



(11) **EP 4 464 841 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**20.11.2024 Patentblatt 2024/47**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**D21J 3/10<sup>(2006.01)</sup> D21J 7/00<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **24175323.5**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**D21J 3/10; D21J 7/00**

(22) Anmeldetag: **13.05.2024**

(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 ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**GE KH MA MD TN**

(72) Erfinder:  
• **Auer, Thomas**  
**83416 Saaldorf-Surheim (DE)**  
• **Rehrl, Hubert**  
**83317 Teisendorf (DE)**  
• **Rehrl, Josef**  
**83317 Teisendorf (DE)**  
• **Neuhofer, Heinz**  
**83395 Freilassing (DE)**

(30) Priorität: **16.05.2023 DE 102023112891**

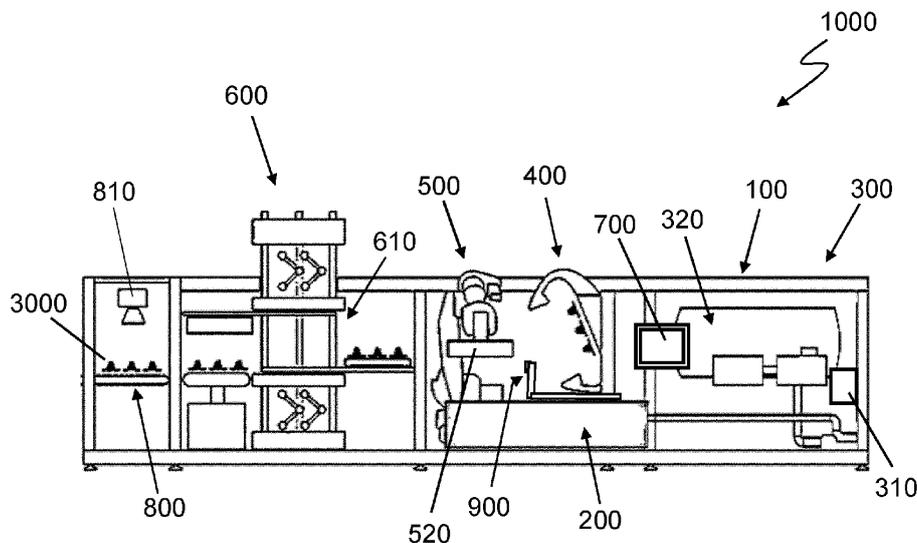
(71) Anmelder: **KIEFEL GmbH**  
**83395 Freilassing (DE)**

(74) Vertreter: **DTS Patent- und Rechtsanwälte**  
**PartmbB**  
**Brienner Straße 1**  
**80333 München (DE)**

(54) **VERFAHREN ZUM ANSAUGEN VON FASERN AUS EINER PULPE UNTER VERWENDUNG EINER ANSAUGEINRICHTUNG UND ANSAUGEINRICHTUNG**

(57) Es werden ein Verfahren zum Ansaugen von Fasern aus einer Pulpe (210) unter Verwendung einer Ansaugvorrichtung (320) mit einem Ansaugwerkzeug (340) und eine Ansaugvorrichtung (320) zum Ansaugen von Fasern aus einer Pulpe (210) mit einem Ansaugwerkzeug (340) beschrieben, das eine Vielzahl an Kavi-

täten (350) zum Ansaugen von Fasern aufweist, wobei die Kavitäten (350) eine Oberfläche mit einer Vielzahl an Öffnungen aufweisen, die über Kanäle mit einer gemeinsamen Ansaugleitung verbunden sind, und wobei die Ansaugleistung während eines Ansaugvorgangs verändert wird.



**Fig. 1**

**EP 4 464 841 A2**

## Beschreibung

### Technisches Gebiet

**[0001]** Es werden ein Verfahren zum Ansaugen von Fasern aus einer Pulpe unter Verwendung einer Ansaugereinrichtung mit einem Ansaugwerkzeug und eine Ansaugereinrichtung zum Ansaugen von Fasern aus einer Pulpe mit einem Ansaugwerkzeug beschrieben, das eine Vielzahl an Kavitäten zum Ansaugen von Fasern aufweist.

**[0002]** Faserhaltige Materialien werden vermehrt eingesetzt, um bspw. Verpackungen für Lebensmittel (bspw. Schalen, Kapseln, Boxen, etc.) und Konsumgüter (bspw. elektronische Geräte etc.) sowie Getränkebehälter herzustellen. Es werden auch Alltagsgegenstände, wie bspw. Einwegbesteck und -geschirr, aus faserhaltigem Material hergestellt. Faserhaltige Materialien umfassen natürliche Fasern oder künstliche Fasern. In letzter Zeit wird vermehrt faserhaltiges Material eingesetzt, welches Naturfasern aufweist oder aus solchen besteht, die bspw. aus nachwachsenden Rohstoffen oder Altpapier gewonnen werden können. Die Naturfasern werden in einer sogenannten Pulpe mit Wasser und ggf. weiteren Zusätzen, wie z.B. Stärke, vermischt. Zusätze können zudem Auswirkungen auf die Farbe, die Barriereigenschaften und mechanische Eigenschaften haben. Diese Pulpe kann einen Anteil von Naturfasern von bspw. 0,1 bis 10 Gew.-% aufweisen. Der Anteil an Naturfasern variiert in Abhängigkeit des Verfahrens, welches zur Herstellung von Verpackungen etc. angewandt wird, und der Produkteigenschaften des herzustellenden Produkts.

### Hintergrund

**[0003]** Die Herstellung von faserhaltigen Produkten aus einer Pulpe erfolgt in der Regel in mehreren Arbeitsschritten. Hierzu weist eine Faserverarbeitungseinrichtung mehrere Stationen bzw. Formstationen auf. In einer Formstation kann bspw. ein Ansaugen von Fasern in einer Kavität eines Ansaugwerkzeugs erfolgen, wodurch ein Vorformling geformt bzw. gebildet wird. Dazu wird die Pulpe in einem Pulpe-Vorrat bereitgestellt und das Ansaugwerkzeug mit mindestens einer Ansaugkavität, dessen Geometrie im Wesentlichen dem herzustellenden Produkt entspricht, zumindest teilweise in die Pulpe getaucht. Während des Eintauchens erfolgt ein Ansaugen über Öffnungen in der Ansaugkavität, die mit einer entsprechenden Saug-Einrichtung in Verbindung stehen, wobei sich Fasern aus der Pulpe an der Oberfläche der Ansaugkavität ansammeln. Die angesaugten Fasern (Filterkuchen) können anschließend über das Ansaugwerkzeug in ein Vorpresswerkzeug gebracht werden, wobei ein Vorformling vorgepresst wird. Hierzu können bspw. elastische Formkörper zum Einsatz kommen, die zum Verpressen aufgeblasen werden und dabei einen Druck auf die Vorformlinge ausüben. Während dieses Vorpressvorgangs werden die Fasern im Vorformling

verpresst und der Wassergehalt des Vorformlings reduziert. Danach werden Vorformlinge in einer Heißpresse zu fertigen Formteilen verpresst. Hierbei werden Vorformlinge in ein Heißpresswerkzeug eingebracht, welches bspw. eine untere Werkzeughälfte und eine obere Werkzeughälfte aufweist, die beheizt werden. In dem Heißpresswerkzeug werden die Vorformlinge in einer Kavität unter Wärmeeintrag verpresst, wobei durch den Druck und die Wärme Restfeuchte ausgebracht wird, so dass der Feuchtigkeitsgehalt der Vorformlinge von ca. 60 Gew.-% vor dem Heißpressen auf bspw. 5-10 Gew.-% nach dem Heißpressen reduziert wird.

