

- 1 -

Verfahren zum Betreiben einer modular aufgebauten Produktionsanlage

Die Arbeiten, die zu dieser Erfindung geführt haben, wurden gemäß der Finanzhilfvereinbarung Nr. 228867 im Zuge des Siebten Rahmenprogramms der Europäischen Union RP7/2007-2013 gefördert.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer produktionstechnisch miteinander
5 verbundene, regelungstechnisch autarke Prozessmodule aufweisenden Produktionsanlage für die
Produktion eines chemischen und/oder pharmazeutischen Produktes.

Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Produktionsanlage für die Produktion eines chemischen
und/oder pharmazeutischen Produktes.

Für die Herstellung eines bestimmten chemischen und/oder pharmazeutischen Produktes ist es
10 erforderlich, eine Produktionsanlage mit individuell gestalteter Anlagenstruktur bereitzustellen, um
die jeweilig verfahrenstechnisch erforderlichen Prozessschritte in einzelnen Prozessabschnitten
durchführen zu können. Ist die Herstellung dieses bestimmten Produktes nicht mehr gewünscht, wird
die Produktionsanlage üblicherweise wieder abgebaut, um an derselben Stelle eine andere
Produktionsanlage mit individuell gestalteter Anlagenstruktur aufbauen zu können, mit der ein
15 anderes chemisches und/oder pharmazeutisches Produkt hergestellt werden kann. Dieses Auf- und
Abbauen von Produktionsanlagen ist sehr zeit- und kostenaufwändig. Es besteht daher ein ständiges
Bedürfnis, den mit der Produktion verschiedener chemischer und/oder pharmazeutischer Produkte
verbundenen Aufwand zu verringern.

Zur Umgehung dieser Problematik kann eine Produktionsanlage modular aus einzelnen
20 prozesstechnisch miteinander verbindbaren, regelungstechnisch autarken Prozessmodulen aufgebaut
werden. Solche Produktionsanlagen erfordern jedoch neuartige Regelungskonzepte, da bei
herkömmlichen Produktionsanlagen eingesetzte Regelungskonzepte nicht ohne Weiteres auf modular
aus regelungstechnisch autarken Prozessmodulen aufgebaute Produktionsanlagen übertragbar sind.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Regelungskonzept für eine produktionstechnisch miteinander
25 verbundene, regelungstechnisch autarke Prozessmodule aufweisende Produktionsanlage für die
Produktion eines chemischen und/oder pharmazeutischen Produktes bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen gemäß Patentanspruch 1 und eine
Produktionsanlage mit den Merkmalen gemäß Patentanspruch 4 gelöst. Bevorzugte Ausgestaltungen
der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben, die jeweils für sich genommen oder in
30 beliebiger Kombination miteinander einen Aspekt der Erfindung darstellen können.

Mit Patentanspruch 1 wird ein Verfahren zum Betreiben einer produktionstechnisch miteinander verbundene, regelungstechnisch autarke Prozessmodule aufweisenden Produktionsanlage für die Produktion eines chemischen und/oder pharmazeutischen Produktes vorgeschlagen, wobei für jedes Prozessmodul kontinuierlich oder diskret eine jeweilig in diesem Prozessmodul vorhandene, von diesem Prozessmodul zu verarbeitende Materialmenge erfasst und mit einem vorgegebenen Mengengrenzwert verglichen wird, wobei

- ein Massenzulauf in das jeweilige Prozessmodul erhöht oder erniedrigt wird, wenn die jeweilig in diesem Prozessmodul vorhandene, von diesem Prozessmodul zu verarbeitende Materialmenge kleiner oder größer als der Mengengrenzwert ist, wobei der Massenzulauf gleichzeitig ein Massenablauf eines produktionstechnisch diesem Prozessmodul unmittelbar vorgeschalteten weiteren Prozessmoduls ist, oder
- ein Massenablauf aus dem jeweiligen Prozessmodul erhöht oder erniedrigt wird, wenn die jeweilig in diesem Prozessmodul vorhandene, von diesem Prozessmodul zu verarbeitende Materialmenge größer oder kleiner als der Mengengrenzwert ist, wobei der Massenablauf gleichzeitig ein Massenzulauf eines produktionstechnisch diesem Prozessmodul unmittelbar nachgeschalteten weiteren Prozessmoduls ist. Im Rahmen der Erfindung können die Begriffe „Mengengrenzwert“ und „Mengensollwert“ als gleichbedeutend verwendet werden.

