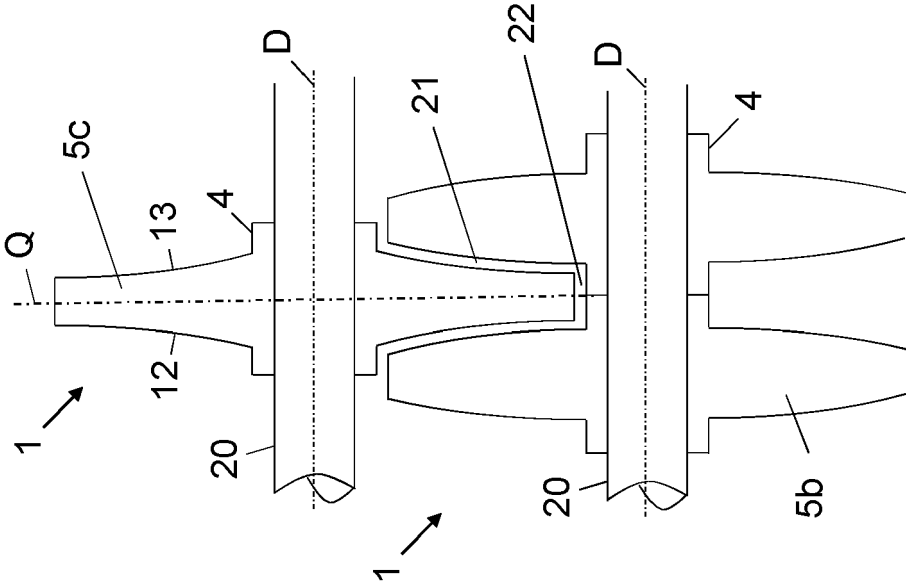


Fig. 9

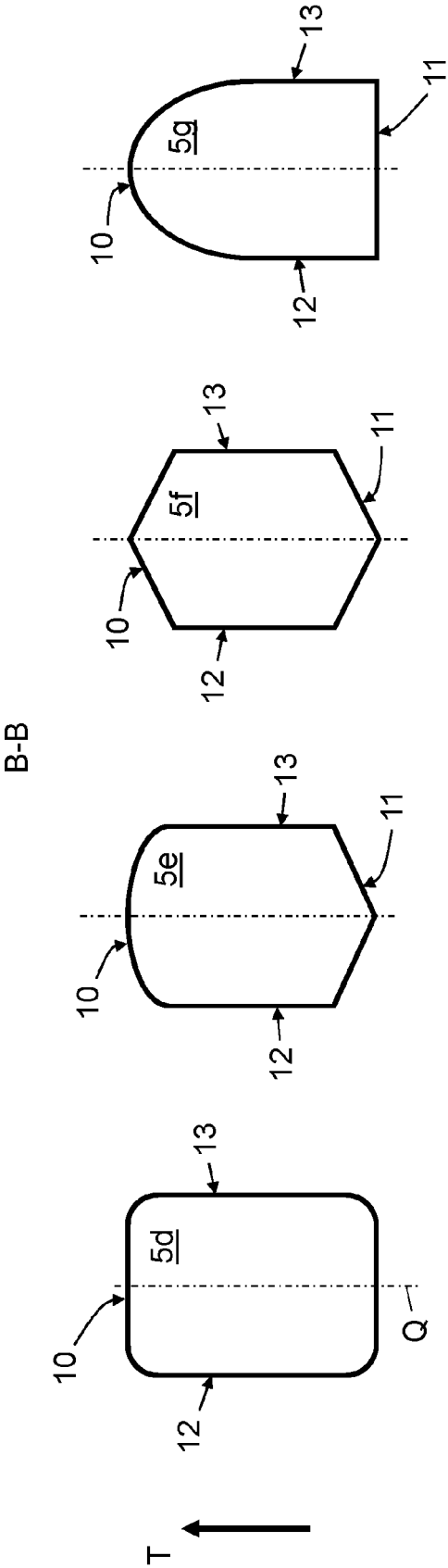
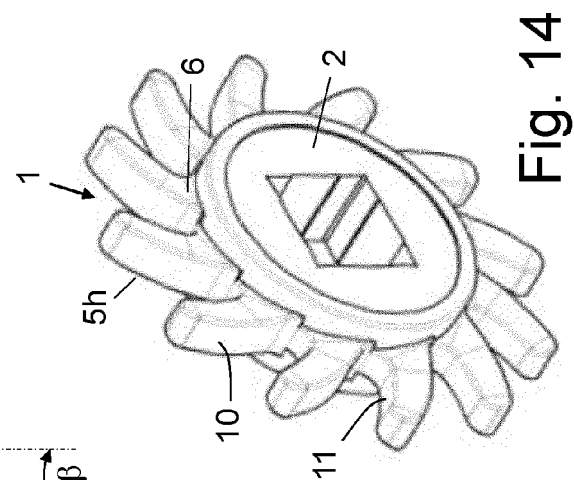
