

Zentrifuge und Verfahren zum Betreiben einer Zentrifuge

Die Erfindung betrifft eine Zentrifuge nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Verfahren zum Betreiben einer Zentrifuge nach dem Oberbegriff des Anspruchs 24.

5 Derartige gattungsgemäße - aber auch erfindungsgemäße - Zentrifugen weisen einen sich im Betrieb drehenden bzw. im Betrieb drehbaren Rotor auf. Dieser Rotor umfasst zumindest eine drehbare Trommel, in welcher eine zu verarbeitende Suspension in verschiedene Phasen getrennt wird. Der Rotor kann aber auch weitere Elemente wie eine Antriebsspindel aufweisen. Der Rotor kann zudem wenigstens einen oder mehrere elektrischen Verbraucher – im elektrischen Sinne eine Last - wie
10 einen Aktor oder einen Energie benötigenden Sensor oder einen Initiator aufweisen, der sich somit im Betrieb mit dem oder den übrigen sich im Betrieb drehenden Elementen des Rotors mitdreht.

15 In der EP 3 415 239 A1 wird vorgeschlagen, dass sich der drehbare Rotor einer Generatoranordnung vollständig in einem Magnetfeld befindet und kontinuierlich Strom erzeugt, der gleichgerichtet wird und über einen Kondensator geglättet wird, um so von Aktoren und Sensoren verwendet zu werden.

20 Analoges gilt für die EP 3 533 522 A1, in welcher vorgeschlagen wird, einen Transformator so aufzubauen, dass die Primärspule auf der stehenden und die Sekundärspule auf der rotierenden Seite des Trafokerns angebracht ist.

Aus der US 6,011,490 ist es zudem bekannt, mit einem Statormagnet am Gestell des
25 Separators ein lokales Magnetfeld zu erzeugen, welches eine Spule an der Trommel des Separators wiederholt durchfährt. Der induzierte Strom wird gleichgerichtet, geglättet und über einen Spannungsregler begrenzt. Derart kann er von Verbrauchern wie Sensoren in der Trommel genutzt werden.

30 In der US 5,529,566 wird vorgeschlagen, den Rotor einer Generatoranordnung auf einer Dekanterwelle anzuordnen und diese in einem Magnetfeld eines Dauermagneten zu drehen. Der erzeugte kontinuierliche Strom wird so aufbereitet, dass er von Verbrauchern wie Sensoren und Signalübertragern verwendet werden kann.

35 Es ist die Aufgabe der Erfindung, auf einfache Weise eine genügende Versorgung eines Verbrauchers mit elektrischer Energie im oder am Rotor sicherzustellen.

Zudem soll es nach einer sowohl als Weiterbildung aber auch als selbstständige Erfindung betrachtaren Lösung möglich sein, auf einfache Weise mit dem elektrischen Verbraucher von außerhalb des rotierenden Systems Informationen auszutauschen.

- 5 Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß durch die Gegenstände der Ansprüche 1 und 24. Es werden zudem die Erfindungen der Ansprüche 19 bis 23 geschaffen.

10 Zudem soll es nach einer Weiterbildung aber auch als selbstständige Erfindung betrachtaren Lösung möglich sein, auf einfache Weise an einem Ort außerhalb des Rotors mit dem Verbraucher Informationen auszutauschen.

Die Erfindung löst diese weitere Aufgabe durch den Gegenstand des Anspruchs 5.

15 Nach Anspruch 1 wird eine Zentrifuge geschaffen, die einen drehbaren Rotor und eine im Betrieb stillstehende Baugruppe aufweist, wobei der drehbare Rotor in bzw. an der stillstehenden Baugruppe mittels einer oder mehrerer Lagereinrichtungen drehbar gelagert ist, wobei der drehbare Rotor eine drehbare Trommel und ein Element zum Drehen der Trommel aufweist sowie einen oder mehrere an oder in dem Rotor angeordnete elektrische Verbraucher, wobei am oder im Rotor ferner wenigstens eine Batterie zur Versorgung des wenigstens einen Verbrauchers oder der mehreren Verbraucher mit elektrischer Energie angeordnet ist. Anschlüsse der Batterie können direkt oder über zwischengeschaltete Bauelemente mit dem jeweiligen Verbraucher verbunden sein. Das Antriebselement kann eine Antriebsspindel sein oder ein anderes dazu geeignetes Element. Die zumindest eine Verbraucher ist ein Aktor.

20 Es können weitere Verbraucher vorgesehen sein, insbesondere weitere Aktoren oder auch andere Verbraucher.

30 Mit der gemeinsam mit dem Rotor drehbaren Batterie kann auf einfache Weise elektrische Energie am oder im Rotor bereitgestellt werden, um den oder die Verbraucher am oder im Rotor mit elektrischer Energie zu versorgen. Dabei kann die Batterie auch im Ruhezustand – also im Stillstand des Rotors - dazu genutzt werden, um den Verbraucher weiter mit Energie zu versorgen.

35 Somit steht durch die sich bei Drehungen des Rotors mit dem Rotor drehende Batterie auch gepufferte Energie zur Verfügung, wenn die Trommel steht. Dies bietet einige Vorteile, die bei den bisherigen Entwicklungen zur Versorgung von Verbrauchern in drehbaren Rotoren von Zentrifugen überraschenderweise übersehen worden sind. Denn ein übersehener Nachteil der eingangs genannten bekannten Zentrifugen besteht darin, dass nur bei sich drehendem bzw. rotierendem Rotor elektrische

Energie für die Aktoren oder optional weitere Verbraucher wie einer oder mehrere Sensoren und/oder Datenkommunikation und/oder Datenverarbeitung zur Verfügung steht. Bei ruhender Trommel ist hingegen keine elektrische Energie zur Versorgung der Aktoren, Sensoren und Datenübertragung und Datenverarbeitung vorhanden.