**[0004]** Ein Ansaugwerkzeug und ein Herstellungsverfahren mit den vorstehend beschriebenen Verfahren sind bspw. aus DE 10 2019 127 562 A1 bekannt.

**[0005]** Für den sogenannten Wet-Fiber-Prozess wird aus der Pulpe (Zellstoff/Wasser-Gemisch) ein sog. Filterkuchen zur weiteren Verarbeitung vorgeformt. Dieses Vorformen geschieht üblicherweise durch Ansaugen durch Unterdruck aus wässriger Pulpe (Urformen). Das wässrige Gemisch legt sich während des Ansaugens an ein Filternetz an, wobei die Zellstofffasern im Formeinsatz (Ansaugkavität) den Filterkuchen bilden und das überschüssige Wasser des Gemischs durch ein Netz/Membrane, welche die Oberfläche der Ansaugkavität bilden, hindurch transportiert und so vom Zellstoff separiert wird. Das restliche im Filterkuchen gebundene Wasser wird in weiteren Schritten mechanisch durch Pressen oder Verdampfen getrennt. Um den Zyklus des weiteren Bearbeitens bzgl. der Qualität und bei mehreren Formeinsätzen gleichmäßig zu gestalten ist eine gleichmäßige Materialverteilung in den Kavitäten eines Ansaugwerkzeugs schon beim Ansaugen von großer Bedeutung.

**[0006]** Bei Formwerkzeugen mit mehr als einem Formeinsatz und Formnesten auf gleicher Ebene parallel zur Pulp-Oberfläche eines Pulpe-Behälters schwankt der effektive Volumenstrom bedingt durch den statistischen größeren oder weniger guten Zugang/Abstand zur Pulpe bei einem gleichmäßigen Ansaug-Unterdruck stark. Formnester, die durch die Form des Saugkastens eines Ansaugwerkzeugs an Randbereichen liegen, setzen ihr Formest bei gleichbleibendem Unterdruck über eine Saugereinheit zuerst zu, wobei in weiterer Folge der gesamte Volumenstrom bei "verschlossenen" äußeren Nestern den inneren Formnestern zur Verfügung steht und dann mit mehr Material (Fasern) und höherem relativen Volumenstrom schlagartig mit mehr Material zusetzt. Erst mit großer Wartezeit unter Pulpniveau kann dieser Unterschied ausgeglichen werden, wobei dabei die Zykluszeit für den Prozessschritt enorm zunimmt, was sich negativ auf die Herstellungszeit von Formteilen aus faserhaltigem Material auswirkt. Die Gewichtsverteilung der einzelnen Filterkuchen in den Ansaugwerkzeugen variiert daher am Ende eines Ansaugvorgangs sehr stark.

### Aufgabe

**[0007]** Demgegenüber besteht die Aufgabe darin, eine Lösung anzugeben, welche ein Ansaugen von Fasern aus einer Pulpe bereitstellt, wobei zum Ansaugen von Fasern über mehrere Kavitäten unabhängig von der Position der Kavitäten eine gleichmäßige Filterkuchenausbildung erreicht wird, wobei eine gleichmäßige Gewichts-/Materialverteilung an angesaugten Fasern für alle Kavitäten während eines Ansaugvorgangs erreicht wird. Zudem soll die Zykluszeit zum Ansaugen von Fasern hierfür gegenüber klassischen Ansaugvorgängen nicht verlängert werden.

### Lösung

**[0008]** Die vorstehend genannte Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Ansaugen von Fasern aus einer Pulpe unter Verwendung einer Ansaugereinrichtung mit einem Ansaugwerkzeug gelöst, das eine Vielzahl an Kavitäten aufweist, wobei die Kavitäten eine Oberfläche mit einer Vielzahl an Öffnungen aufweisen, die über Kanäle mit einer gemeinsamen Ansaugleitung verbunden sind, wobei die Ansaugleistung während eines Ansaugvorgangs verändert wird.

**[0009]** Durch gezieltes Verändern der Ansaugleistung, Veränderung von Druckniveaus und Volumenströmen und/oder Positionieren der Kavitäten auf unterschiedlichen Niveaus zur Pulp-Oberfläche, kann der Saug-Volumenstrom derart beeinflusst werden, dass sich die Materialverteilung bei vergleichsweise kürzerer Zykluszeit gleichmäßig gestaltet. Dabei können äußere Formnester (Kavitäten) im Ansaugvorgang nach wie vor zeitlich betrachtet zuerst zusetzen. Sobald sich der effektive Volumenstrom und das Ansetzen von Material dann auf die inneren Formnester (Kavitäten) verlagert, können der Volumenstrom und ein Saug(unter)druck umgeschaltet werden, wodurch bspw. mittlere Kavitäten weniger stark bzw. gleichmäßig zu den äußeren Kavitäten zusetzen.

**[0010]** Hierbei kann bspw. ein Umschalten zwischen mindestens zwei Zuständen erfolgen, oder das Ansaugwerkzeug wird in Bezug auf die Pulp-Oberfläche verlagert. Vorteilhafterweise kann so ohne Einbußen bei der Zykluszeit eine gleichmäßige Materialverteilung unabhängig von der Position der Kavitäten an einem Ansaugwerkzeug erfolgen.

**[0011]** Der Ausdruck "Kanäle" umfasst auch Räume, über welche ein Ansaugen erfolgen kann, so dass hierüber keine Einschränkung auf bestimmte Geometrien oder Erstreckungen zu verstehen sind.

**[0012]** In weiteren Ausführungen kann zum Ansaugen ein Unterdruck in den Kavitäten erzeugt werden, wobei der Unterdruck zum Ansaugen mindestens zwei unterschiedliche Zustände aufweist. D.h. es kann nach dem Erreichen eines bestimmaren Zustands im Hinblick auf die Zusetzung der Kavitätenoberfläche oder nach einem Zeitabschnitt, ein Umschalten erfolgen, so dass durch die unterschiedlichen Druckzustände die Sogwirkung an

den bereits zugesetzten Kavitäten abnimmt und damit dort nur noch wenig/kein weiteres Material anlagert, wohingegen die relativ freien Kavitäten eine ausreichende Sogwirkung aufweisen.

5 **[0013]** In weiteren Ausführungen kann die Ansaugleistung kontinuierlich oder stufenweise verändert werden. Hierdurch kann insbesondere eine sehr genaue Verteilung erreicht werden, da die Zusetzung entweder kontinuierlich oder stufenweise angepasst wird.

10 **[0014]** In weiteren Ausführungen kann die Veränderung der Ansaugleistung automatisch oder manuell verändert werden. Eine automatische Veränderung kann bspw. nach Maßgabe von vorab ermittelten Ansaugzeiten und Drücken vorgegeben oder anhand von gemessenen Informationen vorgenommen werden. Eine manuelle Veränderung kann bspw. durch Eingeben von Prozess- oder Produktinformationen angepasst und/oder verändert werden.