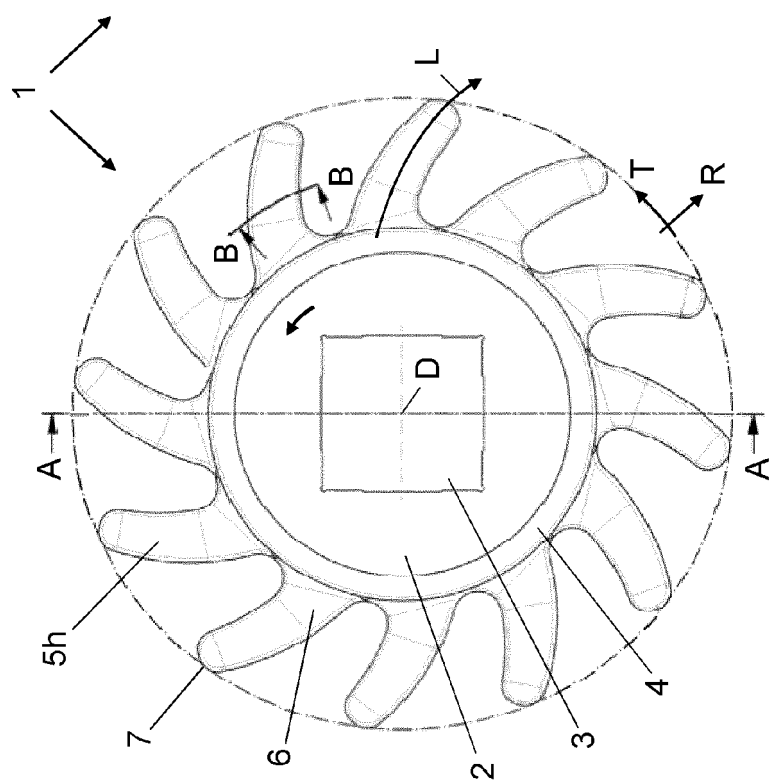
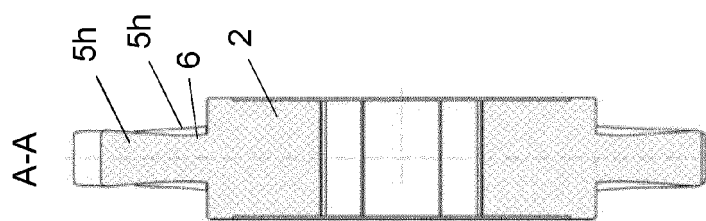
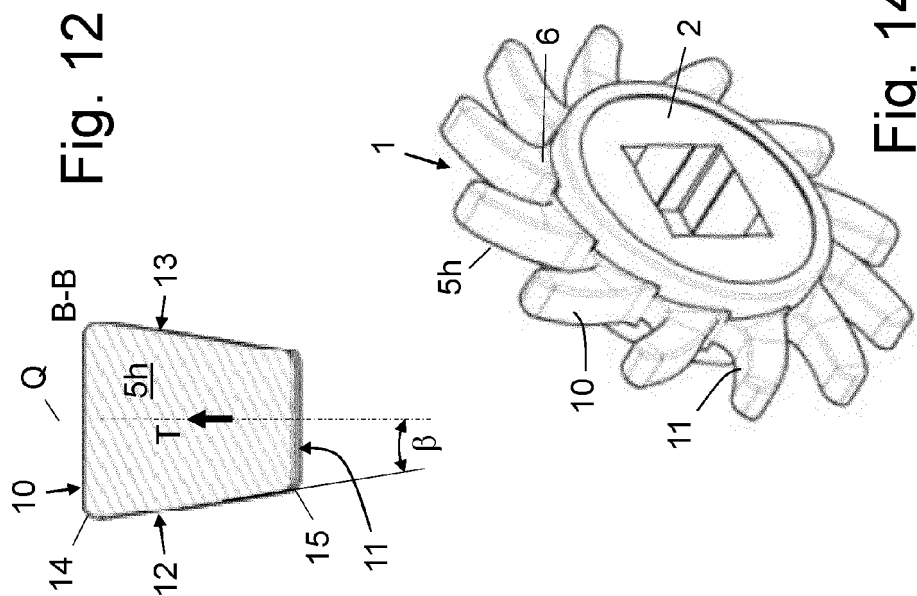