Wird ein Massenzulauf in das jeweilige Prozessmodul erhöht, wenn die jeweilig in diesem Prozessmodul vorhandene, von diesem Prozessmodul zu verarbeitende Materialmenge kleiner als der Mengengrenzwert ist, wobei der Massenzulauf gleichzeitig ein Massenablauf eines produktionstechnisch diesem Prozessmodul unmittelbar vorgeschalteten weiteren Prozessmoduls ist, arbeitet die Produktionsanlage bzw. deren Prozessmodule nach einem aus der Fertigungstechnik bekannten Regelungskonzept, dem sogenannten Pull-Prinzip. Wird hingegen ein Massenablauf aus dem jeweiligen Prozessmodul erhöht, wenn die jeweilig in diesem Prozessmodul vorhandene, von diesem Prozessmodul zu verarbeitende Materialmenge größer als der Mengengrenzwert ist, wobei der Massenablauf gleichzeitig ein Massenzulauf eines produktionstechnisch diesem Prozessmodul unmittelbar nachgeschalteten weiteren Prozessmoduls ist, arbeitet die Produktionsanlage bzw. deren Prozessmodule nach einem ebenfalls aus der Fertigungstechnik bekannten Regelungskonzept, dem sogenannten Push-Prinzip. Beim Pull-Prinzip geht folglich der Impuls zur Aktivität von einem jeweilig einem Prozessmodul nachgeschalteten Prozessmodul aus, wohingegen beim Push-Prinzip der Impuls der Aktivität von einem jeweilig einem Prozessmodul vorgeschalteten Prozessmodul ausgeht. Wesentlich ist für die Erfindung, dass alle Prozessmodule einer Produktionsanlage einheitlich nach dem Pull-Prinzip oder dem Push-Prinzip arbeiten. Würden nicht alle Prozessmodule einer Produktionsanlage einheitlich nach dem Pull-Prinzip oder dem Push-Prinzip arbeiten, würden diese Prozessmodule gegeneinander arbeiten. Auch ist es nicht sinnvoll, einen Ablauf eines vorgeschalteten

- 3 -

Prozessmoduls unabhängig von einem Zulauf eines dem vorgeschalteten Prozessmodul nachgeschalteten Prozessmoduls zu regeln.

Die produktionstechnisch miteinander verbindbaren, regelungstechnisch autarken Prozessmodule können als als Ganzes transportierbare Einheiten ausgebildet sein, welche zu einem gewünschten
5 Produktionsort, an dem eine entsprechend ausgestattete, modular aufgebaute Produktionsanlage aufgestellt werden soll, transportierbar bzw. von diesem Ort nach Abschluss der gewünschten Produktion weg transportierbar sind. Dies ermöglicht eine einfache und produktionskostenreduzierende Wiederverwendung einzelner Prozessmodule an verschiedenen Produktionsorten. Hierzu kann ein Prozessmodul ein einen einfachen Transport des Prozessmoduls
10 ermöglichendes Gehäuse aufweisen, in dem zur Durchführung des gewünschten Prozessabschnitts wenigstens ein Prozessaggregat angeordnet und dessen Dimensionierung standardisiert sein kann.

An einem Produktionsort können die Prozessmodule, vorzugsweise über standardisierte Kupplungen, an ein fest installiertes Kommunikationsnetz und an ein Versorgungsnetz angeschlossen werden, mit dem die Prozessmodule mit Stoff und/oder Energie versorgt und/oder in das Stoffe abgegeben
15 werden können, so dass mittels der Prozessmodule im Wesentlichen autark wenigstens eine chemische Batch-Reaktion und/oder eine kontinuierliche Produktion durchgeführt werden kann. Über das Versorgungsnetz können insbesondere feste, flüssig und/oder gasförmige Stoffe oder Stoffgemische transportiert werden, die einphasig oder mehrphasig, beispielsweise als Suspension oder Emulsion, vorliegen können. Beispielsweise kann das Versorgungsnetz eine Druckluftleitung
20 zur Zufuhr von Druckluft, eine Speisewasserleitung zur Zufuhr von Wasser, eine Elektroleitung zur Zufuhr von elektrischer Energie, eine Stoffleitung zur Zufuhr von Edukten und/oder Hilfsstoffen und/oder zur Abfuhr von Produkten, Nebenprodukten und/oder Abfallstoffen, eine Kühlleitung zur Zufuhr von Kälte beziehungsweise zur Abfuhr von Wärme und/oder eine Heizleitung zur Zufuhr von Wärme beziehungsweise zur Abfuhr von Kälte aufweisen. Als Kommunikationsnetz kommen
25 verschiedene kabelgebundene oder kabellose Kommunikationsnetze in Betracht. Über das Kommunikationsnetz kann ein standardisierter Informationsaustausch der an das Kommunikationsnetz angeschlossenen Prozessmodule untereinander erfolgen.

