

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 130 139 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
05.09.2001 Patentblatt 2001/36

(51) Int Cl.7: D01B 1/14

(21) Anmeldenummer: 00250077.5

(22) Anmeldetag: 02.03.2000

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

• Wilhelm, Johannes, Dr.-Phil.
09119 Chemnitz (DE)
• Steinbach, Detlef
09126 Chemnitz (DE)

(71) Anmelder: Aston AG
6332 Hagendorn (CH)

(74) Vertreter: Horn, Klaus, Dr. et al
Patentanwaltskanzlei Dr. Horn,
Draisdorfer Strasse 69
09114 Chemnitz (DE)

(72) Erfinder:
• Rauer, Lothar, Dr.-Ing.
09116 Chemnitz (DE)

(54) Anordnung und Verfahren zur Gewinnung und Aufbereitung von nachwachsenden faserhaltigen Rohstoffen

(57) Die Erfindung bezieht sich auf das technische Gebiet der Gewinnung und Aufbereitung nachwachsender faserhaltiger Rohstoffe, um sie nahe des Ernteortes durch die kombinierte Anwendung von Verfahrensstufen wie Grobzerkleinerung (11), Trocknung (7) und ggf. Feinzerkleinerung auf nachfolgende stoffliche und/oder energetische Verwertungen incl. Transport- und/oder Umschlagprozesse vorzubereiten. Die erfindungsgemäße Lösung sieht vor, dass die erntefrischen aufzubereitenden nachwachsenden faserhaltigen Rohstoffe einem modular aufgebauten und fest in umsetzbaren Containern installiertem energetisch autarken Maschinensystem zugeführt werden, in dem sie nacheinander durch schneidende Beanspruchung mit an sich bekannten Maschinen wie Trommelhacker (1) vorzerkleinert und ggf. einem Feinzerkleinerungsmodul (111) zwecks Grob- und/oder Feinzerfaserung zugeführt werden. Die Zerkleinerungsprodukte werden entsprechend der Weiterverarbeitungsbedingungen einem mit hochfrequenten elektromagnetischen Wellen durchstrahlten stetig oder satzweise arbeitenden und mit Mikrowellenstrahlern ausgestatteten Aggregat (7) zur Mikrowellentrocknung aufgegeben und können danach direkt einer Verladeeinrichtung zugeführt werden.

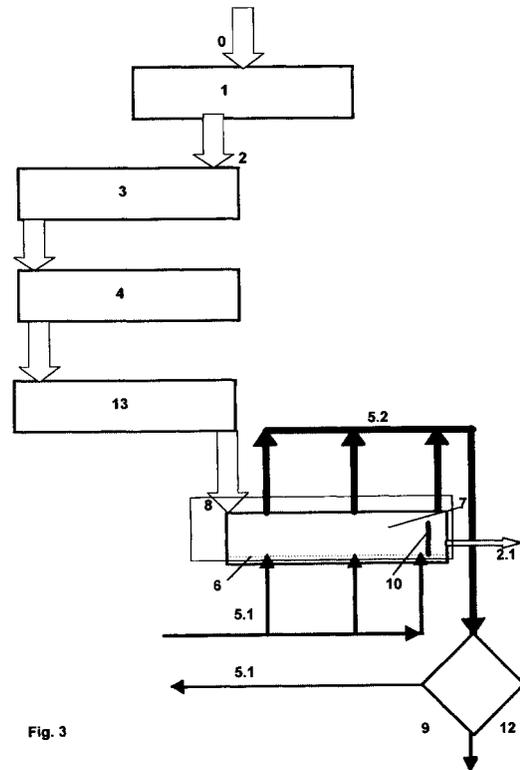


Fig. 3

EP 1 130 139 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf das technische Gebiet der Gewinnung und Aufbereitung nachwachsender faserhaltiger Rohstoffe.

Nahe des Ernteortes sind Behandlungsmaßnahmen betreffend dieser Rohstoffe nötig, um sie auf nachfolgende stoffliche und/oder energetische Verwertungen incl. Transport- und/oder Umschlagprozesse vorzubereiten. Dies können solche Verfahrensstufen wie Grobzerkleinerung, Trocknung und ggf. Zerfaserung sein. Allgemein bekannt ist, dass die Ernte und selbst die ersten Schritte für die Verwertung nachwachsender faserhaltiger Rohstoffe gegenwärtig räumlich getrennt sind, weil einerseits die zum Erntezeitpunkt vorhandene Restfeuchte der Rohstoffpflanzen und ihr in bezug auf zentral gelegene Verwertungskapazitäten dezentraler Anbau eine schnelle Weiterverarbeitung ausschließen. Durch bisher gebräuchliche Methoden der Erntegutbehandlung wie z.B. natürliche Trocknung vor oder nach Bündelung des Materials vor dem Transport zu Weiterverarbeitungskapazitäten sind zeitaufwendig, lasten einzusetzende Transportkapazitäten schlecht aus und erfordern auch beim Weiterverarbeiter variable technische Lösungen für die Annahme, Zwischenlagerung und Weiterverarbeitung. Die Aufbereitung nachwachsender faserhaltiger Rohstoffe wird maßgeblich dadurch beeinflusst, wie, wo und welcher Weiterverwertung sie zugeführt werden. Zum Beispiel werden Hölzer aller Art in der Regel im Forst manuell oder mit mechanischen Hilfsmitteln (bis hin zu Erntemaschinen mit Entastungs- und Entrindungsfunktion sowie Teilung in vorgegebene Stammabschnitte) eingeschlagen, dann zu zentralisierten Anlagen zwecks Weiterverarbeitung (Sägen, Spalten, Zerschnitteln u.a.m.) transportiert und meistens vor der Endverarbeitung einer natürlichen Langzeit-Lufttrocknung oder einer technischen (Schnell-)Trocknung unterzogen, um die beim Anwender erforderlichen bzw. zulässigen Feuchtwerte einzustellen. Eine Ausnahme bilden in diesem Zusammenhang dünne bei Ausforstungsmaßnahmen anfallende Stangen und in speziellen Plantagen herangezogene schnellwachsende Hölzer, die als erntefrische feuchte Hackschnitzel mit dem Ziel der Energiegewinnung direkt in entsprechende Verbrennungsanlagen verbracht werden. Speziell als Faserpflanzen angebaute nachwachsende Rohstoffe (z.B. Hanf) werden häufig mit Mähmaschinen oder von Hand abgeerntet, meistens dezentral (noch auf der Anbaufläche) luftgetrocknet und dann einer zentralen Faseraufbereitung zugeführt. In jedem Fall bestehen witterungsabhängige Risiken für den Verderb des Erntegutes, es werden zusätzliche Kosten für den technologisch überflüssigen Wassertransport (im feuchten Erntegut) anfallen und darüber hinaus tritt durch das Belassen nicht verwertbarer organischer Teile am Anbau- und Ernteort ein erheblicher Verlust an Biomasse ein. In diesem Zusammenhang ist die Erfahrungstatsache zu berücksichtigen, daß erntefrische