15 **[0015]** In weiteren Ausführungen kann die Veränderung der Ansaugleistung nach Maßgabe der Geometrie der Kavitäten, der Position der Kavitäten am Ansaugwerkzeug, der Ansaugdauer, der Pulpe-Zusammensetzung, -Eigenschaften und/oder -Temperatur, des Gewichts an bereits angesaugten Fasern, der Zusetzung der Kavitäten, etc. gesteuert oder geregelt werden. Dabei kann berücksichtigt werden, wie die Anordnung der Kavitäten ist- Bspw. können Kavitäten kreisförmig um eine mittlere Kavität herum angeordnet sein, wodurch von außen nach innen eine stufenweise Veränderung der Ansaugleistung erfolgt. Gleiches gilt bspw. auch für ein Ansaugwerkzeug mit mehreren Kavitäten, wobei diese rechteckige Gruppen bilden, die bspw. einen inneren Kavitätenkern rahmenartig umgeben. Eine Veränderung der Ansaugleistung kann dabei je Gruppe/Rahmen nach

20 30 35 40 45 **[0016]** In weiteren Ausführungen kann mindestens eine(r) der vorstehend genannten Zustände oder Eigenschaften überwacht und nach Erreichen von Grenzwerten, eine Veränderung der Ansaugleistung über die Regeleinrichtung veranlasst werden. Hierzu können Sensoreinheiten vorgesehen sein, welche bspw. einen veränderten Volumenstrom während eines Ansaugvorgangs beim Zusetzen ermitteln und je nach Wert, eine Veränderung veranlassen.

50 **[0017]** Die vorstehend genannte Aufgabe wird auch durch eine Ansaugereinrichtung zum Ansaugen von Fasern aus einer Pulpe mit einem Ansaugwerkzeug gelöst, das eine Vielzahl an Kavitäten zum Ansaugen von Fasern aufweist, wobei die Kavitäten eine Oberfläche mit einer Vielzahl an Öffnungen aufweisen, die über Kanäle mit einer gemeinsamen Ansaugleitung verbunden sind, aufweisend eine Regeleinrichtung, über welche die Ansaugleistung während eines Ansaugvorgangs veränderbar ist.

55 **[0018]** Mithilfe der Ansaugereinrichtung kann eine gleichmäßige Gewichts-/Materialverteilung an den einzelnen Kavitäten in einem Wet-Fiber-Prozess erreicht

werden. Dadurch kann sichergestellt werden, dass eine gleichmäßige Produktqualität von Formteilen aus einem faserhaltigen Material bei einem nachfolgenden Heißpressprozess erreicht wird. Die Trocknungszeit wird nach Maßgabe der Kavität mit dem größtem Materialgewicht (Filterkuchen; Vorformling) bestimmt, so dass es bei gleichem Materialgewicht zu keinen Unterschieden im Ergebnis von heißgepressten/getrockneten Formteilen kommt.

**[0019]** Dabei werden eine Reduzierung von Ausschuss und eine Reduzierung der Zykluszeit erreicht, weil es zu keinen (großen) Materialschwankungen der Filterkuchen/Vorformlinge kommt. Im Betrieb einer Faserverarbeitungseinrichtung mit einer Ansaugereinrichtung wird die Trocknungszeit entsprechend der Kavität mit größtem Materialgewicht bestimmt, wobei geringere Unterschiede folglich einen gleichmäßigeren Lauf und eine deutlich verbesserte Qualität der hergestellten Formteile bewirken.

**[0020]** In weiteren Ausführungen kann die Regeleinrichtung mindestens ein Ventil aufweisen, das dazu ausgebildet ist, den Querschnitt der gemeinsamen Ansaugleitung zur Veränderung der Ansaugleistung zu verändern. Bspw. kann in weiteren Ausführungen eine Umschaltung zwischen Druckniveaus sowohl durch Drosselung (Druckvernichtung) in einem Bypass, als auch mit mehreren Grunddrücken oder Leckageluft via Bypass erfolgen.

**[0021]** Bspw. kann in der gemeinsamen Ansaugleitung ein Bypass-Ventil angeordnet sein, das über den stellbaren Querschnitt den effektiven Volumenstrom beim Ansaugen drosseln kann.

**[0022]** In weiteren Ausführungen kann die Ansaugereinrichtung mindestens eine Sensoreinheit zur Überwachung mindestens des Ansaugdrucks in den Kanälen und/oder der Ansaugleitung, der Ansaugdauer, der Pulpe-Zusammensetzung, -Eigenschaften und/oder -Temperatur, des Gewichts an bereits angesaugten Fasern, der Zusetzung der Kavitäten aufweisen, wobei die mindestens eine Sensoreinheit mit der Regeleinrichtung in Verbindung steht, welche dazu ausgebildet ist, nach Maßgabe der von der mindestens einen Sensoreinheit abgegebenen Rückmeldung eine Veränderung der Ansaugleistung durchzuführen. Somit kann die Umschaltung oder Veränderung der Saugleistung je nach tatsächlichem Ansaugzustand erfolgen, so dass die Produktqualität der herzustellenden Formteile weiter verbessert wird.

**[0023]** Weitere Merkmale, Ausgestaltungen und Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Darstellung von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die Figuren.

#### Kurzbeschreibung der Figuren

**[0024]** In den Zeichnungen zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Faserverarbeitungseinrichtung;

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Ansaugvorgangs mit einer Ansaugereinrichtung; und

Fig. 3 schematische Darstellung der Anordnung von Kavitäten.

#### Detaillierte Beschreibung von Ausführungsbeispielen

**[0025]** Nachfolgend werden mit Bezug auf die Figuren Ausführungsbeispiele der hierin beschriebenen technischen Lehre dargestellt. Für gleiche Komponenten, Teile und Abläufe werden in der Figurenbeschreibung gleiche Bezugszeichen verwendet. Für die hierin offenbarte technische Lehre unwesentliche oder für einen Fachmann sich erschließende Komponenten, Teile und Abläufe werden nicht explizit wiedergegeben. Im Singular angegebene Merkmale sind auch im Plural mitumfasst, sofern nicht explizit etwas anderes ausgeführt ist. Dies betrifft insbesondere Angaben wie "ein" oder "eine".

**[0026]** Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Faserverarbeitungseinrichtung 1000 zur Herstellung von dreidimensionalen Formteilen aus einem faserhaltigen Material. Das faserhaltige Material für die Herstellung von Formteilen wird im gezeigten Ausführungsbeispiel in einem Pulpebecken 200 der Faserverarbeitungseinrichtung 1000 aufbereitet. Hierzu können über eine Flüssigkeitszufuhr bspw. Wasser und Faserstoffe sowie ggf. Zusätze in ein Pulpebecken 200 eingebracht und die Pulpe in dem Pulpebecken 200 durch Vermischen der einzelnen Komponenten unter Wärmeeintrag und von Hilfsmitteln, wie bspw. eines Rührers, aufbereitet werden.

**[0027]** Als Pulpe wird eine wässrige Lösung bezeichnet, die Fasern aufweist, wobei der Fasergehalt an der wässrigen Lösung in einem Bereich von 0,1 bis 10 Gew.-% vorliegen kann. Zusätzlich können Zusätze, wie bspw. Stärke, chemische Zusätze, Wachs, etc. enthalten sein. Bei den Fasern kann es sich bspw. um natürliche Fasern, wie Cellulosefasern, oder Fasern aus einem faserhaltigen Ursprungsmaterial (z.B. Altpapier) handeln. Eine Faseraufbereitungsanlage bietet die Möglichkeit, Pulpe in großer Menge aufzubereiten und mehreren Faserverarbeitungseinrichtungen 1000 zur Verfügung zu stellen.

**[0028]** Über die Faserverarbeitungseinrichtung 1000 lassen sich bspw. biologisch abbaubare Becher 3000, Kapseln, Schalen, Teller und weitere Form- und/oder Verpackungsteile (bspw. als Halter-/Stützstrukturen für elektronische Geräte) herstellen. Da als Ausgangsmaterial für die Produkte eine faserhaltige Pulpe mit natürlichen Fasern verwendet wird, können die so hergestellten Produkte nach ihrer Verwendung selbst wieder als Ausgangsmaterial für die Herstellung von derartigen Produkten dienen oder kompostiert werden, weil diese in der Regel vollständig zersetzt werden können und keine bedenklichen, umweltgefährdenden Stoffe enthalten.