Zusätzlich oder alternativ können innerhalb des Gehäuses eines Prozessmoduls ein an das Versorgungsnetz anschließbarer Speicher für Stoff und/oder Energie, und/oder ein Vorratsbehälter für
30 flüssige, feste und/oder gasförmige Stoffe, vorgesehen sein, so dass chemische Reaktionen autark und unabhängig von einer externen Versorgung erfolgen können. Die Prozessmodule können beispielsweise Funktionalitäten zum Heizen, Kühlen, Vermischen, Trennen, Druckregeln, Belüften

- 4 -

und/oder Entlüften aufweisen, die es ermöglichen eine chemische Reaktion durchzuführen und Reaktionsbedingungen zu regeln.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung wird zur Erfassung der jeweilig in wenigstens einem der Prozessmodule vorhandenen, von diesem Prozessmodul zu verarbeitenden Materialmenge ein Füllstand in diesem Prozessmodul erfasst. Dies stellt eine einfache Möglichkeit zur Erfassung der
5 jeweilig in einem Prozessmodul vorhandenen, von dem Prozessmodul zu verarbeitenden Materialmenge über geeignete Füllstandssensoren dar. Es kann auch in jedem Prozessmodul eine Erfassung der in dem Prozessmodule vorhandenen, von diesem Prozessmodul zu verarbeitenden Materialmenge über eine Erfassung des Füllstands in dem Prozessmodul erfolgen.

10 Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wird zur Erfassung der jeweilig in wenigstens einem der Prozessmodule vorhandenen, von diesem Prozessmodul zu verarbeitenden Materialmenge ein Druck in diesem Prozessmodul erfasst. Dies kann alternativ oder zum Erhalt redundanter Informationen zusätzlich zu der zuletzt genannten Ausgestaltung vorgesehen sein. Auch diese Ausgestaltung stellt eine einfache Möglichkeit zur Erfassung der jeweilig in einem Prozessmodul
15 vorhandenen, von dem Prozessmodul zu verarbeitenden Materialmenge über geeignete Drucksensoren dar. Es kann auch in jedem Prozessmodul eine Erfassung der in dem Prozessmodule vorhandenen, von diesem Prozessmodul zu verarbeitenden Materialmenge über eine Erfassung des Drucks in dem Prozessmodul erfolgen.

Mit Patentanspruch 4 wird eine Produktionsanlage für die Produktion eines chemischen und/oder
20 pharmazeutischen Produktes vorgeschlagen, aufweisend wenigstens zwei produktionstechnisch miteinander verbindbare, regelungstechnisch autarke Prozessmodule, wobei jedes Prozessmodul eine eigene elektronische Einrichtung, insbesondere Steuer- und/oder Regeleinrichtung, aufweist, die eingerichtet ist, kontinuierlich oder diskret eine jeweilig in dem jeweiligen Prozessmodul vorhandene, von diesem Prozessmodul zu verarbeitende Materialmenge zu erfassen und mit einem vorgegebenen
25 Mengengrenzwert zu vergleichen, wobei jede elektronische Einrichtung des Weiteren eingerichtet ist,

- einen Zulauf des jeweiligen Prozessmoduls zur Erhöhung oder Erniedrigung eines Massenzulaufs in dieses Prozessmodul zu betätigen, wenn die jeweilig in diesem Prozessmodul vorhandene, von diesem Prozessmodul zu verarbeitende Materialmenge kleiner oder größer als der
30 Mengengrenzwert ist, wobei der Zulauf gleichzeitig ein Ablauf eines produktionstechnisch diesem Prozessmodul unmittelbar vorgeschalteten weiteren Prozessmoduls ist, oder
- einen Ablauf des jeweiligen Prozessmoduls zur Erhöhung oder Erniedrigung eines Massenablaufs aus diesem Prozessmodul zu betätigen, wenn die jeweilig in diesem Prozessmodul

- 5 -

vorhandene, von diesem Prozessmodul zu verarbeitende Materialmenge größer oder kleiner als der Mengengrenzwert ist, wobei der Ablauf gleichzeitig ein Zulauf eines produktionstechnisch diesem Prozessmodul unmittelbar nachgeschalteten weiteren Prozessmoduls ist.