5 Dieses Problem wird durch die Erfindung auf einfache Weise behoben.

Erfindungsgemäß können somit beispielweise bei entsprechender Ausgestaltung der Rotoren die Verbraucher versorgt werden. So können der oder die Aktoren als Verbraucher auch bei stehender Trommel betätigt bzw. bewegt werden und/oder es können bei einem Bereitstellen einer entsprechenden Sende- und/oder Empfangseinheit
10 am Rotor Daten und/oder Signale von Sensoren und Rückmeldesignale von Aktoren übertragen werden. Dies kann aus verschiedensten Gründen vorteilhaft sein, so z.B. nach einer Variante, um eine Temperaturmessung in einer gekühlten (Kammer)Trommel für sensible Produkte durchzuführen, wenn eine maximale Temperatur
15 der Trommel nicht überschritten werden darf, bevor diese mit zu verarbeitendem Produkt beschickt wird. Ein weiteres Beispiel ist eine Füllstandsmessung, die auch bei einer stehenden Trommel sinnvoll sein kann.

Ein weiterer Vorteil, den eine dem Rotor zugeordnete und sich mit diesem drehende
20 Batterie bietet, liegt ferner darin, dass sie direkt oder ggf. in Verbindung mit weiteren elektrischen Bauteilen dazu genutzt werden kann, relativ hohe elektrische Leistungen bereit zu stellen, um beispielsweise einen oder mehrere Aktoren wie eines oder mehrere Schließventil(e), insbesondere ausgebildet als Magnetventil(e), oder Stellventile der Trommel zu betätigen.

25 Nach einer Weiterbildung, die ausgehend vom Oberbegriff des Anspruchs 1 auch als eigenständige Erfindung betrachtet werden kann, ist vorgesehen, dass der oder die Verbraucher des rotierenden Systems einen oder mehrere Aktoren aufweisen, die dazu ausgelegt sind, um mit elektrischer Energie Einrichtungen wie Öffnungen oder
30 Leitungen, insbesondere Feststoffaustragsöffnungen oder Ablassleitungen an der Trommel mit Hilfe elektrischer Energie im Querschnitt zu verändern und/oder zu öffnen und zu schließen. Auch diese Erfindung ist mit einem oder mehreren Unteransprüchen des Anspruchssatzes kombinierbar.

35 Nach einer vorteilhaften Variante der vorstehend erläuterten Erfindung(en) ist in der Trommel ein Tellerpaket angeordnet, dass einen Stapel aus Trenntellern aufweist. Die Trommel kann dann vorzugsweise auch außen und/oder innen einfach oder doppelt konisch ausgebildet sein. Gerade an Zentrifugen, insbesondere Separatoren, mit solchen Trommeln ist es besonders vorteilhaft, einen oder mehrere Aktuatoren,

insbesondere eines oder mehrere Ventile, mit welchen Feststoffaustragsöffnungen insbesondere im Bereich des größten Radius der Trommel geöffnet und geschlossen werden können, elektrisch betreiben zu können und zwar im Betrieb der Trommel, wenn die Trommel sich dreht aber auch im Stillstand der Trommel, wenn sie sich
5 nicht dreht.

Der oder die Aktoren können insbesondere als eines oder mehrere elektrisch ansteuerbare Ventile ausgebildet sein.

10 Derart ist es einfache Weise möglich, Öffnungen oder Leitungen, insbesondere Feststoffaustragsöffnungen oder Ablassleitungen an der Trommel mit Hilfe elektrischer Energie zu öffnen und zu schließen.

Nach einer bevorzugten Ausgestaltung ist die Batterie oder ist eine der Batterien als
15 eine wiederaufladbare Batterie ausgebildet. Es ist aber auch denkbar, dass die Batterie oder eine der Batterien als eine nicht wiederaufladbare Batterie ausgebildet ist, die dann im Stillstand des Rotors gelegentlich zu wechseln ist. Es kann – nach einer Weiterbildung, die aber auch als eigenständige Erfindung betrachtet werden kann - vorteilhaft vorgesehen sein, dass der Verbraucher einen Datenspeicher im Rotor
20 oder am Rotor umfasst. Denn nach dieser besonders vorteilhaften Variante der Erfindung wird es möglich, direkt am oder im Rotor Daten über den Betrieb der Zentrifuge und insbesondere des Betriebsverhaltens der Zentrifuge, zu speichern, und dann nach Bedarf auszulesen und zum Beispiel per Funk in einen Bereich außerhalb des Rotors z.B. zu einer stillstehenden Steuerungseinrichtung zu übertragen. Es ist alternativ
25 möglich, diese Daten direkt im Rotor abzuspeichern und/oder auszuwerten, wenn bzw. wozu dann dort eine geeignete Rechneinrichtung zur Verfügung steht

Nach einer weiteren vorteilhaften Variante der Erfindung kann ferner vorgesehen sein, dass der Verbraucher eine oder mehrere folgender Einrichtungen umfasst: ei-
30 nen Sensor, einen Aktor und/oder einen Initiator und/oder eine Sende- und/oder Empfangseinheit und/oder eine Steuerungseinheit im oder am Rotor.

Die Lager des Rotors können als mechanisch arbeitende Lager ausgelegt sein, also beispielsweise als Wälzlager, oder auch als magnetisch wirkende Lager. Sofern zu
35 deren Betrieb Energie erforderlich ist, können sie - als einer der Verbraucher - von der Batterie – aber ggf. auch auf andere Weise - mit Energie versorgt werden.