**[0029]** Die in Fig. 1 gezeigte Faserverarbeitungseinrichtung 1000 weist einen Rahmen 100 auf, der von einer Verkleidung umgeben sein kann. Die Versorgungsein-

heiten 300 der Faserverarbeitungseinrichtung 1000 umfassen bspw. Schnittstellen für die Zufuhr von Medien (bspw. Wasser, Pulpe, Druckluft, Gas, etc.) und Energie (Stromversorgung), eine zentrale Steuereinheit 310, mindestens eine Ansaugereinrichtung 320, Leitungssysteme für die verschiedenen Medien, Pumpen, Ventile, Leitungen, Sensoren, Messeinrichtungen, ein BUS-System, etc. sowie Schnittstellen für eine bidirektionale Kommunikation über eine drahtgebundene und/oder drahtlose Datenverbindung. Anstelle einer drahtgebundenen Datenverbindung kann auch eine Datenverbindung über eine Glasfaserleitung bestehen. Die Datenverbindung kann bspw. zwischen der Steuereinheit 310 und einer zentralen Steuerung für mehrere Faserverarbeitungseinrichtungen 1000, zu einer Faseraufbereitungsanlage, zu einer Service-Stelle und/oder weiteren Einrichtungen bestehen. Es kann über eine bidirektionale Datenverbindung auch eine Steuerung der Faserverarbeitungseinrichtung 1000 über eine mobile Einrichtung, wie bspw. ein Smartphone, Tablet-Computer oder dergleichen erfolgen.

**[0030]** Die Steuereinheit 310 steht über ein BUS-System oder eine Datenverbindung mit einem HMI-Panel 700 in bidirektionaler Kommunikation. Das HMI (Human-Machine-Interface)-Panel 700 weist ein Display auf, welches Betriebsdaten und Zustände der Faserverarbeitungseinrichtung 1000 für auswählbare Bestandteile oder die gesamte Faserverarbeitungseinrichtung 1000 anzeigt. Das Display kann als Touch-Display ausgebildet sein, so dass hierüber Einstellungen per Hand von einem Operator der Faserverarbeitungseinrichtung 1000 vorgenommen werden können. Zusätzlich oder alternativ können an dem HMI-Panel 700 weitere Eingabemittel, wie bspw. eine Tastatur, ein Joystick, ein Tastenfeld etc. für Operatoreingaben vorgesehen sein. Hierüber können Einstellungen verändert und Einfluss auf den Betrieb der Faserverarbeitungseinrichtung 1000 vorgenommen werden.

**[0031]** Die Faserverarbeitungseinrichtung 1000 weist einen Roboter 500 auf. Der Roboter 500 ist als sogenannter 6-Achs Roboter ausgebildet und damit in der Lage innerhalb seines Aktionsradius Teile aufzunehmen, zu rotieren und in sämtliche Raumrichtungen zu bewegen. Anstelle des in den Figuren gezeigten Roboters 500 können auch andere Handling-Einrichtungen vorgesehen sein, die dazu ausgebildet sind, Produkte aufzunehmen und zu verdrehen beziehungsweise zu rotieren und in die verschiedenen Raumrichtungen zu bewegen. Darüber hinaus kann eine derartige Handling-Einrichtung auch anderweitig ausgebildet sein, wobei hierzu die Anordnung der entsprechenden Stationen der Faserverarbeitungseinrichtung 1000 von dem gezeigten Ausführungsbeispiel abweichen kann.

**[0032]** An dem Roboter 500 ist ein Saugwerkzeug 520 angeordnet. Das Saugwerkzeug 520 weist in dem gezeigten Ausführungsbeispiel als Negativ der zu formenden dreidimensionalen Formteile, wie bspw. von Bechern 3000, ausgebildete Kavitäten als Ansaugkavitäten

auf. Die Kavitäten können bspw. eine netzartige Oberfläche aufweisen, an der sich Fasern aus der Pulpe während des Ansaugens anlagern. Hinter den netzartigen Oberflächen stehen die Kavitäten über Kanäle im Saugwerkzeug 520 mit einer Saugereinrichtung in Verbindung. Die Saugereinrichtung kann bspw. durch eine Ansaugereinrichtung 320 realisiert werden. Über die Saugereinrichtung kann Pulpe angesaugt werden, wenn sich das Saugwerkzeug 520 so innerhalb des Pulpebeckens 200 befindet, dass sich die Kavitäten 522 zumindest partiell in der wässrigen Faserlösung, der Pulpe, befinden. Ein Vakuum bzw. ein Unterdruck zum Ansaugen von Fasern, wenn sich das Saugwerkzeug 520 in dem Pulpebecken 200 und der Pulpe befindet, können über die Ansaugereinrichtung 320 bereitgestellt werden. Hierzu weist die Faserverarbeitungseinrichtung 1000 entsprechende Mittel bei den Versorgungseinheiten 300 auf. Das Saugwerkzeug 520 weist Leitungen zur Bereitstellung des Vakuums/Unterdrucks von der Ansaugereinrichtung 320 bei den Versorgungseinheiten 300 zu dem Saugwerkzeug 520 und den Öffnungen in den Kavitäten 522 auf. In den Leitungen sind Ventile angeordnet, die über die Steuereinheit 310 angesteuert werden können und damit das Ansaugen der Fasern regeln. Es kann durch die Ansaugereinrichtung 320 anstelle eines Ansaugens auch ein "Ausblasen" erfolgen, wozu die Ansaugereinrichtung 320 entsprechend ihrer Ausgestaltung in einen anderen Betriebsmodus geschaltet wird.

**[0033]** Bei der Herstellung von Formteilen aus einem Fasermaterial wird das Saugwerkzeug 520 in die Pulpe getaucht und ein Unterdruck/Vakuum an den Öffnungen der Kavitäten 522 angelegt, so dass Fasern aus der Pulpe angesaugt werden und sich bspw. an dem Netz der Kavitäten 522 des Saugwerkzeugs 520 anlagern.

**[0034]** Danach hebt der Roboter 500 das Saugwerkzeug 520 aus dem Pulpebecken 200 und bewegt es mit den an den Kavitäten 522 anhaftenden Fasern, die noch einen relativ hohen Feuchtigkeitsgehalt von bspw. über 80 Gew.-% an Wasser aufweisen, an die Vorpressstation 400 der Faserverarbeitungseinrichtung 1000, wobei zur Übergabe der Unterdruck in den Kavitäten 522 aufrechterhalten wird. Die Vorpressstation 400 weist ein Vorpresswerkzeug mit Vorpressformen auf. Die Vorpressformen können bspw. als Positiv der zu fertigenden Formteile ausgebildet sein und zur Aufnahme der in den Kavitäten 522 anhaftenden Fasern eine entsprechende Größe im Hinblick auf die Gestalt der Formteile aufweisen.

**[0035]** Bei der Herstellung von Formteilen wird das Saugwerkzeug 520 mit den in den Kavitäten anhaftenden Fasern so zu der Vorpressstation 400 bewegt, dass die Fasern in die Kavitäten 522 gedrückt werden. Dabei werden die Fasern in den Kavitäten miteinander verpresst, so dass hierüber eine stärkere Verbindung zwischen den Fasern erzeugt wird. Zudem wird dabei der Feuchtigkeitsgehalt der aus den angesaugten Fasern gebildeten Vorformlinge reduziert, so dass die nach dem Vorpressen gebildeten Vorformlinge nur noch einen Feuchtig-

keitsgehalt von bspw. 60 Gew.-% aufweisen. Zum Auspressen von Wasser können flexible Vorpressformen zum Einsatz kommen, die bspw. mittels Druckluft (Prozessluft) aufgebläht werden und dabei die Fasern gegen die Wand einer Kavität eines weiteren Saugwerkzeugteils drücken. Durch das "Aufblasen" wird sowohl Wasser ausgepresst als auch die Dicke der angesaugten Faserschicht reduziert.