nachwachsende faserhaltige Rohstoffe ohne eine witterungsunabhängige Trocknung vor Transport und Weiterverarbeitung nicht für längere Zeiträume (im Sinne von > 1 Woche) lagerfähig sind, weil in der Pflanzenmasse immer enthaltene Stärkebestandteile bei Feuchtigkeitsgehalten oberhalb des lufttrockenen Zustandes (Wassergehalt $\geq 15\%$) die Ansiedlung von Schimmelpilzen begünstigen und dadurch Qualitätseinbußen bis hin zum völligen Verderb des Materials bewirken. Darüber hinaus ist zu beachten, daß zumindest die Zerkleinerung als 1. Aufbereitungsstufe der erntefrischen nachwachsenden faserhaltigen Rohstoffe mit wesentlich niedrigeren spezifischen Energieverbräuchen und geringeren Verschleißwirkungen an den Zerkleinerungswerkzeugen der Vorzerkleinerungsmaschinen durchgeführt werden könnte. Diese generelle Einschätzung gilt auch für Bambus und ähnliche Rohstoffe der bzw. die in den überwiegend tropischen und subtropischen Anbaugebieten bei erforderlichen Transport-, Lagerungs-, Umschlags- und Weiterverarbeitungsprozessen nur dann vor der schnellen Besiedelung durch Schimmelpilze bewahrt werden können, wenn eine Trocknung auf Feuchtwerte $< 15\%$ gesichert ist. Unter dem Aspekt des Umganges mit nachwachsenden faserhaltigen Rohstoffen kommt den Kosten für Aufbereitung und Transport sowie der Erhaltung der Faserqualität besondere Bedeutung zu. Die heute noch gebräuchliche räumliche Trennung von Ernte, erster Verarbeitungsstufe mit Trocknung und ggf. Zwischenlagerung sowie anschließende (ein- und/oder mehrstufige) Zerkleinerung vor der Fasergewinnung ist mit hohen Kosten belastet, und kann die gewonnenen Rohstoffe dem Verderb preisgeben. Ganz besonders gilt diese Kosteneinschätzung für die Vorzerkleinerung und für die Rohstofftrocknung. Beim derzeitigen Stand der Technik zur Rohstofftrocknung hat man zu beachten, daß die Bindung der Feuchtigkeit an das zu trocknende Gut sich sehr unterschiedlich auf den Trocknungsverlauf auswirken kann. Zu Beginn des Trocknungsprozesses haftet noch ein großer Teil der Feuchtigkeit auf der Oberfläche des Rohstoffes. Dieser wirkt lediglich als Feuchtigkeitsträger und die Menge der abzuführenden Feuchtigkeit durch z.B. durch die über die Oberflächen strömende heiße Luft ist nur abhängig vom Dampfdruck der Flüssigkeit. Wenn wie bei konventionellen Trocknungsverfahren üblich, die im Inneren des Gutes eingeschlossene Feuchtigkeit z.B. durch Kapillarwirkung und Porengrößen daran gehindert wird, an die Gutoberfläche zu gelangen, kann das Absinken der Trocknungsgeschwindigkeit nur durch eine energetisch an sich unzumutbare Temperatursteigerung kompensiert werden, siehe hierzu: Adolphi u.a.: "Grundzüge der Verfahrenstechnik", S. 224 ff, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig 1974. Die ständige Nachführung der überschüssigen Feuchtigkeit aus dem Innern des nachwachsenden Rohstoffes bei gleichzeitiger Einhaltung optimaler Bedingungen für ihre Abführung von der Rohstoffoberfläche kann beim derzeitigen Stand der Technik der hierfür

angewandten Trocknungsmaßnahmen nicht gewährleistet sein. Konventionelle Schüttgutrockner wie Trommel-, Kaskaden- oder Tellerrockner, aber auch herkömmliche Wirbelschichtrockner sind dazu nicht in der Lage, weil sie trotz intensiver Umlagerungsvorgänge des Trockengutes die den Wärme- und Stoffübergang begünstigende Ableitung der Feuchtigkeit aus dem Inneren der zu trocknenden Teilstücke nicht beeinflussen können, andererseits aber beliebige die Trocknungsgeschwindigkeit erhöhende Temperatursteigerungen des Trocknungsmediums wegen der sonst eintretenden thermischen Schädigungen der Faserkomponenten des Trockengutes auszuschließen sind.

[0002] Von den Mängeln und deren Ursachen des oben dargestellten Standes der Technik ausgehend, liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, nachwachsende faserhaltige sowie in einem bestimmten Maße wasserhaltige Rohstoffe durch die kombinierte Anwendung von Verfahrensstufen der Zerkleinerung, Trocknung und ggf. Zerfaserung auf nachfolgende stoffliche und/oder energetische Verwertungen incl. Transport- und/oder Umschlagprozesse vorzubereiten. Dabei soll es sich um eine Trocknung handeln, die erstens wegen der Gefahr des Verderbs dieser Rohstoffe, die gezwungenermaßen unter verderbbegünstigenden Bedingungen eine Zeit lang gehalten werden müssten, erforderlich ist, die zweitens einen schonenderen und effektiveren Verlauf auf niedrigem Temperaturniveau nimmt als bisherige herkömmliche Trocknungsmaßnahmen und somit für überhitzungsgefährdete nachwachsende Rohstoffe geeignet ist und die sich drittens mit einer Verarbeitung wie Zerkleinerung und/oder Faseraufbereitung aus diesen Rohstoffen apparatetechnisch und technologisch gut verketteten lässt. Im Hinblick auf eine solche v.g. Trocknung sind geeignete und angepasste Zerkleinerungs- und Zerfaserungskomponenten festzulegen, die eine Verkettung aller Verfahrensschritte erlauben und eine einheitliche und gemeinsame Zielstellung und Gesamtwirkung ermöglichen. Zum Verfahrensablauf soll auch eine dazu fähige Anordnung geschaffen werden.

[0003] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass die erntefrischen aufzubereitenden nachwachsenden faserhaltigen Rohstoffe einem modularen System zugeführt werden, in dem eine modulweise Be- und/oder Verarbeitung mittels jeweils zugehöriger, eine bestimmte Be- bzw. Verarbeitung realisierender Anordnungsmodule vorgenommen wird. Die Be- und Verarbeitungsmodule sind wahlweise miteinander hinsichtlich des Stoffflusses verkettet und setzen sich aus transportablen, somit umsetzbaren, Containern zusammen, in die energetisch autarke Maschinen- bzw. Anlagenkomponenten fest installiert sind. Dieses Modulsystem lässt sich an jedem denkbaren Ort aufstellen. Insbesondere ist es dafür gedacht, möglichst nahe am Ernteort aufgestellt zu werden, z.B. insbesondere in Wäldern, auf Plantagen oder auf Feldern und Wiesen, aber auch auf Flächen der Industrie und des Gewerbes. Dieses mo-

dulare Be-/Verarbeitungssystem zerkleinert, trocknet und zerfasert die erntefrischen faserhaltigen Rohstoffe, zum Beispiel Bambus, und stellt somit Zwischenprodukte her, welche in weiteren Gewinnungsverfahren für Natur- bzw. Naturverstärkungsfasern eingesetzt werden können. U.U. stellt dieses modulare System Faser-Endprodukte her.

Weiterhin erfindungsgemäß werden einem ersten Verarbeitungs- und Anordnungsmodul, dem Grob- bzw. Vorzerkleinerungs- und Trocknungsmodul, der bei örtlich gegebener Notwendigkeit auch noch in zwei einzelnen, miteinander verketteten selbstständigen Modulen, den Zerkleinerungsmodul und den Trocknungsmodul, aufstellbar ist, stangen- und/oder halmförmige faserhaltige organische Rohmaterialien, insbesondere Bambusstücke, zugeführt und mittels Trommelhacker bzw. durch ziehenden Schnitt in' Hackschnitzel mit Einzelstücklängen von 20 bis 70 mm vorzerkleinert. Über notwendige Fördermittel, wie Schurre und Dosierrinne, werden diese Hackschnitzel dem Trocknungsbereich, damit einer geeigneten Siebbodenanordnung, einem technologischen und apparativen Bestandteil der Trocknung, zugeführt. Alternativ kann vor der Siebbodenanordnung noch eine Zerfaserungseinrichtung vorgesehen sein. Im Bereich der Siebbodenanordnung, die von Trocknungsluft derart durchströmt wird, dass die Hackschnitzel durch diese aufgewirbelt, wenigstens aber aufgelockert werden, sind in räumlicher Anordnung um den Siebboden bzw. die Siebböden herum an sich durch die EP 0 807 235 und die DE 297 06 207 U1 vorbekannte Mikrowellensender bzw. -strahler, die durch einen oder mehrere Mikrowellengenerator(en) gespeist werden, angeordnet. Diesem Trocknungsbereich im Grob- bzw. Vorzerkleinerungs- und Trocknungsmodul, der sich auch als Schleuder- und Wirbelschichtrocknersystem darstellt, sind Luftumwälz- und Luftentfeuchtungseinrichtungen zugeordnet. Den Schleuder- und Wirbelraum durchdringen die hochfrequenten elektromagnetischen Wellen der Mikrowellenstrahler, wobei eine Erwärmung des zu trocknenden Gutes von innen heraus erfolgt, d. h. das Wasser im zu trocknenden Gut erwärmt sich und es kommt im zu trocknenden Gut zu nach außen gerichteten Wasserdampfdiffusionsströmen, wodurch letztendlich die auch regelbare schonende und viel effektivere Trocknung bei niedrigem Temperaturniveau als bei herkömmlichen Trocknungsverfahren vorteilhaft bewirkt wird. Eine weitere vorteilhafte Wirkung ergibt sich bei dieser Trocknungsverfahrensstufe darin, dass damit dem mikrowellenbeaufschlagten Trocknungsbereich eine technologische Doppelfunktion zugewiesen wird, nämlich die der trockenungsrelevanten Feuchtigkeitsaustreibung aus dem aufgegebenen Material und die der Vernichtung von ggf. im Aufgabematerial befindlichen tierischen Schädlingen. Dem Grob- bzw. Vorzerkleinerungs- und Trocknungsmodul ist ein Grob- und/oder ein Feinzerfaserungsmodul nachgeschaltet. Beide können je nach geforderter Zwischenproduktkonfiguration alternativ angeordnet und betrie-