Der Rotor kann die Trommel aufweisen und kann ferner eine drehbare Antriebsspin-
del aufweisen, die mit der Trommel drehfest gekoppelt ist und die mit einem

Antriebsmotor gedreht wird. Das Antreiben bzw. Drehen der Trommel kann aber auch berührungslos (z.B. mit einer Magnetkupplung oder mit einem levitronisch wirkenden Antriebssystem) erfolgen.

- 5 Es kann weiter vorgesehen sein, dass die Zentrifuge eine Anordnung zur Erzeugung elektrischer Energie aufweist, die derart ausgestaltet ist, dass die elektrische Energie am bzw. im Rotor bereitgestellt ist, und dass am oder im Rotor eine Ladeschaltung zum Aufladen der wiederaufladbaren Batterie vorgesehen ist. Denn derart kann die Batterie während des Betriebs der Zentrifuge direkt aufgeladen werden bzw. wieder
10 aufgeladen werden. Solche Anordnungen sind in verschiedensten Ausgestaltungen bekannt, so aus dem eingangs genannten Stand der Technik, auf den insofern verwiesen werden kann. Eine solche Anordnung kann über die Ladeschaltung zum Laden der Batterie genutzt werden, solange sich der Rotor dreht.
- 15 Dabei ist es denkbar, dass die Anordnung zur Erzeugung elektrischer Energie nur während eines Teils der Umdrehungen des Rotors ausgebildet ist oder dass die Anordnung zur Erzeugung elektrischer Energie während der vollständigen Umdrehungen des Rotors ausgebildet ist. Durch die Batterie als Energiespeicher kann genügend Energie zeitlich unabhängig von der Energieerzeugung bereitgestellt werden.
20 Denn mit der Erfindung wird mit der elektrochemisch arbeitenden Batterie ein Energiespeicher aufgeladen, in dem Energie gespeichert wird, die auch sehr kurzfristig wieder abgegeben werden kann.
- 25 Es kann also nach einer Variante der Erfindung Energie nur in einem lokal begrenzten Magnetfeld (ein oder mehrere Segmente) erzeugt bzw. übertragen werden. Der erzeugte Strom wird so umgeformt, dass hiermit die sich in oder an dem Rotor befindliche Batterie aufgeladen wird, deren Energie sowohl bei rotierender als auch bei stehender Trommel zur Verfügung steht.
- 30 Alternativ ist es im Rahmen einer anderen Erfindung denkbar, elektrische Energie außerhalb des rotierenden Systems zu erzeugen und dann über eine leitende Verbindung zur Batterie ins drehende System zu übertragen. So ist eine Energieübertragung von einem Ort außerhalb des drehenden Systems ins drehende System mittels
35 eines Schleifringübertragers möglich. Auch eine Stromübertragung, bei der die Kugellager als Übertrager für den elektrischen Strom genutzt werden, ist zweckmäßig und gut realisierbar.

Mit der Erfindung wird es auf einfache Weise möglich, auch Verbraucher in einer Trommel mit elektrischer Energie zu versorgen, deren Leistungsbedarf kurzfristig bzw. momentan höher ist als die im Betrieb der Trommel mit der Anordnung erzeugbare momentane Leistung.

5

Durch den Einsatz der Batterie als Energieversorgung im Rotor können sich somit verschiedenste Vorteile ergeben.

10 Aus der Batterie kann kurzzeitig eine deutlich höhere Energie entnommen werden, als beim Stand der Technik, bei dem nur die momentan erzeugte Energie zur Verfügung steht. Dies ist sehr vorteilhaft z.B. bei der kurzzeitigen Betätigung von Ventilen, da hier ein hoher aber pulsförmiger Energiebedarf vorliegt (z.B. Auf-Zu-Ventile für Feststoffentleerung). Diese pulsförmig verfügbare Energie wird im Wesentlichen durch die Dimensionierung der Batterie, weniger durch einen Ladestrom bestimmt.

15

Mit Hilfe eines in der Trommel untergebrachten können nach einer Option dauerhaft Daten, welche fest zu der Trommel gehören und beispielsweise die Historie einer Trommel dokumentieren, auf diesem Datenspeicher gespeichert werden. Dieses können z.B. Daten von Dehnmeßstreifen sein, die eine eventuelle Überschreitung der Belastungsgrenze des Trommelmaterials registrieren, oder Betriebsstunden der Trommel, welche zur Festlegung der Wartungsintervalle genutzt werden können, oder Daten von unzulässig hoher Beschleunigung z.B. durch Überschreiten der zulässigen Drehzahl oder Überschreitung der maximal zulässigen Dichte des zu verarbeitenden Produktes sein. Auf diese Weise können ähnlich einem Datenlogger oder
20 einer Blackbox wichtige Daten während der Lebenszeit der Trommel direkt in dieser gesammelt und aufgezeichnet werden.

25

Die für den Datenlogger beschriebene Sensorik, wie Temperaturfühler, Beschleunigungssensor, Dehnmessstreifen, Endschalter, Vibrationssensor, etc. sind direkt in der Trommel verbaut und tauschen die aufgenommenen Messwerte per Leitung oder Funk mit einer Auswertelektronik aus. Die von der Auswertelektronik aufbereiteten Messwerte werden dann als Daten in einer Speichereinheit in der Trommel abgespeichert. Alle elektrischen Verbraucher können von der bereits beschriebenen Batterie leitungsgebunden oder leitungslos – z.B. induktiv – mit Energie versorgt werden.
30

35

Auf diese Weise stehen die Betriebsdaten der mechanisch hochbelasteten Trommel über den gesamten Lebenszyklus der Trommel jederzeit zur Verfügung und können Auskunft über eventuelle unzulässige Belastungen geben.