**[0036]** Während des Vorpressens kann Flüssigkeit bzw. Pulpe über das Saugwerkzeug 520 und/oder über weitere Öffnungen in Vorpressformen bzw. -werkzeugteilen (Kavitäten) abgesaugt und zurückgeführt werden. Die beim Ansaugen über das Saugwerkzeug 520 und/oder beim Vorpressen in der Vorpressstation 400 austretende Flüssigkeit bzw. Pulpe kann in das Pulpebecken 200 zurückgeführt werden.

**[0037]** Nach dem Vorpressen in der Vorpressstation 400 werden die so erzeugten Vorformlinge an dem Saugwerkzeug 520 über den Roboter 500 zu einer Heißpressstation 600 bewegt. Hierzu wird der Unterdruck am Saugwerkzeug 520 aufrechterhalten, damit die Vorformlinge in den Kavitäten 522 verbleiben. Die Vorformlinge werden über das Saugwerkzeug 520 auf einen unteren Werkzeugkörper übergeben, welcher entlang der Fertigungslinie aus der Heißpresseinrichtung 610 verfahrbar ist. Befindet sich der untere Werkzeugkörper in seiner ausgefahrenen Position, wird das Saugwerkzeug 520 so zu dem unteren Werkzeugkörper bewegt, dass die Vorformlinge auf Formeinrichtungen des unteren Werkzeugkörpers aufgesetzt werden können. Anschließend wird über die Öffnungen im Saugwerkzeug 520 ein Überdruck erzeugt, so dass die Vorformlinge aktiv von den Kavitäten 522 abgelegt werden, oder das Ansaugen wird beendet, sodass die Vorformlinge schwerkraftbedingt auf den Formeinrichtungen des unteren Werkzeugkörpers verbleiben. Durch eine Bereitstellung von Überdruck an den Öffnungen der Kavitäten 522 können vorgepresste Vorformlinge, die in den Kavitäten 522 anliegen/anhaften, gelöst und abgegeben werden.

**[0038]** Danach wird das Saugwerkzeug 520 über den Roboter 500 wegbewegt und das Saugwerkzeug 520 wird in das Pulpebecken 200 getaucht, um weitere Fasern zur Herstellung von Formteilen aus faserhaltigem Material anzusaugen.

**[0039]** Der untere Werkzeugkörper verfährt nach der Übergabe der Vorformlinge in die Heißpressstation 600. In der Heißpressstation 600 erfolgt unter Wärmeeintrag und hohem Druck ein Verpressen der Vorformlinge zu fertigen Formteilen, wozu ein oberer Werkzeugkörper über eine Presse auf den unteren Werkzeugkörper gebracht wird. Der obere Werkzeugkörper weist zu den Formeinrichtungen korrespondierende Kavitäten auf. Nach dem Heißpressvorgang werden der untere Werkzeugkörper und der obere Werkzeugkörper relativ voneinander wegbewegt und der obere Werkzeugkörper entlang der Faserverarbeitungseinrichtung 1000 in Fertigungsrichtung bewegt, wobei nach dem Heißpressen die gefertigten Formteile über den oberen Werkzeugkörper

per angesaugt werden und damit innerhalb der Kavitäten verbleiben. Somit werden die gefertigten Formteile aus der Heißpressstation 600 verbracht und über den oberen Werkzeugkörper nach dem Verfahren auf einem Transportband einer Fördereinrichtung 800 abgelegt. Nach dem Ablegen wird das Ansaugen über den oberen Werkzeugkörper beendet und die Formteile verbleiben auf dem Transportband. Der obere Werkzeugkörper fährt zurück in die Heißpressstation 600 und ein weiterer Heißpressvorgang kann durchgeführt werden.

**[0040]** Die Faserverarbeitungseinrichtung 1000 weist weiterhin eine Fördereinrichtung 800 mit einem Transportband auf. Auf das Transportband können die gefertigten Formteile aus faserhaltigem Material nach dem finalen Formen und dem Heißpressen in der Heißpressstation 600 abgelegt und aus der Faserverarbeitungseinrichtung 1000 ausgebracht werden. In weiteren Ausführungen kann nach dem Ablegen der Formteile auf das Transportband der Fördereinrichtung 800 eine weitere Bearbeitung erfolgen, wie bspw. ein Befüllen und/oder ein Stapeln der Produkte. Das Stapeln kann bspw. über einen zusätzlichen Roboter oder eine andere Einrichtung erfolgen.

**[0041]** Die Faserverarbeitungseinrichtung 1000 aus Fig. 1 zeigt eine mögliche Ausführungsform. Es kann eine Faserverarbeitungseinrichtung gemäß der hierin beschriebenen technischen Lehre auch nur eine Formstation mit einem auswechselbaren Werkzeug, bspw. ein Saugwerkzeug 520 oder ein Heißpresswerkzeug, in dem faserhaltiges Material verarbeitbar ist, wobei verschiedene Werkzeuge zur Herstellung unterschiedlicher dreidimensionaler Formteile in der mindestens einen Formstation aufnehmbar sind, aufweisen. Die weiteren für die Faserverarbeitungseinrichtung 1000 von Fig. 1 gezeigten Stationen und Vorrichtungen sind zur Umsetzung der technischen Lehre nicht zwingend erforderlich.

**[0042]** Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung eines Ansaugvorgangs mit einer Ansaugereinrichtung 320. Die Ansaugereinrichtung 320 weist ein Ansaugwerkzeug 340 mit einer Vielzahl an Kavitäten 350 auf. Die Anordnung der Kavitäten 350 an der Unterseite des Ansaugwerkzeugs 340 kann, wie in Fig. 3 schematisch für verschiedene Werkzeugausbildungen schematisch gezeigt, erfolgen. In weiteren Ausführungen können Kavitäten 350 anstelle einer in Blickrichtung auf die Unterseite des Ansaugwerkzeugs 340 anstelle eines rechteckigen Querschnitts auch rund, oval oder polygonal sein. In noch weiteren Ausführungen können Kavitäten von Ansaugwerkzeugen 340 kreisförmig oder polygonal angeordnet sein.

**[0043]** Die Kavitäten 350 weisen in den gezeigten Ausführungsbeispielen eine netzartige Struktur an der inneren Ansaugoberfläche auf. Von der netzartigen Struktur erstrecken sich Kanäle innerhalb des Ansaugwerkzeugs 340, die in einer gemeinsamen Ansaugleitung für sämtliche Kanäle der Kavitäten 350 zusammenlaufen. Über die gemeinsame Ansaugleitung wird ein Unterdruck zum Ansaugen von Fasern angelegt, wenn sich das Ansaug-

werkzeug 340 so in der Pulpe 210 befindet, dass die Fasern über die innere Oberfläche der Kavitäten 350 angesaugt werden können.