5 Mit dieser Produktionsanlage sind die oben mit Bezug auf das Verfahren genannten Vorteile und Ausführungsformen entsprechend verbunden.

Einzelne Prozessmodule können zwischen von dem Pull-Prinzip auf das Push-Prinzip, oder umgekehrt, umgestellt werden. Alternativ ist es möglich, dass sich einzelne in eine entsprechende Produktionsanlage integrierte Prozessmodule automatisch und selbsttätig umstellen. Dies kann zusätzlich eine Neuauslegung der sonstigen Regelung eines Prozessmoduls erforderlich machen, wie
10 beispielsweise der Regelung interner Puffernetzwerke eines Prozessmoduls.

Jede elektronische Einrichtung eines Prozessmoduls kann kommunikationstechnisch mit dem oben genannten Kommunikationsnetz verbindbar sein. Vorzugsweise erfasst die elektronische Einrichtung, wenn eine Verbindung des jeweiligen Prozessmoduls mit dem Kommunikationsnetz erfolgt, woraufhin von der elektronischen Einrichtung automatisch ein Identifikationssignal in das
15 Kommunikationsnetz eingespeist wird, aus dem beispielsweise die Gattung des Prozessmoduls hervorgeht.

Jede elektronische Einrichtung kann eingerichtet sein, das jeweilige Prozessmodul zur eigenständigen Durchführung eines bestimmten Prozessabschnitts der Produktion zu steuern und/oder zu regeln. Eigenständig bedeutet hierbei, dass der Prozessabschnitt mittels des Prozessmoduls durchgeführt
20 wird, ohne dass hierzu eine Steuerung und/oder Regelung des Prozessabschnitts oder eines Teils davon von einer Einrichtung abseits des Prozessmoduls erfolgen muss. Das Prozessmodul kann hiernach also autark arbeiten.

Die elektronischen Einrichtungen können des Weiteren derart eingerichtet sein, dass kommunikationstechnisch mit dem Kommunikationsnetz verbundene Prozessmodule automatisch
25 miteinander kommunizieren können, beispielsweise derart, dass wenigstens ein Prozessmodul automatisch Informationen von zumindest einem weiteren Prozessmodul abfragt. Diese automatische Kommunikation der Prozessmodule untereinander ist insbesondere möglich, wenn Prozessmodule, die an das Kommunikationsnetz angeschlossen werden, mittels ihrer jeweiligen elektronischen Einrichtung ein Identifikationssignal in das Kommunikationsnetz ausgeben, welches von bereits mit
30 dem Kommunikationsnetz verbundenen Prozessmodulen empfangen wird. Den empfangenden Prozessmodulen kann hierdurch die Adresse des neu an das Kommunikationsnetz angeschlossenen Prozessmoduls mitgeteilt werden. Dies kann beispielsweise bei den bereits mit dem

- 6 -

Kommunikationsnetz verbundenen Prozessmodulen bzw. deren elektronischen Einrichtungen ein Auslöser sein, dass auch diese Prozessmodule ein entsprechendes Identifikationssignal in das Kommunikationsnetz abgeben, welches wiederum von dem neu an das Kommunikationsnetz angeschlossenen Prozessmodul empfangen wird. Die Produktionsanlage kann diesbezüglich eine
5 Plug and Play-Funktionalität aufweisen.