ben werden, jedoch auch in Nacheinander-Anordnung. Eine Verkettung der Container zum erforderlichen Stofffluss ist dabei gegeben. Der Grobzerfaserungsmodul bereitet das Hackschnitzelgut mit Hilfe von Reib- und Scherbeanspruchung auf. Apparativ kommen dabei schnelllaufende Scheibenmühlen mit verstellbarer Scheibenspaltweite in Betracht. Nach einer Zyklon-Schlauchfilter-Kombination und einer Klassiereinrichtung kommt das entweder fertige Zwischenprodukt aus bereits diesem Modul zum Ausstoß und zur Verladung oder kann über einen weiteren, verketteten (Fein-)Zerfaserungsmodul, gegebenenfalls einen abschließenden Nachzerfaserungsmodul, geführt werden und dann zur Verladung kommen.

Die Grundgedanken der mit der EP 0 807 235 und insbesondere mit der DE 297 06 207 U1 von Steinbach und anderen entwickelten Mikrowellentrocknung an pflanzlichen Stoffen, auch dort die Wassermoleküle mit Hilfe hochfrequenter elektromagnetischer Felder in Schwingungen zu versetzen und über die zugeführte Mikrowellenenergie eine schwingungsangeregte aber dennoch schonende Eigenwärmerzeugung des Wassers zu bewirken, die letztlich das Entstehen von nach außen gerichteten Wasserdampfdiffusionsströmen bewirkt, kann zu einer bei Überhitzungsgefährdeten nachwachsenden Rohstoffen sinnvollen schonenden Trocknung auf niedrigem Temperaturniveau genutzt werden. Wie Mikrowellentrocknungsversuche mit stangenförmigem Bambus ($l \leq 2.000 \text{ mm}$) und Bambushackschnitzeln ($l \leq 30 \text{ mm}$) gezeigt haben, ist bei gleicher Aufgabeeuchte (Wassergehalt $\geq 25 \%$) die Wasseraustreibung aus den Hackschnitzeln wesentlich intensiver, so daß anstelle der bei konventioneller Rohstoffaufbereitung überwiegend praktizierten Ganzpflanzen- oder Halm-trocknung mit der nachfolgenden Zerkleinerung der Trockengutes zuerst die Grobzerkleinerung des feuchten Rohmaterials (Hackschnitzelherstellung) und anschließend die dafür ausgelegte Mikrowellentrocknung anlagenseitig und technologisch zu realisieren sind. Auf den Oberflächen der mikrowellenbestrahlten Hackschnitzel austretender Wasserdampf soll so schnell wie möglich abgeführt werden. Hierzu müssen sehr intensive Wärme- und Stoffübergangsbedingungen realisiert werden, die man am besten durch eine turbulente Umströmung der zu trocknenden Partikel in einer aus ihnen selbst bestehenden permanent umgelagerten Schicht, z. B. als Wirbelschicht erreichen kann.

[0004] Nachfolgende Ausführungsbeispiele sollen die Erfindung näher erläutern.

Hierbei zeigen

- Fig. 1: die Modulanordnung
 Fig. 2: den Modul I (1. Alternative) als Grob- bzw. Vorzerkleinerungs- und Trocknungsmodul
 Fig. 3: den Modul I (2. Alternative) als Grob- bzw. Vorzerkleinerungs- und Trocknungsmodul mit eingelagerter Zerfaserungseinrichtung
 Fig. 4: den Modul II als Grobzerfaserungsmodul

Fig. 5: eine Alternative zu einem Zerfaserungsmodul, u.U. als Feinzerfaserungsmodul

- [0005]** Die Figur 1 zeigt das gesamte erfinderische Modulsystem mit hier den Modulen I bis V, welches in weiteren vorteilhaften Ausgestaltungen bestehen kann; somit diese Darstellung keine abschließende ist. Das 1. Ausführungsbeispiel betrifft die in einem Aufbereitungsmodul zu installierenden Ausrüstungen zur Vor- bzw. Grobzerkleinerung der faserhaltigen nachwachsenden Rohstoffe (hier insbesondere Bambus) und die mit ihnen zu erreichende direkte Verknüpfung von Zerkleinerung und Mikrowellentrocknung (Vor- bzw. Grobzerkleinerungs- und Trocknungsmodul i). Dabei kommt gemäß Figur 2 ein an sich bekannter schnelllaufender Trommelhacker 1 mit verstellbarer Trommeldrehzahl zum Einsatz, um die Hackschnitzellänge entsprechend anwendungstechnischer Forderungen zwischen 20 und 70 mm verstellen zu können. Dabei ist der vorzugsweise im ziehenden Schnitt arbeitenden Hackertrommel zur Vergleichmäßigung der Naturfaserrohstoffaufgabe mindestens ein Einzugswalzenpaar vorgeschaltet. Aus Lärmschutzgründen hat man die Einhausung des Hackers in einer Schallschutzkabine vorgesehen. Die vom Trommelhacker ausgeworfenen Hackschnitzel 2 mit einstellbarer Länge werden über eine verstellbare Schurre 3 und eine Dosierrinne 4 einem schwach geneigten mit Trocknungsluft 5.1 durchströmten Siebboden 6 als Trocknerteil 7 aufgegeben, über dem vorzugsweise zur Freiraumapplikation gestaltete und zur Beeinflussung der an das Trockengut zu übertragenden Mikrowellenenergie regelbar ausgeführte Mikrowellenstrahler mit Mikrowellengenerator 8 angeordnet sind. Man beachte, daß dem mikrowellenbeaufschlagten Trocknungsbereich 7 eine technologische Doppelfunktion zugewiesen wird, nämlich die der trockenungsrelevanten Feuchtigkeitsaustreibung aus dem aufgegebenen Material und die der Vernichtung von ggf. im Aufgabematerial befindlichen tierischen Schädlingen. Durch den Siebboden 6 wird in Abhängigkeit von der aufgegebenen Hackschnitzelmenge und der gewünschten Trocknungsverhältnisse gering verdichtete Druckluft als verwirbelte Trocknungsluft 5.1 kontinuierlich hindurchgeblasen. Sie sorgt für die Auf- und Verwirbelung der kontinuierlich zugeführten Hackschnitzel 2. Nach Anreicherung mit Wasserdampf wird die Wirbelluft 5.2 einem äußeren Entfeuchtungssystem 9 zugeleitet. Zur Erfüllung unterschiedlicher Faseranwenderanforderungen hinsichtlich Gutfeuchtebereich mit $\varphi \leq 20 \%$ soll eine Regelung der Fertigguttemperatur und der Gutfeuchte installiert werden, die mittels Verweildauer des Trockengutes in der Wirbelschicht und Veränderung der Zuluftparameter die angestrebten variablen Endfeuchten in der Bambusfaseraufbereitung erreichen soll. Nach dem Erreichen der eingestellten Fertiggutfeuchte φ am Ende der im Durchlaufbetrieb arbeitenden Wirbelschicht wird das getrocknete Fertiggut über ein die Verweildauer in der Schicht regelndes verstellbares Wehr

10 ausgetragen; die entfeuchtete Trocknerluft 5.1 kann über ein nicht dargestelltes Druckerhöhungssystem im Kreislauf gefahren werden, während das Kondensat 12 aus dem äußeren Entfeuchtungssystem 9 entsorgt und das Trocken- oder Fertiggut 2.1 der weiteren Verarbeitung zugeführt wird.