**[0044]** Die Ansaugleitung ist mit einer Regeleinrichtung 360 verbunden, welche in dem gezeigten Ausführungsbeispiel ein Drosselventil aufweist. Über das Drosselventil ist der Querschnitt der Ansaugleitung veränderbar, so dass sich in dem schematisch gezeigten Beispiel zwei unterschiedliche Druckzustände P1 und P2 zum Ansaugen von Fasern aus der Pulpe 210 einstellen können. Zum Ansaugen wird ein Unterdruck über die gemeinsame Ansaugleitung und die Regeleinrichtung bereitgestellt, der bspw. in einem Initialzustand, d.h. zu Beginn des Ansaugvorgangs, bei P1 = 0,3 bis 0,6 bar Absolutdruck liegen kann. Nach einem festlegbaren Zeitintervall, wenn die äußeren Kavitäten 350 relativ stark zugesetzt sind, d.h. dass sich bereits eine verhältnismäßig große Menge an Fasern an der Kavitätenoberfläche abgesetzt hat, wird über die Regeleinrichtung 360 das Drosselventil betätigt, so dass der Querschnitt der Ansaugleitung verändert wird. Dadurch verändert sich der Ansaugdruck, der dann im Ausführungsbeispiel P2 beträgt. Der Ansaugunterdruck P2 kann bspw. bei 0,7 bis 0,9 bar Absolutdruck liegen. In noch weiteren Ausführungen kann der Druck stufenweise oder kontinuierlich, bspw. durch eine Änderung des freien Querschnitts in der Ansaugleitung verändert werden. Neben einer zeitlichen Vorgabe zum Umschalten zwischen den Druckzuständen P1 und P2 kann der Ansaugunterdruck nach Maßgabe der Information von mindestens einer Sensoreinheit erfolgen, die bspw. den Volumen- oder Massestrom in der Ansaugleitung erfasst und an die Regeleinrichtung 360 weitergibt. Sobald der Volumen- oder Massestrom mindestens einen Grenzwert überschreitet, kann ein Umschalten auf mindestens ein anderes Druckniveau des Ansaugdrucks erfolgen oder der Ansaugunterdruck kontinuierlich verändert werden.

**[0045]** In noch weiteren Ausführungen kann eine Veränderung des Ansaugdrucks zusätzlich oder alternativ durch eine Verlagerung des Ansaugwerkzeugs 320 relativ zur Pulpeoberfläche im Pulpebecken 200 erfolgen. Dabei ist es wesentlich, dass die Kavitäten 350 in einer Ebene liegen und das Ansaugwerkzeug 320 mit den Kavitäten 350 parallel zur Oberfläche verlagert wird, damit die dadurch veränderte Drucksituation für alle Kavitäten 350 gleich wirkt. Dies gilt auch für ein Ansaugen im Pulpebecken 200 allgemein, wobei ein Ansaugdruck nur dann gleichmäßig wirken kann, wenn die Drucksituation in den Kavitäten 350 gleich ist (d.h. bspw. kein geneigtes Eintauchen des Saugwerkzeugs 320 etc.).

**[0046]** Die Druckveränderung durch eine Verlagerung des Ansaugwerkzeugs 320 während des Ansaugvorgangs kann bspw. kontinuierlich oder stufenweise erfolgen, wobei mindestens zwei Stufen vorgesehen sein können.

**[0047]** Die Pulpe 210 kann in dem gezeigten Ausführungsbeispiel bspw. als wässriges Faser-Gemisch in Konzentrationen von 0,2%-1,5% Gew.-% Fasern in ei-

nem Pulpebecken 200 vorliegen, woraus das Ansaugwerkzeug 320 die erforderliche Menge an Pulpe 210 bzw. Fasern ansaugt, wie in Fig. 2 schematisch über die Pfeile gezeigt. Der sich einstellende Ansaug-Volumenstrom ist dabei wesentlich von der Gestalt und der Anordnung der Kavitäten 350 des Ansaugwerkzeugs 320 abhängig.

**[0048]** Nach Beginn des Ansaugvorgangs setzen die äußeren Kavitäten 350 zuerst zu. Dies liegt zum einen daran, dass über die gesamte untere Fläche des Ansaugwerkzeugs 320 im äußeren Bereich mehr Fasermaterial zugeführt werden kann. Bei den inneren Kavitäten 350 ist die Menge an angesaugtem Fasermaterial geringer, weil in direkter Umgebung weitere Kavitäten 350 angeordnet sind, die ebenfalls Fasermaterial ansaugen. Sobald die äußeren Kavitäten 350 eine ausreichende Fasermenge angesaugt haben, würden beim Aufrechterhalten des Initialansaugunterdrucks schlagartig die inneren Kavitäten 350 mehr Fasermaterial ansaugen, so dass diese schlussendlich am meisten Material aufweisen würden. Daher wird nach einer vorab ermittelbaren Zeitspanne oder, wie vorstehend angegeben, durch Messen von Parametern, zumindest ein Umschalten durchgeführt, so dass der Ansaugunterdruck geringer wird. Damit wird erreicht, dass die inneren Kavitäten 350 nicht übermäßig stark zusetzen. Im Ergebnis wird damit eine gleichmäßige Zusetzung aller Kavitäten 350 erreicht.

**[0049]** In Fig. 3 sind die Unterseiten von Ansaugwerkzeugen 320 mit mehreren Kavitäten 350 gezeigt. Im oberen Beispiel weist das Ansaugwerkzeug 320 zwei innere Kavitäten 350 und zehn äußere Kavitäten 350 auf. Die gestrichelte Linie umgibt die inneren Kavitäten 350 und verdeutlicht die beiden unterschiedlichen Kavitätengruppen. In Bezug auf das oben beschriebene Verfahren und das Umschalten sind hier zwei unterschiedliche Ansaugdrücke (vgl. P1 und P2) ausreichend.

**[0050]** Im unteren Beispiel von Fig. 3 ist die Unterseite eines Ansaugwerkzeugs 320 gezeigt, welches drei Gruppen I., II., III. von Kavitäten 350 aufweist. Für dieses Ansaugwerkzeug 320 kann bspw. eine stufenweise Umschaltung für die jede der Gruppen I., II., III. erfolgen. Die Umschaltung kann, wie vorstehend ausgeführt, zeitabhängig oder nach Über- oder Unterschreiten von Grenzwerten erfolgen, die mit Parametern abgeglichen werden, welche über mindestens eine Sensoreinheit erfasst und an die Regeleinrichtung 360 übermittelt werden. Die Regelrichtung 360 kann infolge der übermittelten Informationen oder durch eine Vorgabe bspw. den Öffnungsquerschnitt einer gemeinsamen Ansaugleitung über ein Ventil oder eine andere Einrichtung verändern. In dem Beispiel von Fig. 3 erfolgt bspw. zuerst ein Zusetzen der Kavitäten 350 der I. Gruppe. Hierzu wird nach einem ersten Zeitintervall der Initial-Ansaugunterdruck verändert. Anschließend nimmt das Zusetzen der II. Gruppe von Kavitäten 350 zu, so dass nach einem zweiten Zeitintervall der veränderte Ansaugunterdruck nochmal verändert wird, wobei schließlich die Kavitäten 350 der dritten Gruppe in der Mitte des Ansaugwerkzeugs 320 zusetzen und das angesaugte Fasermaterial in den Kavitäten 350

das finale Gewicht bzw. Menge an Fasern aufweist.

**[0051]** Mit Hilfe der hierin beschriebenen Anpassung der Ansaugleistung (bspw. Ansaugunterdruck) eines Ansaugwerkzeugs 320 sowie der Ausbildung eines Ansaugwerkzeugs 320 kann eine deutliche Verbesserung des Ansaugens bei einem Faserformprozess (Wet-Fiber-Prozess) erreicht werden, wobei alle Kavitäten 320 eines Multi-Kavitäten-Ansaugwerkzeugs 320, welches mindestens eine innere und eine äußere Ansaug-Kavität 350 aufweist, eine gleichmäßige Faserverteilung aufweisen, so dass die angesaugten Filterkuchen und schließlich Vorformlinge und finale Formteile keine nennenswerten Gewichts- und Materialunterschiede aufweisen. Dadurch profitieren insbesondere nachgelagerte Herstellungsprozesse, wie bspw. ein Heißpressen in einer Heißpressstation 600, weil die eingebrachte Wärmeenergie zu einer gleichmäßigen Erwärmung sämtlicher Vorformlinge führt, weil diese keine unterschiedlichen Gewichte und damit auch Wassermengen aufweisen.