Die von den weiteren Prozessmodulen abfragbaren Informationen können Informationen in Form von gegebenen und/oder zu erwartenden Prozessparametern bezüglich des von dem diese Informationen zur Verfügung stellenden Prozessmodul durchgeführten bzw. durchzuführenden Prozessabschnitts umfassen. Diese Prozessparameter können dann zur Steuerung und/oder Regelung eines abfragenden
10 Prozessmoduls verwendet werden. Insbesondere ist dies für ein nachfolgendes Prozessmodul vorteilhaft, welches zur Weiterverarbeitung eines von einem vorhergehenden Prozessmodul in einem zeitlich vorhergehenden Prozessabschnitt hergestellten Zwischenproduktes vorgesehen ist. Für diese Weiterverarbeitung durch das nachfolgende Prozessmodul ist es von erheblicher Bedeutung, welche Eigenschaften das von dem vorhergehenden Prozessmodul hergestellte Zwischenprodukt aufweist,
15 um ermitteln zu können, welche Randbedingungen zur Herstellung des gewünschten Endproduktes aus dem Zwischenprodukt vorliegen bzw. von dem nachfolgenden Prozessmodul eingehalten werden müssen.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung weist wenigstens ein Prozessmodul zumindest einen den Materialfüllstand in diesem Prozessmodul erfassenden, kommunikationstechnisch mit der
20 elektronischen Einrichtung dieses Prozessmoduls verbundenen Füllstandssensor auf, wobei die elektronische Einrichtung eingerichtet ist, aus dem jeweilig über den Füllstandssensor erfassten Materialfüllstand die jeweilig in dem Prozessmodul vorhandene, von dem Prozessmodul zu verarbeitenden Materialmenge zu ermitteln. Hiermit sind die oben mit Bezug auf die entsprechende Ausgestaltung des Verfahrens genannten Vorteile und Ausführungsformen entsprechend verbunden.

25 Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung weist wenigstens ein Prozessmodul zumindest einen den Druck in diesem Prozessmodul erfassenden, kommunikationstechnisch mit der elektronischen Einrichtung dieses Prozessmoduls verbundenen Drucksensor auf, wobei die elektronische Einrichtung eingerichtet ist, aus dem jeweilig über den Drucksensor erfassten Druck die jeweilig in dem Prozessmodul vorhandene, von dem Prozessmodul zu verarbeitenden Materialmenge zu
30 ermitteln. Auch hiermit sind die oben mit Bezug auf die entsprechende Ausgestaltung des Verfahrens genannten Vorteile und Ausführungsformen entsprechend verbunden.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, dass an jeder einen Ablauf für ein vorgeschaltetes Prozessmodul und gleichzeitig einen Zulauf für ein diesem Prozessmodul nachgeschaltetes

Prozessmodul bildenden Leitung wenigstens ein elektrisch ansteuerbares, kommunikationstechnisch mit der elektronischen Einrichtung des vorgeschalteten Prozessmoduls oder des nachgeschalteten Prozessmoduls verbundenes Ventil angeordnet ist. Hierdurch kann ein Materialablauf bzw. ein Materialzulauf aus bzw. in ein Prozessmodul auf einfache Art und Weise geregelt werden.

- 5 Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die anliegenden Figuren anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen exemplarisch erläutert, wobei die nachfolgend dargestellten Merkmale sowohl jeweils für sich genommen als auch in Kombination miteinander einen Aspekt der Erfindung darstellen können. Es zeigen

Figur 1: eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels für eine erfindungsgemäße
10 Produktionsanlage und

Figur 2: eine schematische Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels für eine erfindungsgemäße Produktionsanlage.

- In Figur 1 ist ein Ausführungsbeispiel für eine erfindungsgemäße Produktionsanlage 1 für die Produktion eines chemischen und/oder pharmazeutischen Produktes. Der Materialfluss ist durch den
15 Pfeil 7 angedeutet. Die Produktionsanlage 1 umfasst n produktionstechnisch miteinander verbundene, regelungstechnisch autarke Prozessmodule 2 auf. Jedes Prozessmodul 2 weist eine elektronische Einrichtung 3, insbesondere Steuer- und/oder Regeleinrichtung, auf, die eingerichtet ist, kontinuierlich oder diskret eine jeweilig in dem jeweiligen Prozessmodul 2 vorhandene, von diesem Prozessmodul 2 zu verarbeitende Materialmenge zu erfassen und mit einem vorgegebenen
20 Mengengrenzwert zu vergleichen. Jede elektronische Einrichtung 3 ist des Weiteren eingerichtet, einen Zulauf des jeweiligen Prozessmoduls 2 zur Erhöhung eines Massenzulaufs in dieses Prozessmodul 2 zu betätigen, wenn die jeweilig in diesem Prozessmodul 2 vorhandene, von diesem Prozessmodul 2 zu verarbeitende Materialmenge kleiner als der Mengengrenzwert ist, wobei der Zulauf gleichzeitig ein Ablauf eines produktionstechnisch diesem Prozessmodul 2 unmittelbar
25 vorgeschalteten weiteren Prozessmoduls 2 ist. Die Produktionsanlage 1 bzw. deren Prozessmodule 3 arbeiten somit nach dem Pull-Prinzip. Um den jeweiligen Zulauf entsprechend erhöhen zu können, ist an jeder einen Ablauf für ein vorgeschaltetes Prozessmodul 2 und gleichzeitig einen Zulauf für ein diesem Prozessmodul 2 nachgeschaltetes Prozessmodul 2 bildenden Leitung 4 ein elektrisch ansteuerbares, kommunikationstechnisch mit der elektronischen Einrichtung 3 des nachgeschalteten
30 Prozessmoduls 2 verbundenes Ventil 5 angeordnet.