Wenn gem. Fig. 3 unmittelbar im Anschluß an die Vorzerkleinerung die Hackschnitzel 2 einer Zerfaserungseinrichtung 13 zugeführt werden sollen, um ggf. im erntefrischen Zustand des Aufgabematerials eine energiesparende und geringere Staubemissionen verursachende Zerfaserung zu erreichen, muß das Vorzerkleinerungs- und Trocknungsmodul modifiziert werden. Der Trocknerteil 7 ist dann der Zerfaserung 13 nachzuschalten, und im Modul I (2. Alternative) werden Vorzerkleinerung und Grobzerfaserung technologisch direkt miteinander verbunden, siehe Figur 3. Insbesondere bei beabsichtigten Hackschnitzel- und/oder Faserlieferungen an sehr weit vom Anbau- und Erstaufbereitungsort ansässige Abnehmer ist zu beachten, daß die Mikrowellenbehandlung des vorzerkleinerten faserhaltigen Rohstoffes, insbesondere bei Bambus, neben dem Trocknungseffekt auch die vollständige Ausschaltung der am und/oder im Rohstoff lebenden tierischen Schädlinge bewirkt. Deshalb kommt der Ermittlung der für die Anwendung der Trocknung (und Holzschädlingsbekämpfung) mittels Mikrowellentechnik zweckmäßigsten Stückgrößen bzw. Stückgrößenverteilung besondere Bedeutung für die Bambusaufbereitung zu.

Das 2. Ausführungsbeispiel betrifft die in einem Grobzerfaserungsmodul II zu installierenden Ausrüstungen. Dieses Modul wird dem Grob- bzw. Vorzerkleinerungs- und Trocknungsmodul 1 nachgeschaltet. Die faserhaltigen nachwachsenden Rohstoffe sollen mit Hilfe von Reib- und Scherbeanspruchungen aufbereitet werden. Dabei kommt gemäß Figur 4 eine an sich bekannte schnelllaufende Scheibenmühle 14 mit verstellbarer Scheibenspaltweite zum Einsatz. Die Hackschnitzel mit unterschiedlicher Länge zwischen 20 und 70 mm werden axial dem Spalt zwischen den mit hoher Umfangsgeschwindigkeit umlaufenden Mahlscheiben 15 zugeführt, wobei in Abhängigkeit von der aktuellen Hackschnitzellänge eine mehr oder weniger große Verstellbarkeit der Neigung des Zuführungsrohres sinnvoll sein kann. Die am Scheibenumfang abgeschleuderten Zerfaserungsprodukte werden über eine Zyklon-Schlauchfilter-Kombination 16, 17 abgesaugt, dort weitgehend abgeschieden und einer nachfolgenden ebenfalls bekannten Klassiereinrichtung 18, meistens mit Schwing-sieben ausgerüstet, zur Aufteilung in mehrere Fraktionen unterschiedlicher Partikellänge (z.B. Unterkorn 19.1, Fertiggut 19.2 und Überkorn 19.3) zugeführt. Dabei ist zu beachten, daß insbesondere feinteilige Bambusfasern bei Feuchtigkeitsgehalten $\geq 15\%$ zur Agglomeration während des Siebprozesses neigen und daß man dem entweder durch Trocknung der Hackschnitzel auf Aufgabefeuchten $< 15\%$ und/oder mechanische Siebhilfsmittel wie die bekannten Klopfböden mit Gum-

miballeinlagen zuvorkommen kann. Zu beachten ist, daß insbesondere bei größeren Scheibenmühlen durch fertigungsbedingte Grenzen Mahlspaltweiten $s \ll 1,0$ mm nicht realisierbar sind, d.h. eine weitgehende Feinerzferung ist nur durch Verwendung mehrerer kleiner Scheibenmühlen bei $s \geq 0,2 - 0,3$ mm zu erreichen.

[0006] Das 3. Ausführungsbeispiel (Figur 5) betrifft eine Alternativlösung zum 2. Ausführungsbeispiel. Hier ist die sofortige Feinerzferung der faserhaltigen nachwachsenden Rohstoffe mit Hilfe eines Extruders vorgesehen. Dabei kommt ein an sich bekannter Schneckenextruder 20 zum Einsatz. Experimentell überprüfte Möglichkeiten zur Variation der Mahlgutfeinheit sind ein Schneckenantriebssystem mit verstellbarer Schneckendrehzahl, austauschbare Extruderschnecken mit unterschiedlicher Steigung und die mechanische Verstellung des Austragsquerschnittes zur Beeinflussung des Druckaufbaus im Extruderinnenraum. Dabei ist zu beachten, daß nach der Zerfaserung in der Regel nur noch die Abtrennung des Überkorns 19.3 auf einer als konventionelle Siebmaschine ausgeführten Klassiereinrichtung 18 zur Kreislaufführung (als Wiederaufgabe auf den Extruder 20) nötig ist. Die konventionelle Unterkornfraktion 19.1 fällt bei der Zerfaserung im Extruder 20 nur in geringem Umfang an und wird gemeinsam mit dem Fertiggut 19.2 ausgetragen.

Das 4. Ausführungsbeispiel bezieht sich auf den Einsatz von an sich bekannten schnelllaufenden Spanmühlen zur Zerfaserung des Aufgabegutes, bei denen zur Reaktion auf wechselnde Bewegungsbahnen des in Abhängigkeit vom späteren Einsatzzweck auf unterschiedliche Einzelstücklängen grobzerkleinerten Aufgabegutes 2 bei Einleitung des Spaltvorganges am inneren Rand des rotierenden Mühlenrades eine Anpassung der Zerkleinerungswerkzeuge erfolgt. Hierzu sind die an sich bekannten, überwiegend mit meißelförmigen Schneiden ausgeführten Zerspannungswerkzeuge an die variablen Zerkleinerungsbedingungen derart anzupassen, dass die Schneidengeometrie und die Schneidenstellung mit den geometrischen Abmessungen des Aufgabegutes 2 abgestimmt werden.

Patentansprüche

1. Anordnung zur Gewinnung und Aufbereitung von nachwachsenden faserhaltigen Rohstoffen, **dadurch gekennzeichnet**, dass einzelne Be- und/oder Verarbeitungsstationen gebildet sind, diese als einzelne eigenständige Module hinsichtlich des Stoffflusses miteinander verkettet angeordnet sind, dass damit ein Modulsystem gebildet ist, dass die eigenständigen Module jeweils eine spezielle eigenständige Be- und/oder Verarbeitungsaufgabe zu erfüllen haben und dass dieses Modulsystem eine Be- und/oder Verarbeitung der auf den in der Verfahrensabfolge ersten Modul (I) aufgegebenen nachwachsenden faserhaltigen Rohstoffe (0) in

Form von zerkleinern und trocknen oder zerkleinern, trocknen und zerfasern beinhaltet.

2. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die jeweilige spezielle eigenständige Beund/oder Verarbeitungsaufgabe dadurch festgelegt und realisiert ist, dass in die modularen Stationen energetisch autarke, der jeweiligen Arbeitsaufgabe angepaßte, Maschinen- und/oder Anlagenkomponenten fest installiert sind. 5
3. Anordnung nach den Ansprüchen 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die jeweiligen modularen Stationen aus Containern oder ähnlichen Einhausungs- und/oder Trägermitteln, die transportabel und damit umsetzbar sind, gebildet sind. 10
4. Anordnung nach den Ansprüchen 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Modul des Systems, der Grob- oder Vorzerfaserungs- und Trocknungsmodul (I) einen Trommelhacker (1), Förder- und Übergabe- sowie Dosiereinrichtungen wie Schurre (3) und Dosierrinne (4), eine Siebbodenanordnung (6), im Trocknungsbereich (7), d.h. im Bereich der Siebbodenanordnung (6), räumlich darum herum angeordnete Mikrowellenstrahler, die über einen oder mehrere Mikrowellengenerator(en) (8) versorgt werden, und Luftumwälz- und Luftentfeuchtungseinrichtungen (9) im und nach dem Trocknungsbereich (7) enthalten. 20 25 30
5. Anordnung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass in den Grob- oder Vorzerkleinerungs- und Trocknungsmodul (I) zwischen der Dosierrinne (4) und der Siebbodenanordnung (6) eine Zerfaserungseinrichtung (13) geschaltet ist. 35
6. Anordnung nach den Ansprüchen 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Grob- oder Vorzerkleinerungs- und Trocknungsmodul (i) in zwei separate Module, einen Grob- oder Vorzerkleinerungsmodul (I/1) und einen Trocknungsmodul (I/2) aufgeteilt sein kann, wobei die apparativen Einrichtungen (1) bis (4) oder (1) bis (13) dem Grob- oder Vorzerkleinerungsmodul (I/1) zugehörig und die apparativen Einrichtungen (4) bis (9) dem Trocknungsmodul (I/2) zugehörig sind.. 40 45
7. Anordnung nach den Ansprüchen 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem Grob- oder Vorzerkleinerungs- und Trocknungsmodul (1) oder den Modulen (I/1) und (I/2) wahlweise ein Grobzerfaserungsmodul (II) und/oder ein Feinzerfaserungsmodul (III) nachgeordnet sind, wobei der Grobzerfaserungsmodul (II) mit Scheibenmühlen (14), Zyklon-Schlauchfilter-Anordnung (16, 17) und Klassiereinrichtung (18) ausgerüstet ist, der Feinzerfaserungsmodul (III) mit, dem Fachmann verständlichen, analogen Zerfaserungseinrichtungen ausgerüstet ist und alternativ beide mit Schneckenextruder (20) oder mit nicht dargestellten Spanmühlen und Klassiereinrichtung (18) ausgerüstet sein können. 50 55
8. Anordnung nach den Ansprüchen 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass den wahlweise schaltbaren Grob- und Feinzerfaserungsmodulen (II, III) ein Nachzerfaserungsmodul (IV) mit analoger Zerfaserungstechnik und/oder wahlweise ein Verladungsmodul(V) nachgeschaltet ist/sind.
9. Verfahren zur Gewinnung und Aufbereitung von nachwachsenden faserhaltigen Rohstoffen, **dadurch gekennzeichnet**, dass diese Rohstoffe (0) einem gebildeten modularen System zugeführt werden, in welchem eine modulweise Be- und/oder Verarbeitung mittels jeweils zugehöriger, eine jeweilige bestimmte Be- und/oder Verarbeitungsstufe ermöglichende Be- und/oder Verarbeitung realisiert wird, wobei die Be- und/oder Verarbeitungsmodule wahlweise miteinander hinsichtlich des Stoffflusses verkettet sind, daß diese Be- und/oder Verarbeitungsmodule die aufgegebenen Rohstoffe (0) zerkleinern und trocknen oder zerkleinern, trocknen und zerfasern und somit Zwischen- oder Endprodukte als für verschiedene Anwendungen einsetzbare Naturfasern herstellen.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass einem ersten Be- und Verarbeitungsmodul, dem Grob- oder Vorzerkleinerungs- und Trocknungsmodul (I), der bei örtlich gegebener Notwendigkeit auch noch in zwei einzelnen, miteinander verketteten, selbstständigen Modulen als Zerkleinerungsmodul (I/1) und Trocknungsmodul (I/2) aufstellbar ist, stangen- und/oder halmförmige faserhaltige Rohmaterialien (0) zugeführt werden, in diesem/diesen Modul/Modulen mittels Trommelhacker (1) bzw. durch ziehenden Schnitt in Hackschnitzel (2) vorzerkleinert werden, dass diese Hackschnitzel (2) über Förder- und Dosiermittel (3, 4) in den Trocknungsbereich (7) mit Siebbodenanordnung (6) befördert werden, dass diese Hackschnitzel (2) im Trocknungsbereich (7) mittels Trocknungsluft (5.1) derart umströmt werden, dass eine Auflockerung der Hackschnitzelschicht auf der Siebbodenanordnung oder Aufwirbelung der Hackschnitzel insgesamt erfolgt, dass diese aufgelockerten oder aufgewirbelten Hackschnitzel (2) im Trocknungsbereich (7) durch eine räumliche Anordnung von Mikrowellenstrahlern einem Mikrowellenfeld ausgesetzt werden, wodurch eine Erwärmung des im Rohstoff enthaltenen Wassers und damit eine Wasserdampfdiffusion eintritt, die mittels der strömenden und wirbelnden Trock-

nungsluft (5.1) und dem in diesem Modul angeordneten Entfeuchtungssystem (9) aufgenommen und abgeführt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, 5
dadurch gekennzeichnet, dass die Hackschnitzel (2) in Einzelstücklängen von 20 bis 70 mm vorzerkleinert werden und mittels Schurre (3) und Dosierrinne (4) entweder in den Trocknungsbereich (7) befördert werden oder alternativ dazu vorher noch 10
 einer Zerfaserung (13) unterzogen werden, die sich auch außerhalb dieses modularen Systems befinden kann.
12. Verfahren nach Anspruch 9, 15
dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungsprodukte nach dem Grob- oder Vorzerkleinerungs- und Trocknungsmodul (I) oder den Modulen I/1 und I/2 wahlweise einem Grobzerfaserungsmodul (II) und/oder einem Feinzerfaserungsmodul (III) 20
 zugeführt werden, wobei der Grobzerfaserungsmodul (II) mittels Scheibenmühlen (14), Zyklon-Schlauchfilter-Anordnung (16, 17) und Klassiereinrichtung (18) die Produkte verarbeitet und der Feinzerfaserungsmodul dies mit analogen, dem Fachmann 25
 bekannten Zerfaserungseinrichtungen vornimmt, wobei auch alternativ diese Verarbeitung mit Schneckenextrudern (20) oder nicht dargestellten Spanmühlen und Klassiereinrichtungen (18) vorgenommen werden kann. 30
13. Verfahren nach Anspruch 12, 35
dadurch gekennzeichnet, dass die am Scheibenumfang der Scheibenmühle (14) abgeschleuderten Zerfaserungsprodukte gemeinsam entweder über die Zyklon-Schlauchfilter-Anordnung (16, 17) abgesaugt und danach dem Trocknungsbereich (7) mit anschließender Klassierung (18) zugeführt werden oder dass die Zerfaserungsprodukte gemeinsam 40
 mit der Förderluft aus der Zerfaserungsmaschine (14) direkt in den Trocknungsbereich überführt werden.
14. Verfahren nach Anspruch 12, 45
dadurch gekennzeichnet, dass eine einstufige Zerfaserung in einem an sich bekannten Schneckenextruder (20) überwiegend als Kombination von vorzugsweise scherender Beanspruchung der aufgegebenen Hackschnitzel (2) untereinander und mit den feststehenden Gehäusewandungen sowie 50
 der Oberfläche der mindestens zwei im Extruder vorhandenen gegenläufig mit geringer Drehzahl von $\leq 100 \text{ min}^{-1}$ relativ langsam bewegten Extruderschnecken mit in axialer Richtung konstanter oder variabler Schneckensteigung bei einzustellendem 55
 Rückstau durch Drosselung des Austragsquerschnittes des Extruders zwischen 10 und 50 % erfolgt, dass die an sich bekannten Effekte des Auf-

sprengens von Werkstoffverbunden durch Wasserdampf aus der Verdampfung des mit dem Aufgabegut zugeführten Wassers infolge des Druck- und Temperaturanstiegs durch die Verdichtungs- und Reibungserwärmung des Mahlgutes vor allem die Bildung von Feingutanteilen bewirken, dass durch den Schneckenextruder (20) seinerseits eine Beeinflussung des Druckaufbaus im Extruderinnenraum mit verstellbarer Schneckendrehzahl, durch austauschbare Extruderschnecken unterschiedlicher Steigung und mit einer Verstellvorrichtung zur Anpassung des Austragsquerschnittes vorgenommen wird und dass nach der Zerfaserung nur noch die Abtrennung des Überkorns (19.3) auf einer als konventionelle Siebmaschine ausgeführten Klassiereinrichtung (18) zur Wiederaufgabe auf den Extruder (20) nötig ist.