Ein besonders vorteilhafter Anwendungsfall der Erfindung ist, im Rotor einen oder mehrere Sensoren für Druck, Füllstand, Temperatur, Trübung, Leitfähigkeit vorzusehen. Diese können Daten an den internen oder auch externen Datenspeicher liefern, wobei diese Daten dazu nutzbar sind, um die verfahrenstechnischen Eigenschaften der Maschine mittels Auswertung durch ein Expertensystem und eine entsprechende Optimierungsoftware deutlich zu verbessern. Diese Daten können aber auch zu der Steuerungseinrichtung außerhalb des Rotors gesendet werden um direkt Einfluss auf Prozessparameter zu nehmen wie Durchflussrate des Zulaufs der Zentrifuge, der Trommeldrehzahl oder der Entleerungshäufigkeit.

10

Es ist ferner nach einer Ausgestaltung der Erfindung auch denkbar, dass Sensorik für mechanische Zustände (z.B. Endschalter für Kolbenschieber) bereitgestellt wird, die abgefragt werden können, um Rückschlüsse über die einwandfreie Funktion der Mechanik zu erhalten.

15

Zudem kann eine Sensorik für Körperschallmessung, Vibration oder Kavitation in oder an dem Rotor betrieben werden.

20

Es ist auch denkbar, Ultraschall-Aktoren vorzusehen, beispielsweise, um mit ihnen einen Trennteller oder das gesamte Tellerpaket derart mechanisch anzuregen, dass sich Ablagerungen von der Telleroberfläche lösen oder sich dort erst gar nicht festsetzen.

25

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung eines oder mehrerer der Ansprüche 1 bis 12 sowie aber auch als eigenständige Erfindung zu betrachtender Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass am Rotor ferner wenigstens eine Sende- und/oder Empfangseinheit zum drahtlosen Senden und/oder Empfangen von Daten ausgebildet ist. Dies ermöglicht auf einfache Weise eine Kommunikation mit dem einen oder den mehreren elektrischen Verbrauchern des Rotors. Nach dem Gegenstand des Anspruchs 13 werden Daten und Signale berührungslos zwischen dem Rotor und der Umgebung – insbesondere mit einer Steuerung der Zentrifuge - austauschbar bzw. ausgetauscht, so z.B. per Funk oder mittels Lichts (z.B. optische Drehübertrager).

30

35

Es kann vorgesehen sein, dass an der stillstehenden Baugruppe eine korrespondierende Sende- und/oder Empfangseinheit zum drahtlosen Senden und/oder Empfangen von Daten ausgebildet ist. Zudem kann vorgesehen sein, dass die korrespondierende Sende- und/oder Empfangseinheit mit einer Steuerungsvorrichtung zur Steuerung der Zentrifuge verbunden ist.

Steuersignale für die Aktoren bzw. Daten oder Signale der Sensoren werden dann vorzugsweise berührungslos bzw. drahtlos z.B. per Funk oder optisch zwischen der Trommel und einem Empfänger im Gestell der Zentrifuge kommuniziert.

- 5 Von dort kann eine Daten- und Signalkommunikation zu der Steuereinrichtung der Zentrifuge bestehen, in der die Daten und Signale generiert oder ausgewertet werden. Auch ist eine direkte Übertragung der Daten und Signale in eine Datencloud denkbar, so dass die Daten/Signale ortsungebunden verarbeitet werden können.
- 10 Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltungsform, die auch als weitere eigenständige Erfindung betrachtet werden kann, wird eine Zentrifuge geschaffen, die einen drehbaren Rotor und eine im Betrieb stillstehende Baugruppe aufweist, wobei der drehbare Rotor in oder an der stillstehenden Baugruppe mittels einer oder mehrerer Lagereinrichtungen drehbar gelagert ist, wobei der drehbare Rotor eine dreh-
- 15 bare Trommel und ein Antriebselement zum Drehen der Trommel aufweist sowie einen oder mehrere an oder in dem Rotor angeordnete elektrische Verbraucher, wobei der oder die Verbraucher einen oder mehrere Aktoren umfassen, die dazu ausgelegt sind, um mit Hilfe elektrischer Energie auf eine oder mehrere Öffnungen und/oder Leitungen, insbesondere Feststoffaustragsöffnungen und/oder Einlass- oder Aus-
- 20 lassleitungen an der Trommel einzuwirken, insbesondere um deren Querschnitt zu ändern, und/oder um den Durchfluss zu öffnen oder zu schließen. Derart können an einer oder mehreren Leitungen oder Öffnungen auf einfache Weise mittels eines oder mehrerer elektrisch ansteuerbarer Aktoren Zustandsveränderungen herbeigeführt werden, um auf den Zustand der zentrifugalen Trennung Einfluss zu nehmen.
- 25 Die Erfindung schafft nach einer weiteren Variante, die wiederum auch als eigenständige Erfindung betrachtet werden kann, eine Zentrifuge, die einen drehbaren Rotor und eine im Betrieb stillstehende Baugruppe aufweist, wobei der drehbare Rotor in oder an der stillstehenden Baugruppe mittels einer oder mehrerer Lagereinrichtungen drehbar gelagert ist, wobei der drehbare Rotor eine drehbare Trommel und ein Antriebselement zum Drehen der Trommel aufweist. Die Trommel weist ferner einen hydraulisch betätigbaren Kolbenschieber zum Öffnen oder Verschließen einer oder mehrerer Feststoffaustragsöffnungen aufweisen. Dabei wird Hydraulikflüssigkeit, insbesondere Steuerwasser, mittels eines oder mehrerer elektromechanischer Ventile,
- 30 welche an oder in der rotierenden Trommel angeordnet sind, zum Betätigen, insbesondere Öffnen des Kolbenschiebers, aus einer Steuerkammer ab, insbesondere unter, dem Kolbenschieber abgelassen bzw. es ist derart ablassbar. Das oder die Ventile bilden einen oder mehrere der Verbraucher. Derartige Ventile sind sehr gut

und präzise ansteuerbar. Es oder sie werden in der Trommel mit elektrischer Energie versorgt.