#### Bezugszeichenliste

#### **[0052]**

100	Rahmen
200	Pulpebecken
210	Pulpe
300	Versorgungseinheiten
310	Steuereinheit
320	Ansaugeinrichtung
340	Ansaugwerkzeug
350	Kavität
360	Regeleinrichtung
400	Vorpresstation
500	Roboter
520	Saugwerkzeug
600	Heißpressstation
610	Heißpresseinrichtung
700	HMI-Panel
800	Fördereinrichtung
810	Kamera
1000	Faserverarbeitungseinrichtung
3000	Becher

#### **Patentansprüche**

1. Verfahren zum Ansaugen von Fasern aus einer Pulpe unter Verwendung einer Ansaugeinrichtung mit einem Ansaugwerkzeug, das eine Vielzahl an Kavitäten aufweist, wobei die Kavitäten eine Oberfläche mit einer Vielzahl an Öffnungen aufweisen, die über Kanäle mit einer gemeinsamen Ansaugleitung verbunden sind, wobei die Ansaugleistung während eines Ansaugvorgangs verändert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei zum Ansaugen ein Unterdruck in den Kavitäten erzeugt wird und der

Unterdruck zum Ansaugen mindestens zwei unterschiedliche Zustände aufweist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Ansaugleistung kontinuierlich oder stufenweise verändert wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Veränderung der Ansaugleistung automatisch oder manuell verändert wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Veränderung der Ansaugleistung nach Maßgabe der Geometrie der Kavitäten, der Position der Kavitäten am Ansaugwerkzeug, der Ansaugdauer, der Pulpe-Zusammensetzung, - Eigenschaften und/oder -Temperatur, des Gewichts an bereits angesaugten Fasern, der Zusetzung der Kavitäten, etc. gesteuert oder geregelt wird.
6. Verfahren Anspruch 5, wobei mindestens einer der in Anspruch 5 genannten Zustände oder Eigenschaften überwacht und nach Erreichen von Grenzwerten, eine Veränderung der Ansaugleistung über die Regeleinrichtung veranlasst wird.
7. Ansaugeinrichtung zum Ansaugen von Fasern aus einer Pulpe mit einem Ansaugwerkzeug, das eine Vielzahl an Kavitäten zum Ansaugen von Fasern aufweist, wobei die Kavitäten eine Oberfläche mit einer Vielzahl an Öffnungen aufweisen, die über Kanäle mit einer gemeinsamen Ansaugleitung verbunden sind, aufweisend eine Regeleinrichtung, über welche die Ansaugleistung während eines Ansaugvorgangs veränderbar ist.
8. Ansaugeinrichtung nach Anspruch 7, wobei die Regeleinrichtung mindestens ein Ventil aufweist, das dazu ausgebildet ist, den Querschnitt der gemeinsamen Ansaugleitung zur Veränderung der Ansaugleistung zu verändern.
9. Ansaugeinrichtung nach Anspruch 7 oder 8, aufweisend mindestens eine Sensoreinheit zur Überwachung mindestens des Ansaugdrucks in den Kanälen und/oder der Ansaugleitung, der Ansaugdauer, der Pulpe-Zusammensetzung, - Eigenschaften und/oder -Temperatur, des Gewichts an bereits angesaugten Fasern, der Zusetzung der Kavitäten, wobei die mindestens eine Sensoreinheit mit der Regeleinrichtung in Verbindung steht, welche dazu ausgebildet ist, nach Maßgabe der von der mindestens einen Sensoreinheit abgegebenen Rückmeldung eine Veränderung der Ansaugleistung durchzuführen.