15. Verfahren nach Anspruch 12, 20
dadurch gekennzeichnet, dass die Zerfaserung des vorzerkleinerten Aufgabegutes (2) durch die Kombination von Spalt- und Scherbeanspruchung in einer an sich bekannten schnelllaufenden Spanmühle mit veränderlicher Schneidengeometrie am rotierenden Mühlenrad erfolgt und dass die Schneidengeometrie sowie die Schneidenstellung der an sich bekannten, überwiegend meißelförmig ausgeführten Zerspanungswerkzeuge an die veränderlichen geometrischen Abmessungen des Aufgabegutes (2) angepaßt werden. 30

16. Verfahren nach Anspruch 10, 35
dadurch gekennzeichnet, dass das einem schwach geneigten mit Trocknungsluft (5.1) durchströmten und als unterste Begrenzung einer Wirbelschicht im Trocknungsbereich (7) anzusehenden Siebboden (6) als Hackschnitzel (2) oder Zerfaserungsgut aufgegebene Trocknungsgut auf dem schwach geneigten Siebboden oder Rost (6) verwirbelt wird, wobei die dem Rost (6) zugeordneten ein oder mehrere vorzugsweise als Freiraumapplikator gestalteten Mikrowellenstrahler zur Beeinflussung der an das Trockengut zu übertragenden Mikrowellenenergie regel- und verstellbar ausgeführt sind, dass durch den Siebboden (6) in Abhängigkeit 40
 von der aufgegebenen Hackschnitzelmenge und der gewünschten Trocknungsverhältnisse gering verdichtete Druckluft als verwirbelte Trocknungsluft (5.1) kontinuierlich hindurchgeblasen wird und so für die Auf- und Verwirbelung der kontinuierlich oder 45
 satzweise zugeführten Hackschnitzel (2) gesorgt wird, dass nach Verlassen des Wirbelschichtbereiches die mit Wasserdampf angereicherte Wirbelluft (5.2) einem äußeren Entfeuchtungssystem (9) zugeleitet wird und dass zur Erfüllung unterschiedlicher Faseranwenderanforderungen hinsichtlich 50
 Gutfeuchtebereich mit $\varphi \leq 20 \%$ eine Regelung der Fertigguttemperatur und der Gutfeuchte vorgenom-

men wird

17. Verfahren nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet, dass durch die Verweildauer des Trockengutes in der mikrowellenbe- 5
 strahlten Wirbelschicht und durch Veränderung der
 Zuluftparameter die angestrebten variablen End-
 feuchten in der Faseraufbereitung, insbesondere in
 der Bambusfaseraufbereitung, erreicht werden und
 dass dazu nach dem Erreichen der eingestellten 10
 Fertiggutfeuchte φ am Ende der im Durchlaufbe-
 trieb arbeitenden Wirbelschicht das getrocknete
 Fertiggut über ein die Verweildauer in der Schicht
 regelndes verstellbares Wehr (10) ausgetragen 15
 wird sowie die entfeuchtete Trocknerluft (5.1) über
 ein Druckerhöhungssystem (11) im Kreislauf zu füh-
 ren ist.
18. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass das mit Mikrowel- 20
 lenstrahlern ausgerüstete Trocknungsbereich (7)
 ein- oder mehrstufig ausgeführt wird, dass die Fest-
 stofftrocknung satzweise oder kontinuierlich bis
 zum Erreichen der einstellbaren Fertiggutfeuchte
 erfolgt und dass der Feststofftransport vorzugswei- 25
 se pneumatisch im Gegenstrom und/oder quer zur
 Strömungsrichtung der Trocknungszuluft (5.1)
 stattfindet.