Die Erfindung schafft nach einer weiteren Variante, die wiederum auch als eigenständige Erfindung betrachtet werden kann, eine Zentrifuge, die einen drehbaren Rotor und eine im Betrieb stillstehende Baugruppe aufweist, wobei der drehbare Rotor in oder an der stillstehenden Baugruppe mittels einer oder mehrerer Lagereinrichtungen drehbar gelagert ist, wobei der drehbare Rotor eine drehbare Trommel und ein Antriebselement zum Drehen der Trommel aufweist sowie einen oder mehrere an oder in dem Rotor angeordnete elektrische Verbraucher, wobei die Trommel Feststoffaustragsdüsen aufweist und wobei als Verbraucher eine elektrisch ansteuerbare Einrichtung zum Verändern des Düsenquerschnitts der Feststoffaustragsdüsen vorgesehen ist. Diese Einrichtung zum Verändern des Düsenquerschnitts der Feststoffaustragsdüsen ist vorzugsweise als eine elektrisch verstellbare Düsennadel ausgestaltet, welche in den Durchlassquerschnitt bewegt wird, wodurch ein verbleibender Durchlassquerschnitt veränderbar ist. Diese Einrichtung kann aber auch als ein Prallkörper ausgeführt sein, welcher elektrisch verstellbar vor die Düsenöffnung geschoben wird, so dass ein Spalt mit veränderbarer Spaltbreite gebildet wird. Derart wird es auf einfache Weise möglich den Querschnitt der Feststoffaustragsdüsen sogar während des Betriebs zu ändern, was ansonsten nicht möglich wäre.

Die Erfindung schafft schließlich auch ein Verfahren zum Betreiben einer Zentrifuge nach einem der darauf bezogenen Ansprüche, bei welchem der Rotor aus einem ersten sich nicht drehenden Zustand in einen sich drehenden Zustand versetzt wird, um in einem Zentrifugalfeld in der Trommel des Rotors ein in die Trommel geleitetes Produkt in verschiedene Phasen zu trennen, wobei einer oder mehrere im oder am Rotor angeordnete Verbraucher sowohl während eines Betriebszustandes, in welchem der Rotor gedreht wird als auch in einem Zustand, in welchem der Rotor stillsteht, von einer im Rotor angeordneten Batterie mit elektrischer Energie versorgt werden. Dieses Verfahren bietet u.a. die auch in Hinsicht auf die Vorrichtung der unabhängigen Ansprüche, insbesondere des Anspruchs 1, beschriebenen Vorteile.

Anzumerken ist, dass in den unabhängigen Ansprüchen Merkmalskombinationen angegeben sind, die je für sich, aber auch in Kombination mit den Merkmalen eines oder mehrerer anderer weiterer nebengeordneter Ansprüche vorteilhaft kombinierbar sind. Zudem sind die jeweiligen unabhängigen Ansprüche auch mit den Merkmalen sämtlicher Unteransprüche vorteilhaft kombinierbar.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung(en) sind den übrigen Unteransprüchen zu entnehmen.

Vorteilhafte Varianten werden nachfolgend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert, welches nicht beschränkend oder als einziges denkbare Ausgestaltungsbeispiel zu verstehen ist. Insbesondere ist es nicht notwendig, sämtliche Merkmale der nachfolgenden Beschreibung bei sämtlichen Ausführungsbeispielen miteinander zu kombinieren. Es zeigt:

10

Figur 1: eine schematische Schnittansicht einer Zentrifuge, welche nach einem erfindungsgemäßen Verfahren betrieben werden kann; und

Figur 2: einen Ladeschaltkreis für einen Rotor einer erfindungsgemäßen Zentrifuge.

15

Fig. 1 zeigt eine Zentrifuge mit einem drehbaren Rotor 1 und eine im Betrieb stillstehende Baugruppe 2. Der drehbare Rotor 1 und die nicht drehbare Baugruppe 2 sind lediglich schematisch dargestellt. Der drehbare Rotor 1 ist in oder an der stillstehenden Baugruppe 2 mittels einer oder mehrerer Lagereinrichtungen 3 drehbar gelagert, wobei diese Lagereinrichtungen 3 in an sich beliebiger Weise ausgestaltet sein können, so als Wälzlager oder Gleitlager und/oder Magnetlager. Um den Rotor 1 in Drehung zu versetzen, wirkt auf ihn eine Antriebsvorrichtung 4 ein, die beispielsweise als Elektromotor ausgestaltet sein kann, der direkt oder über ein Getriebe (nicht dargestellt) auf den Rotor 1 ein Drehmoment übertragen kann.

25

Der drehbare Rotor 1 weist eine drehbare Trommel 10 auf. Er kann ferner als Antriebselement beispielsweise eine Antriebsspindel 11 zum Drehen der Trommel 10 aufweisen sowie eines oder mehrere weitere Elemente.

Die nicht drehbare Baugruppe 2 weist ein Maschinengestell 20 auf sowie eine Haube 21 zum Abdecken der Trommel 10. Sie kann ferner weitere Elemente wie einen Feststofffänger 22 aufweisen sowie ggf. auch weitere Elemente wie einen oder mehrere Leitungen, Dämpfungselemente, eine Schmierstoffaufbereitung usw.. Derartige Elemente sind hier nur schematisch oder nicht dargestellt, da sie der Fachmann kennt und daher ohne weitere Informationen vorteilhaft ausgestalten kann.