Fig. 10



B-B

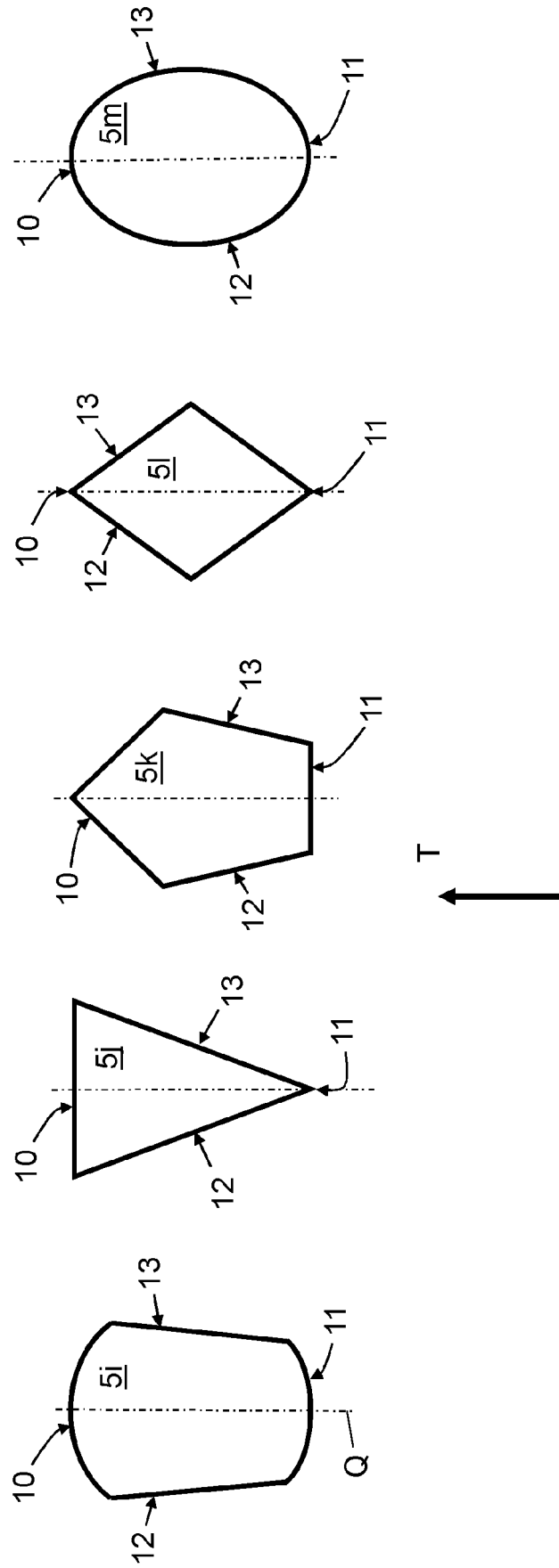


Fig. 15

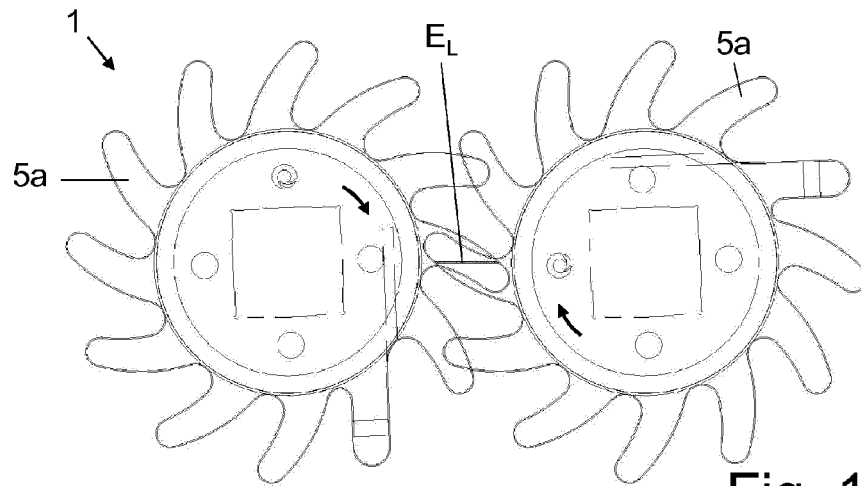


Fig. 16

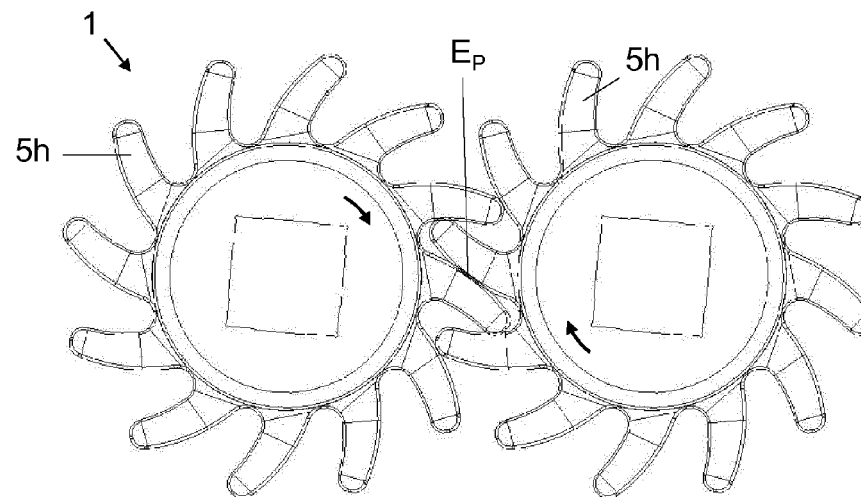


Fig. 17

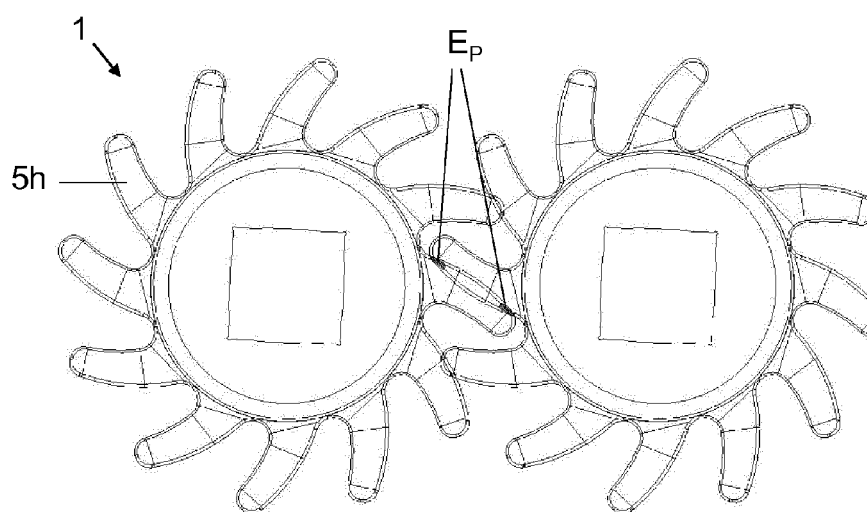


Fig. 18



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 19 7319

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 195 00 022 A1 (MOCK GERHARD DIPL ING [DE]) 4. Juli 1996 (1996-07-04) * Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildungen * * Spalte 2, Zeile 41 - Zeile 56 * * Spalte 6, Zeile 39 - Zeile 61 *	1-5, 10-15	INV. B07B1/15
X	EP 2 181 575 A1 (GRIMME LANDMASCHF FRANZ [DE]) 5. Mai 2010 (2010-05-05) * Zusammenfassung; Abbildungen * * Absatz [0006] * * Absatz [0014] * * Absatz [0025] *	1-5, 10-15	
X	US 5 975 441 A (BURKHOLDER MELVIN M [US]) 2. November 1999 (1999-11-02) * Zusammenfassung; Abbildungen * * Spalte 5, Zeile 53 - Spalte 6, Zeile 29 *	1-5, 12-15 6-11	
X	DE 697 01 393 T2 (PEARSON RICHARD LTD [GB]) 21. September 2000 (2000-09-21) * Seite 1, Zeile 3 - Zeile 9; Abbildungen * * Seite 3, Zeile 3 - Zeile 23 *	1-5,10, 12-15 6-9,11	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B07B B02C D21B A01D
A	DE 534 888 C (A W MACKENSEN MASCHINENFABRIK; ARTHUR KRAMER) 3. Oktober 1931 (1931-10-03) * Seite 1, Zeile 55 - Zeile 65 *	15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 24. Februar 2020	Prüfer Kosicki, Tobias
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 19 19 7319

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

24-02-2020

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19500022 A1	04-07-1996	DE 4415815 A1	09-11-1995
		DE 19500022 A1	04-07-1996
EP 2181575 A1	05-05-2010	DE 102008054239 A1	20-05-2010
		EP 2181575 A1	05-05-2010
US 5975441 A	02-11-1999	KEINE	
DE 69701393 T2	21-09-2000	AU 710742 B2	30-09-1999
		CA 2251951 A1	23-10-1997
		DE 69701393 D1	13-04-2000
		DE 69701393 T2	21-09-2000
		EP 0899997 A1	10-03-1999
		NO 311741 B1	21-01-2002
		NZ 332371 A	29-07-1999
		WO 9738568 A1	23-10-1997
		ZA 9703192 B	18-11-1997
DE 534888 C	03-10-1931	KEINE	

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1088599 B1 [0002] [0027]
- EP 2666549 B1 [0002]