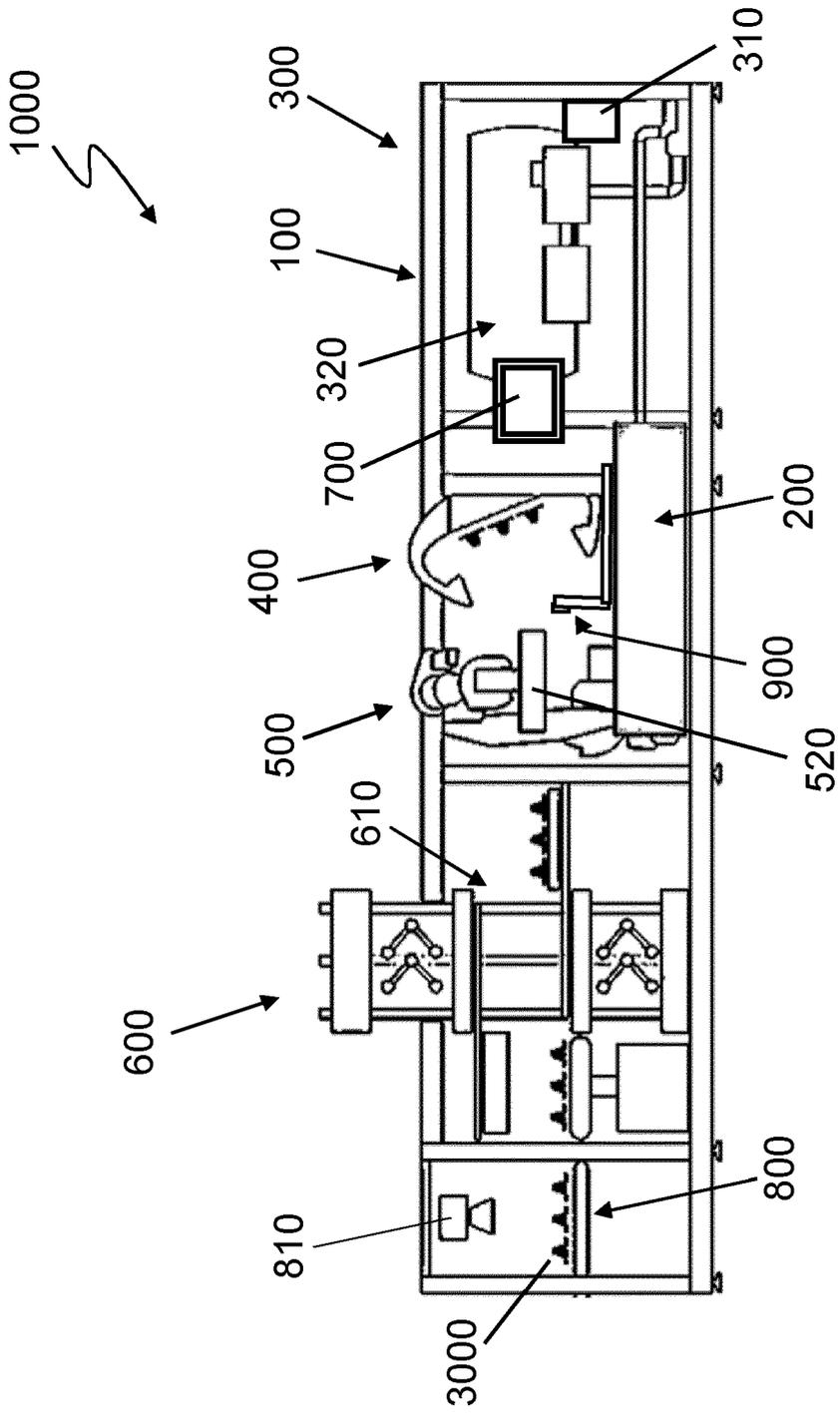


Fig. 1

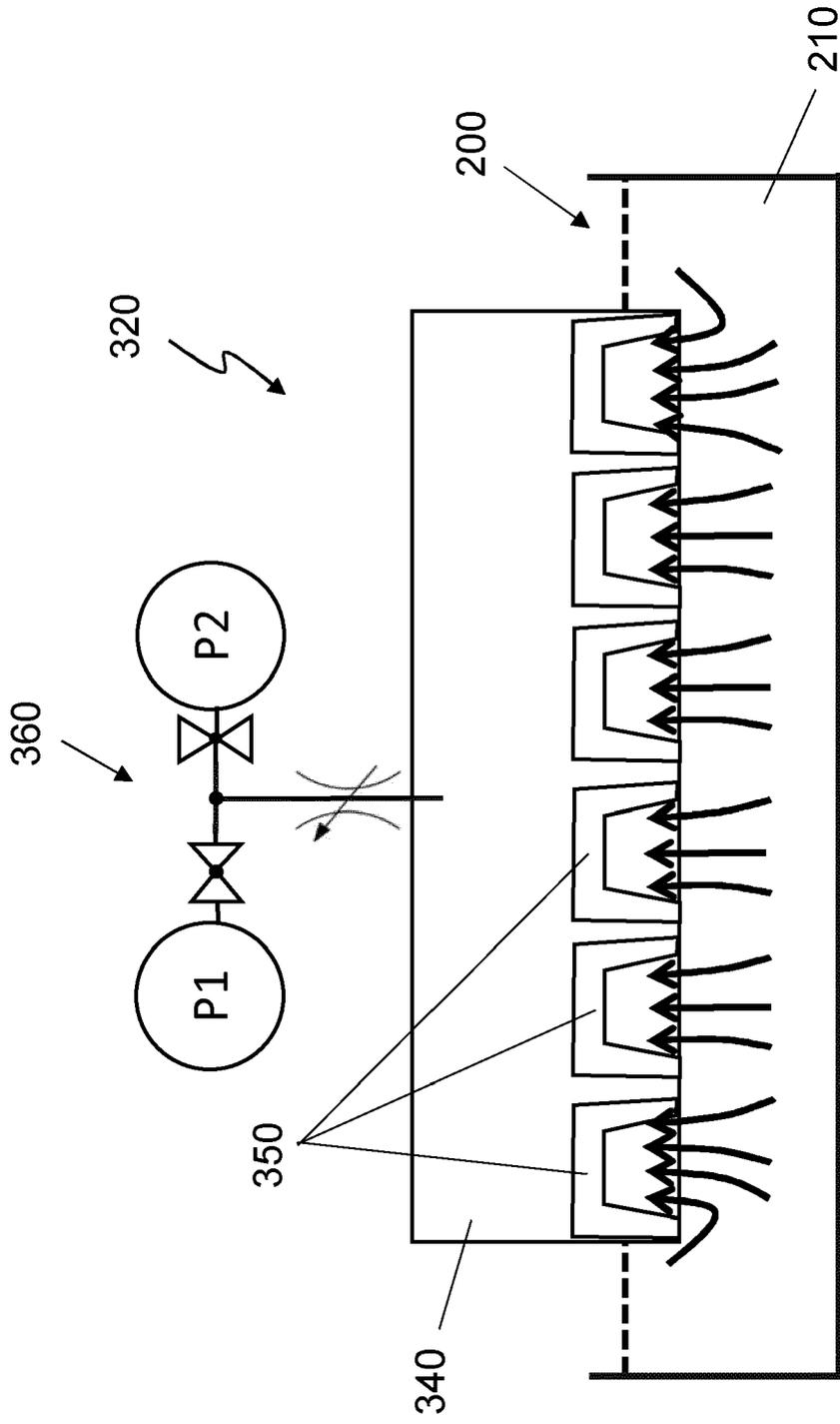
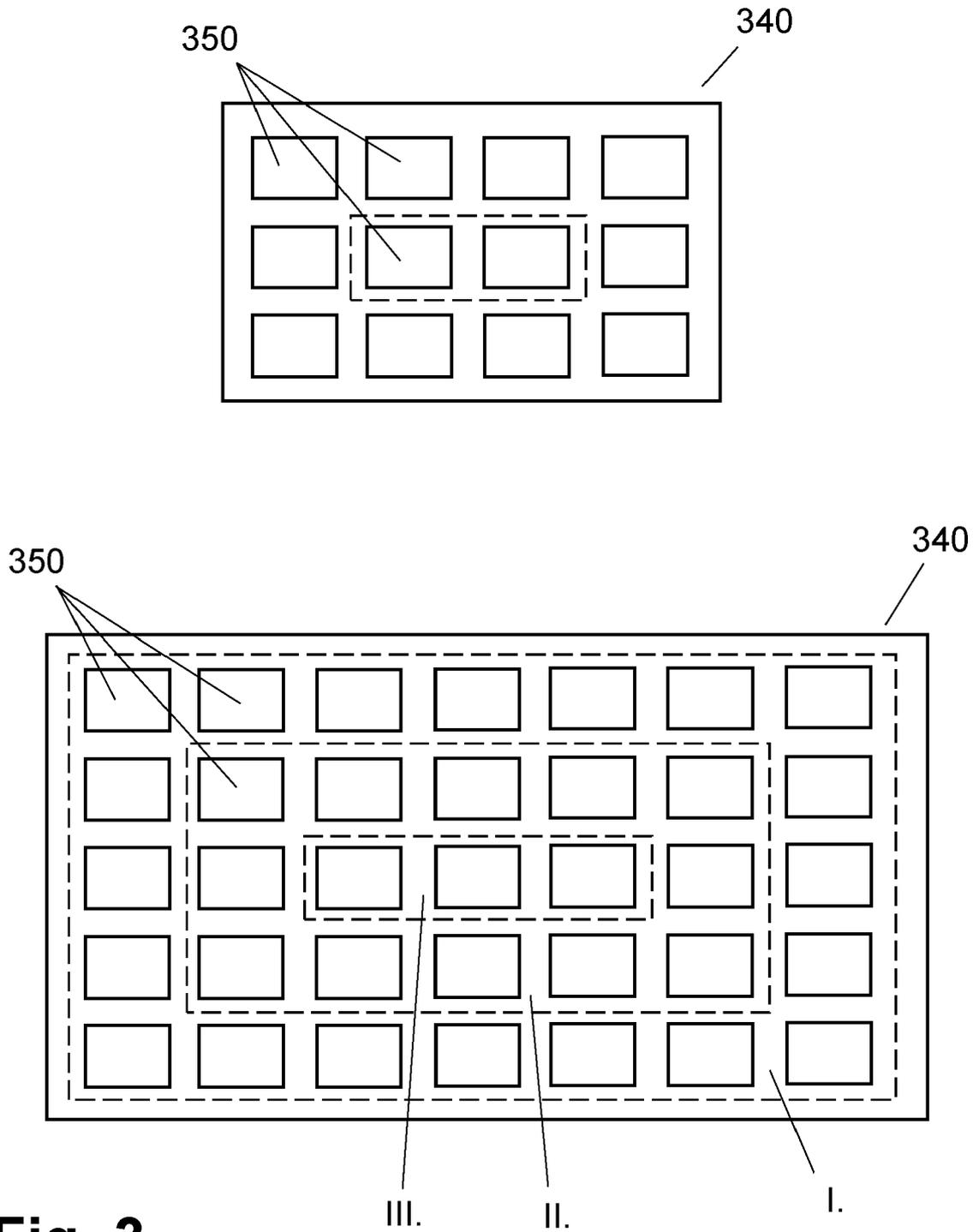


Fig. 2



**Fig. 3**

**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**

- DE 102019127562 A1 [0004]