Die Trommel 10 weist einen Zulauf 101 auf sowie einen Verteiler 102, optional ein Tellerpaket 103 aus Trenntellern 104, wenigstens einen ersten Ablauf 105 für eine Flüssigkeitsphase und optional wenigstens einen zweiten Ablauf 106 für eine

Feststoffphase. Optional kann ein weiterer (hier nicht dargestellter) Ablauf beispielsweise zum Ableiten einer weiteren Flüssigkeitsphase vorgesehen sein.

5 Die Trommel 10 kann für einen kontinuierlichen Betrieb ausgelegt sein. Sie kann bevorzugt eine vertikale Drehachse aufweisen. Es ist aber auch denkbar, die Drehachse anders auszurichten

10 Der erste Ablauf 105 kann als Schälscheibe bzw. Greifer ausgebildet sein. Er kann aber auch in beliebiger anderer Bauweise ausgebildet sein, so als offener Ablauf oder als hermetisch abgedichteter Ablauf.

15 Der zweite Ablauf 106 kann für einen kontinuierlichen Feststoffaustrag ausgebildet sein und kontinuierlich geöffnete Feststoffaustragsöffnungen, insbesondere Düsen 109, zum Feststoffaustrag aufweisen.

20 Diese eine oder mehreren Düsen können so ausgeführt sein, dass ihr Aus- bzw. Durchlassquerschnitt elektrisch veränderbar ist. Dies könnte z.B. durch eine elektrisch verstellbare Düsennadel realisiert werden, welche in den Durchlassquerschnitt bewegt wird und dadurch den verbleibenden Durchlassquerschnitt verändert oder durch einen Prallkörper, welcher elektrisch verstellbar vor die Düsenöffnung geschoben wird und hierdurch ein Spalt mit veränderbarer Spaltbreite entsteht.

25 Die elektrische Energie hierfür wird vorzugsweise aus der beschriebenen Batterie zur Verfügung gestellt, und die Steuersignale werden per Funk von der Maschinensteuerung zu einem entsprechenden Empfänger und einer Steuerungselektronik für die erforderlichen Aktoren gesendet.

30 Die Trommel 10 kann einfach oder doppeltkonisch ausgebildet sein (innen und/oder außen). Es ist dann vorteilhaft, den zweiten Ablauf 106 im Bereich des größten Durchmessers der Trommel anzuordnen. Dabei können zum Ausbilden des zweiten Ablaufs 106 mehrere der Feststoffaustragsöffnungen umfangsverteilt in der Trommel ausgebildet sein.

35 Der zweite Ablauf 106 kann aber auch diskontinuierlich öffnenbare bzw. verschließbare Feststoffaustragsöffnungen 107 aufweisen

In diesem Falle wird den Feststoffaustragsöffnungen 107 wenigstens ein Schließventil 108 zugeordnet, welches sich elektrisch öffnen und schließen lässt. Vorzugsweise ist jeder der Feststoffaustragsöffnungen 107 jeweils eines der Schließventile 108

zugeordnet, mit denen die Feststoffaustragsöffnungen 107 diskontinuierlich geöffnet und verschlossen werden können. Damit bilden diese Ventile einen der Verbraucher.

5 Im Falle dass die Feststoffaustragsöffnungen 107 mit einem konventionellen hydraulischen Kolbenschieber verschlossen und geöffnet werden (hier nicht dargestellt), kann die hierfür erforderliche Hydraulikflüssigkeit, in der Regel Steuerwasser, mittels elektromechanischer Ventile, welche sich in der rotierenden Trommel befinden, zum Schließen unter den Kolbenschieber geleitet werden und zum Öffnen von dort auch wieder abgelassen werden.

10

Auch hier wird die elektrische Energie aus der beschriebenen Batterie zur Verfügung gestellt, und die Steuersignale werden per Funk von der Maschinensteuerung zu einem entsprechenden Empfänger und einer Steuerungselektronik für die erforderlichen Aktoren gesendet.

15

Derart kann ein zu verarbeitendes fließfähiges Produkt in die Trommel 10 fließen, wo im Zentrifugalfeld eine Phasentrennung stattfindet, wobei die getrennten Phasen durch verschiedene Abläufe 105, 106 getrennt aus der Trommel 10 abgeleitet werden können.

20

Die Trommel 10 kann - wie dargestellt - für eine Flüssig-Fest-Trennung ausgelegt sein oder (nicht dargestellt) für eine Flüssig-Flüssig-Trennung oder für eine Flüssig-Flüssig-Fest-Trennung.

25

Die Trommel 10 kann ferner für einen kontinuierlichen Betrieb ausgelegt sein. Im Rahmen der Erfindung kann sie aber auch für einen Batchbetrieb ausgelegt sein, beispielsweise, indem sie als Kammerseparator ausgebildet ist, der zum Entfernen der sich außen in der Trommel anlagernden Feststoffe von Zeit zu Zeit geöffnet werden muss.

30

In bevorzugter Ausgestaltung kann die Zentrifuge als ein Tellerseparator ausgebildet sein. Ein solches Ausführungsbeispiel zeigt die Fig. 1. Insbesondere einzelne oder sämtliche die Elektronik und insbesondere die Energieversorgung von Verbrauchern am Rotor sowie eine Datenübertragung betreffenden Merkmale der nachfolgenden
35 Beschreibung können aber auch an Zentrifugen anderer Bauart ausgeführt werden.

Die Zentrifuge weist ferner eine Elektronikbaugruppe 5 auf. Diese Elektronikbaugruppe umfasst Elemente, die der stillstehenden Baugruppe 2 zugeordnet sind und Elemente, die dem Rotor 1 zugeordnet sind.