30

35

40

45

50

55

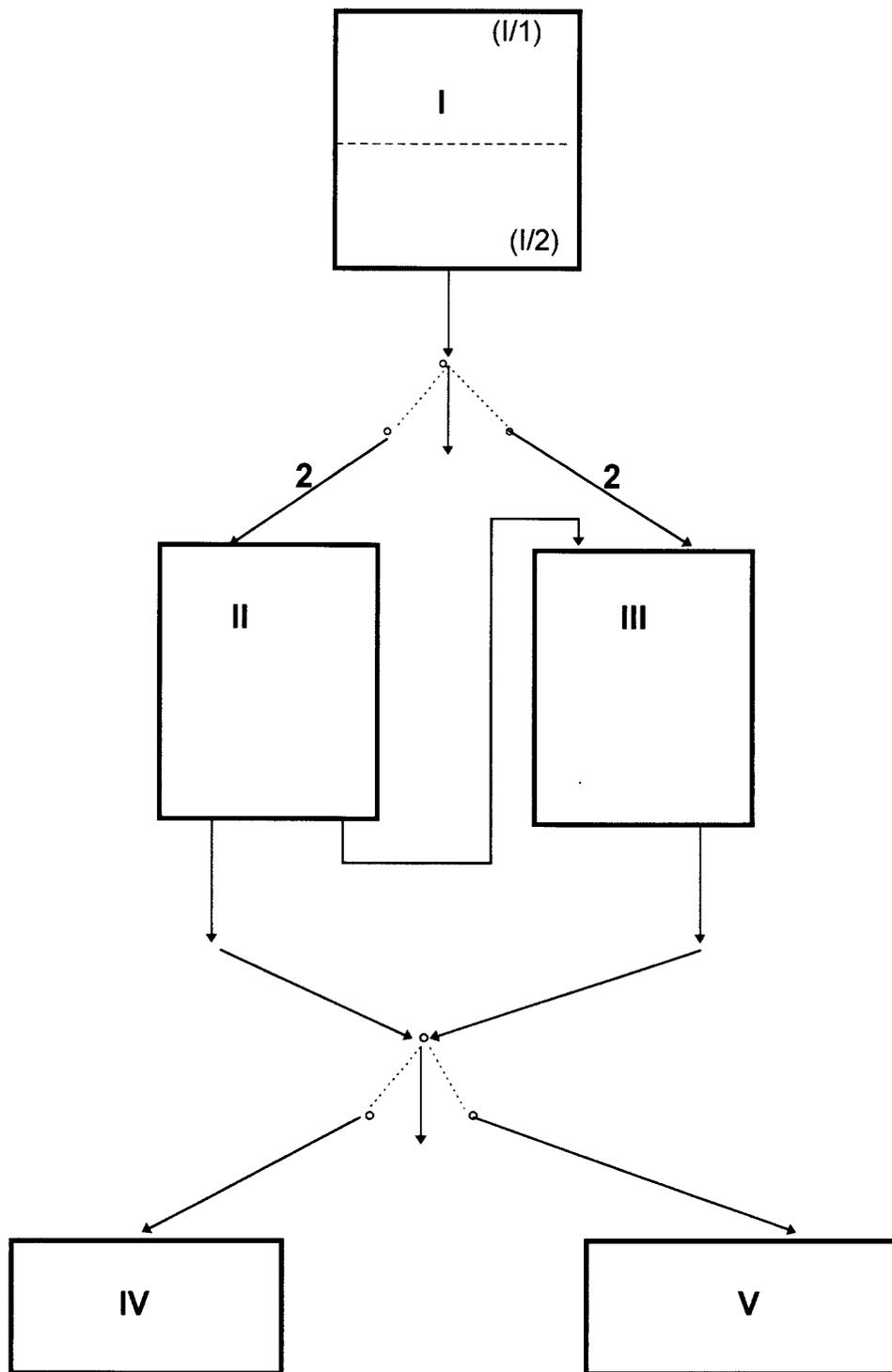


Fig. 1

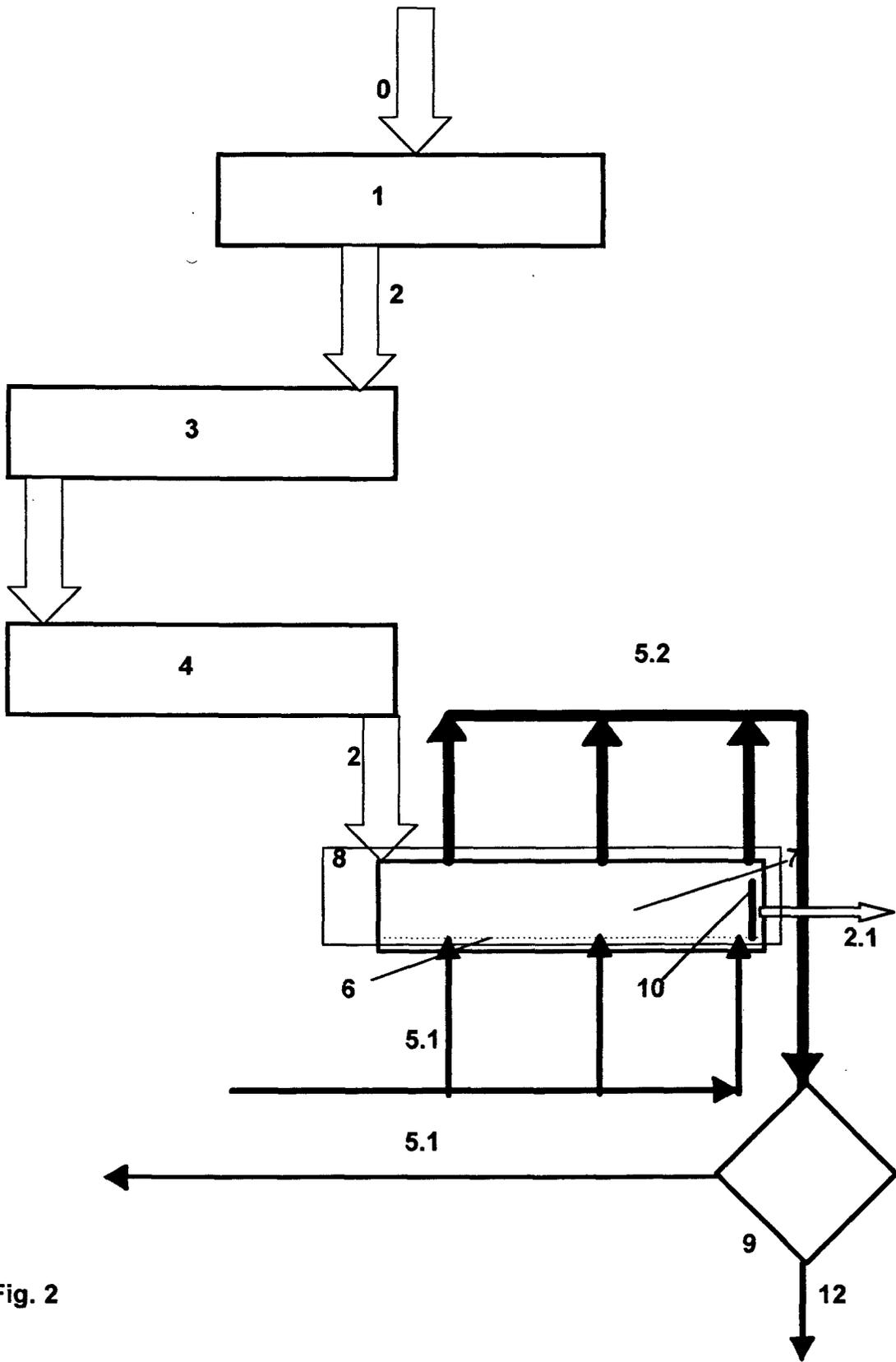


Fig. 2

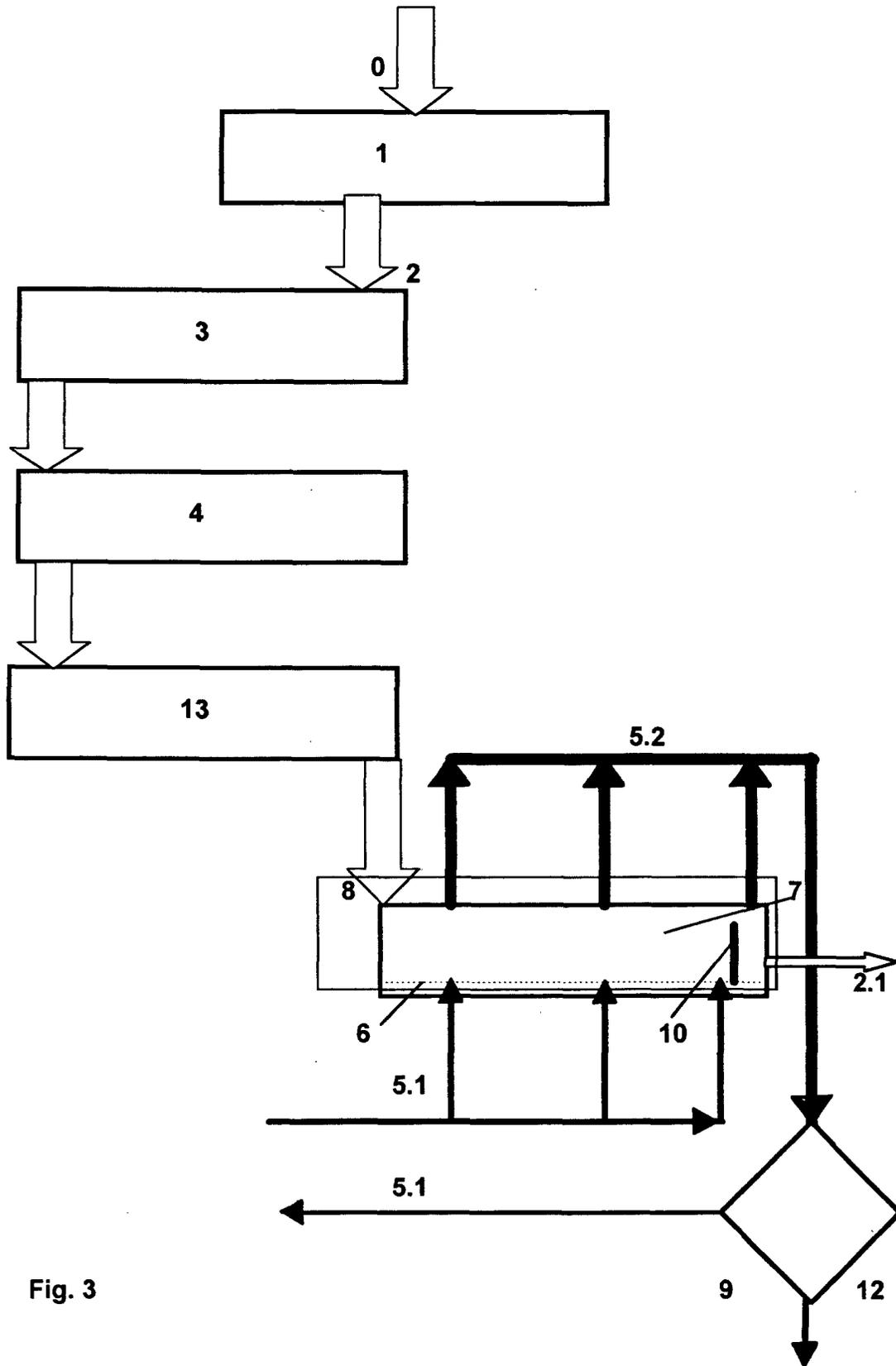


Fig. 3

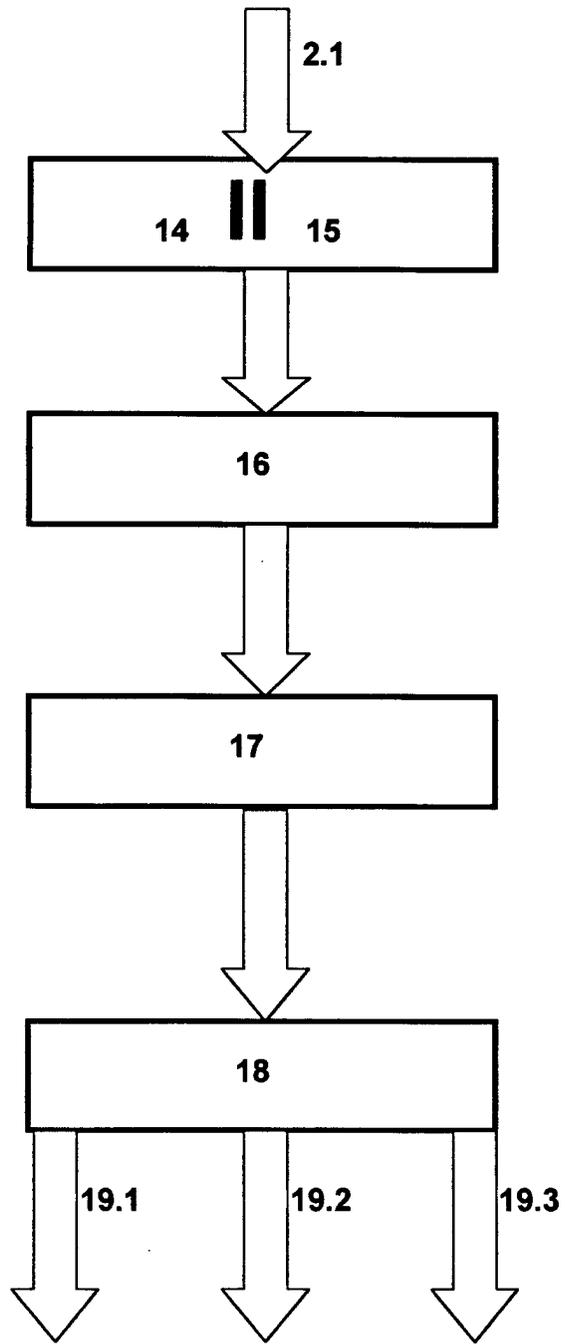


Fig. 4

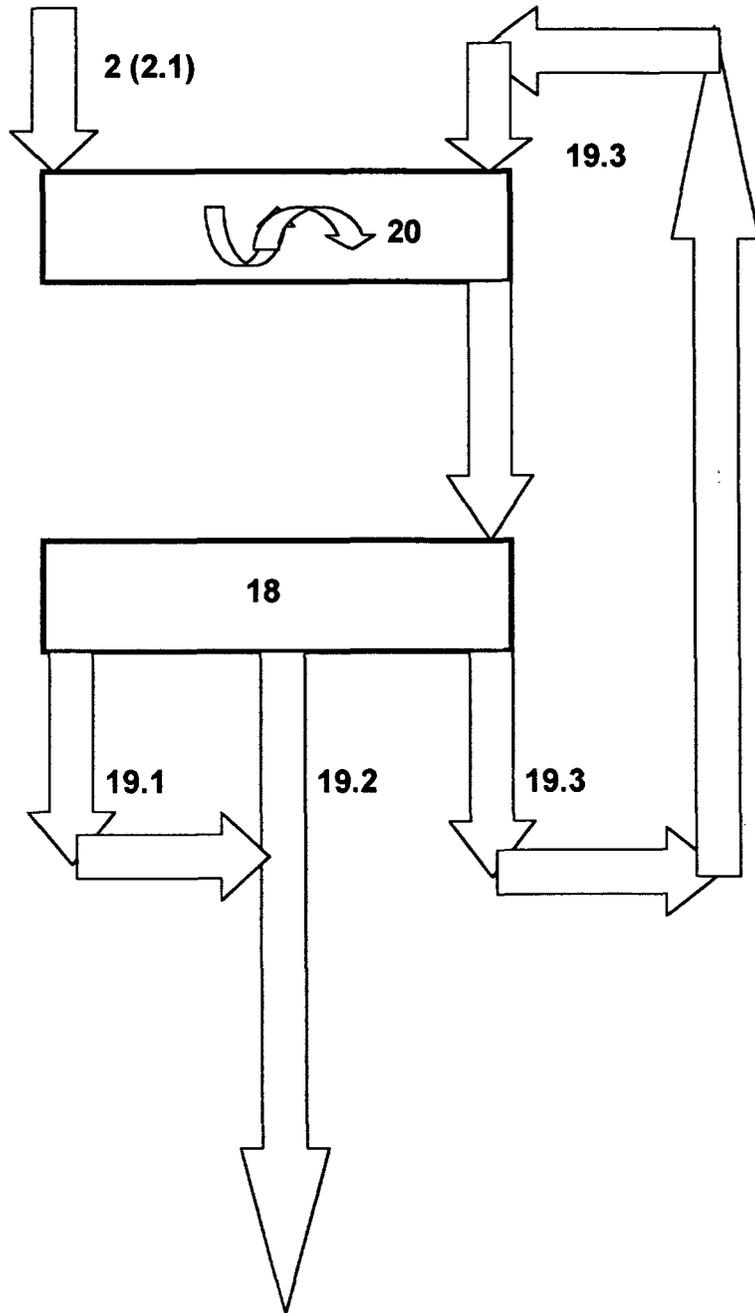


Fig. 5



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 00 25 0077

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE | | | |
|--|---|---|---|
| Kategorie | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile | Betrifft Anspruch | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7) |
| X | EP 0 971 065 A (RAUER, L.) 12. Januar 2000 (2000-01-12) * das ganze Dokument * | 1-3, 9 | D01B1/14 |
| Y | --- | 4-8, 10-12 | |
| Y | GB 2 303 152 A (ASK CORP.) 12. Februar 1997 (1997-02-12) * Seite 5 - Seite 18; Ansprüche 1-7; Abbildungen 1-3; Beispiele 1-9 * | 4-8, 10-12 | |
| A | US 2 939 181 A (CARY, J.E. ET AL) 7. Juni 1960 (1960-06-07) --- | | |
| A | US 3 464 877 A (MILLER, R.B. ET AL) 2. September 1969 (1969-09-02) * das ganze Dokument * | 1, 9 | |
| A | US 4 857 145 A (VILLAVINCENCIO, E.J.) 15. August 1989 (1989-08-15) * das ganze Dokument * | 1, 9 | |
| | | | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) |
| | | | D01B D01G D21B A01D D21C |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt | | | |
| Recherchenort DEN HAAG | | Abschlußdatum der Recherche 4. August 2000 | Prüfer Munzer, E |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE | | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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 | |
| 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 | | | |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 00 25 0077

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.

04-08-2000

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| EP 971065 A | 12-01-2000 | DE 19831433 A | 13-01-2000 |
| GB 2303152 A | 12-02-1997 | JP 9025145 A | 28-01-1997 |
| | | CN 1140121 A | 15-01-1997 |
| | | SG 67954 A | 19-10-1999 |
| | | US 6086804 A | 11-07-2000 |
| US 2939181 A | 07-06-1960 | KEINE | |
| US 3464877 A | 02-09-1969 | BE 667244 A | 16-11-1965 |
| | | DE 1660460 A | 14-01-1971 |
| | | FI 48613 B | 31-07-1974 |
| | | GB 1126492 A | |
| | | GB 1126493 A | |
| | | IL 23983 A | 29-01-1970 |
| | | JP 49042528 B | 15-11-1974 |
| | | JP 49004361 B | 31-01-1974 |
| | | NL 6509330 A | 24-01-1966 |
| | | OA 1775 A | 14-01-1970 |
| | | SE 328835 B | 21-09-1970 |
| US 4857145 A | 15-08-1989 | BR 8706421 A | 08-02-1989 |
| | | CN 1030624 A,B | 25-01-1989 |
| | | IN 171985 A | 06-03-1993 |
| | | PH 24134 A | 05-03-1990 |

EPO FORM P0461

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