Im oder am Rotor 1 sind dabei ein oder mehrere Verbraucher 50 zum Verbrauchen elektrischer Energie (also eine oder mehrere Lasten) angeordnet, die sich somit im Betrieb mit dem Rotor drehen.

- 5 Diese Verbraucher 50 können beispielsweise eine oder mehrere folgender Einrichtungen umfassen: einen Sensor 501, einen Aktor 502 und/oder einen Initiator 503 und/oder eine Sende- und/oder Empfangseinheit 504 und/oder eine Steuerungseinheit im oder am Rotor und/oder einen Datenspeicher 506 im Rotor oder am Rotor.
- 10 Hier sind beispielhaft die Schließventile 108 als Magnetventile ausgebildet, zu deren Betätigung elektrische Energie erforderlich ist. Die bilden damit auch einen Verbraucher 50 in Form eines Aktors 502 aus. Zudem sind einer oder mehrere Sensoren 501 an dem Rotor 1, insbesondere an oder in der Trommel 10 angeordnet.
- 15 Um die Verbraucher 50 mit Energie zu versorgen, ist am oder im Rotor 1 eine Batterie 51 angeordnet. Eine Batterie im Sinne der Erfindung ist ein Speicher für elektrische Energie auf elektrochemischer Basis. Die Batterie 51 kann als wiederaufladbare Batterie ausgebildet sein, also als Akkumulator, kurz Akku oder Sekundärbatterie. Die kann aber auch als nicht wieder aufladbare Batterien ausgebildet sein, kurz Primärbatterie genannt.
- 20

Die Batterie 51 kann zur Versorgung eines oder mehrerer Verbraucher 50 genutzt werden.

- 25 Eine nicht wiederaufladbare Batterie 51, die somit von Zeit zu Zeit gewechselt werden muss, wenn der Rotor 1 stillsteht und der Betrieb unterbrochen ist, kann insbesondere zur Versorgung eines oder mehrerer Verbraucher 50 mit einem niedrigen Energiebedarf genutzt werden, so zur Versorgung einer Sende- und/oder Empfangseinheit 504 des Rotors 1, insbesondere eines Funksenders, insbesondere eines solchen, der einen Funkstandard mit einem relativ niedrigen Energiebedarf nutzt.
- 30

- Eine wiederaufladbare Batterie 51 kann hingegen auch zur Versorgung eines oder mehrerer Verbraucher mit einem höheren Leistungsbedarf genutzt werden, so zur Betätigung eines oder mehrerer Magnetventile, insbesondere ausgebildet als
- 35 Schließventile 108. Auch zur elektrischen Betätigung des Mechanismus zum Verändern des Auslass- oder Durchlassquerschnitts einer Düse 109 kann auf die Batterie genutzt werden.

Bei schnellschaltenden Elektroventilen, die auch die benötigten Querschnitte an Feststoffaustragsöffnungen öffnen und schließen können, sind „einige 10 Watt“ Leistung zur Betätigung erforderlich. Verteilt man nun mehrere, z.B. 10 bis 20, Ventile auf dem Trommelumfang, werden „einige 100 Watt“ oder mehr für zehntel Sekunden und konstanter Spannung benötigt. Für moderne Batterien wie NiMh-Akkus oder Lithium-Ionen-Akkus ist die Bereitstellung dieser Leistung möglich. Diese könnten auch dezentral am jeweiligen Verbraucher/Ventil verbaut sein, um dann zentral angesteuert zu werden.

- 10 Wird die Batterie 51 als wiederaufladbare Batterie 51 ausgebildet, kann vorgesehen sein, dass direkt am Separator eine Anordnung 52 zum induktiven Erzeugen elektrischer Energie ausgebildet wird, die zumindest zum Aufladen der wiederaufladbaren Batterie 51 dient. Zwischen der Anordnung 52 und der Batterie 51 kann eine Ladeschaltung 523 ausgebildet sein, um die von der Anordnung 52 erzeugte Energie bzw. die induzierte Spannung gleichzurichten und zum Aufladen der Batterie 51 geeignet an deren Anschlüssen bereitzustellen.

Die Anordnung 52 kann auf verschiedene Weise ausgebildet sein. Sie kann insofern eines oder mehrere erste sich nicht mit dem Rotor drehende Elemente wie einen oder mehrere Magnete 521 aufweisen, welche der stillstehenden Baugruppe 2 zugeordnet sind sowie eine oder mehrere Induktivitäten (Spulen) 522, die dem drehbaren Rotor 1 zugeordnet sind, wobei die Anordnung derart ist, dass im Betrieb, d.h. dann, wenn die Trommel gedreht wird, beim Vorbeidrehen der Spulen an dem oder den Magneten 521 in der oder den Spulen 522 Strom induziert wird, so dass im rotierenden System bzw. im Rotor 1 direkt elektrische Energie erzeugt wird.

Dabei kann diese im rotierenden System bzw. Rotor 1 erzeugte Energie nach einer ersten möglichen Ausgestaltung fortlaufend während der vollständigen Umdrehungen des Rotors erzeugt werden oder nur – bezogen auf den Umfang – bereichsweise – d.h. dann, wenn sich die jeweilige Spule 522 bei ihrer Umdrehung an dem Magneten 521 vorbeibewegt. Dies kann durch die entsprechende Umfangsverteilung und eine entsprechende Bemessung der Anzahl an Magneten 521 und Spulen 522 beeinflusst werden. Die Spulen 521 bilden derart auch selbst einen Teil des Rotors 1 aus und drehen sich mit diesem im Betrieb mit.

35

Der oder die Verbraucher 50 können direkt oder über zwischengeschaltete Bauelemente mit der Batterie gekoppelt sein und bilden mit dieser einen Schaltkreis aus (nicht dargestellt). Die Anordnung 52 kann an Stellen angeordnet sein, die dafür geeignet sind, dass die an der Trommel angebrachte Induktivitäten (Spulen) 522 nah

an dem stationären Magneten 521 vorbeigeführt wird. Dies kann an der Trommelunter- oder Oberseite sein, aber auch am Außenumfang der Trommel, oder im Bereich der Antriebsspindel oder im Bereich des Zu- oder Ablaufs.

5 Dabei kann jedem Verbraucher 50 jeweils eine Sende- und/oder Empfangseinheit 504 zugeordnet sein, oder es kann mehreren der Verbraucher 501, 502, 503 eine gemeinsame Sende- und/oder Empfangseinheit 504 des Rotors 1 zugeordnet sein. In der Fig. 1 werden Sende- und/oder Empfangseinheiten 504 schematisch durch eine Art fächerartiges Signalsymbol dargestellt. Sie können direkt an den Sensoren 501
10 angeordnet werden oder mit diesen gemeinsam als Baueinheit ausgebildet werden. Vorzugsweise umfassen sie jeweils eine Antenne, insbesondere jeweils eine aus der Trommel 10 nach außen vorstehende ober an der Außenseite der Trommel angebrachte Antenne.

15 In Fig. 1 sind Sensoren 501 rein schematisch dargestellt. Durch die Art ihrer Darstellung wird beispielhaft einer Art Funktion des jeweiligen Sensors 501 veranschaulicht, so die einer Füllstandsmessung (rechter oberer Sensor 501), eines Temperatursensors (linker oberer Sensor 501) oder eines Dehnungssensors (Sensor ganz links).

20 Die Sende- und/oder Empfangseinheit(en) 504 des Rotors kann bzw. können zum Senden von Daten oder Signalen ausgebildet sein und/oder zum Empfangen von Daten oder Signalen. Sie können dazu einen an sich beliebigen Standard nutzen, so Bluetooth oder Near Field Communication (NFC) oder Lichtsignale (Licht im sichtbaren Bereich). Bevorzugt wird die Sende- und/oder Empfangseinheit 504 als Sende- und/oder Empfangseinheit ausgebildet, die mit einem Funkstandard mit einem niedrigen Energiebedarf arbeitet.

Außerhalb des Rotors wird insbesondere an der stillstehenden Baugruppe 2 eine
30 korrespondierende Sende- und/oder Empfangseinheit 505 angeordnet. Auch die Sende- und/oder Empfangseinheit 505 an der stillstehenden Baugruppe 2 kann zum Empfangen von Daten oder Signalen ausgebildet sein und/oder zum Senden von Daten und/oder Signalen. Bevorzugt wird die Sende- und/oder Empfangseinheit 504 als Sende- und/oder Empfangseinheit ausgebildet, die mit einem Funkstandard mit
35 einem niedrigen Energiebedarf arbeitet.

Die Sende- und/oder Empfangseinheit 505 ist vorzugsweise mit einer Steuerungseinrichtung 53 des Separators verbunden.

Die Daten- und/oder Signalübertragung zwischen den Sende- und/oder Empfangseinheiten 504, 505 kann in nur einer Richtung oder in zwei Richtungen erfolgen.

- 5 So ist es denkbar, dass lediglich von der Sende- und/oder Empfangseinheit 504 des Rotors 1 Daten über den Betriebszustand des Rotors 10 oder im Rotor – beispielsweise erfasst von einem oder mehreren der Sensoren 501 - an die Sende- und/oder Empfangseinheit 505 übertragen werden, so dass diese beispielsweise mit der Steuerungseinrichtung 53 ausgewertet werden können.
- 10 Es ist aber auch denkbar, dass umgekehrt beispielsweise von der Sende- und/oder Empfangseinheit 505 der Baugruppe 2 Daten und/oder Signale an die Sende- und/oder Empfangseinheit 504 des Rotors 1 übertragen werden, um beispielsweise einen Aktor 502 anzusteuern.
- 15 Zudem sind Kombinationen und Varianten dieser Übertragungsarten denkbar.

Die Batterie 51 kann in der Trommel an verschiedenem Ort angeordnet sein. So kann die Batterie beispielsweise in ein Aufnahmefach im oder am Trommelunterteil oder im Trommeloberteil eingesetzt sein.

- 20 Die Sende- und/oder Empfangseinheit(en) 504 des Rotors werden vorzugsweise derart angeordnet, dass ihre Antenne(n) außen aus dem Rotor vorstehen, beispielsweise in einem konischen Bereich des Trommeloberteils.
- 25 Nach Fig. 1 steht auch gepufferte Energie zur Verfügung, wenn die Trommel steht. Somit können auch bei stehender Trommel Aktoren 501 wie die Ventile 108 bewegt werden und/oder es können Daten und/oder Signale von Sensoren und Rückmeldesignale der Aktoren drahtlos übertragen werden.

Bezugszeichenliste

	drehbarer Rotor	1
	Trommel	10
5	Antriebsspindel	11
	Zulauf	101
	Verteiler	102
	Tellerpaket	103
	Trennteller	104
10	erster Ablauf	105
	zweiter Ablauf	106
	Feststoffaustragsöffnungen	107
	Schließventile	108
	Düse	109
15	stillstehende Baugruppe	2
	Maschinengestell	20
	Haube	21
	Feststofffänger	22
20	Lagereinrichtung	3
	Antriebsvorrichtung	4
25	Elektronikbaugruppe	5
	Verbraucher	50
	Sensor	501
	Aktor	502
	Initiator	503
30	Sende- und/oder Empfangseinheit	504, 505
	Datenspeicher	506
	Batterie	51
35	Anordnung	52
	Magnete	521
	Induktivitäten (Spulen)	522
	Ladeschaltung	523
40	Steuerungseinrichtung	53