Jedes Prozessmodul 2 umfasst des Weiteren einen den Materialfüllstand in diesem Prozessmodul 2 erfassenden, kommunikationstechnisch mit der elektronischen Einrichtung 3 dieses Prozessmoduls 2

- 8 -

- verbundenen Füllstandssensor 6, wobei die elektronische Einrichtung 3 eingerichtet ist, aus dem jeweilig über den Füllstandssensor 6 erfassten Materialfüllstand die jeweilig in dem Prozessmodul 2 vorhandene, von dem Prozessmodul 2 zu verarbeitenden Materialmenge zu ermitteln. Alternativ oder zusätzlich kann jedes Prozessmodul 2 einen den Druck in diesem Prozessmodul 2 erfassenden, kommunikationstechnisch mit der elektronischen Einrichtung 3 dieses Prozessmoduls 2 verbundenen, nicht dargestellten Drucksensor aufweisen, wobei die elektronische Einrichtung 3 eingerichtet ist, aus dem jeweilig über den Drucksensor erfassten Druck die jeweilig in dem Prozessmodul 2 vorhandene, von dem Prozessmodul 2 zu verarbeitenden Materialmenge zu ermitteln. Hierzu kann jede elektronische Einrichtung 3 einen Mikroprozessor und ein geeignetes Speichermedium aufweisen.
- 10 Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels für eine erfindungsgemäße Produktionsanlage 1. Diese Produktionsanlage 1 unterscheidet sich von dem in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel insbesondere dadurch, dass jede elektronische Einrichtung 3 eingerichtet ist, einen Ablauf des jeweiligen Prozessmoduls 2 zur Erhöhung eines Massenablaufs aus diesem Prozessmodul 2 zu betätigen, wenn die jeweilig in diesem Prozessmodul 2 vorhandene, von diesem Prozessmodul 2 zu verarbeitende Materialmenge größer als der Mengengrenzwert ist, wobei der Ablauf gleichzeitig ein Zulauf eines produktionstechnisch diesem Prozessmodul 2 unmittelbar nachgeschalteten weiteren Prozessmoduls 2 ist. An jeder einen Ablauf für ein vorgeschaltetes Prozessmodul 2 und gleichzeitig einen Zulauf für ein diesem Prozessmodul 2 nachgeschaltetes Prozessmodul 2 bildenden Leitung 4 ist ein elektrisch ansteuerbares, kommunikationstechnisch mit der elektronischen Einrichtung 3 des vorgeschalteten Prozessmoduls 2 verbundenes Ventil 5 angeordnet.
- 15
- 20

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer produktionstechnisch miteinander verbundene, regelungstechnisch autarke Prozessmodule (2) aufweisenden Produktionsanlage (1) für die Produktion eines chemischen und/oder pharmazeutischen Produktes, wobei für jedes Prozessmodul
5 (2) kontinuierlich oder diskret eine jeweilig in diesem Prozessmodul (2) vorhandene, von diesem Prozessmodul (2) zu verarbeitende Materialmenge erfasst und mit einem vorgegebenen Mengengrenzwert verglichen wird, wobei
 - ein Massenzulauf in das jeweilige Prozessmodul (2) erhöht oder erniedrigt wird, wenn die jeweilig in diesem Prozessmodul (2) vorhandene, von diesem Prozessmodul (2) zu verarbeitende
10 Materialmenge kleiner oder größer als der Mengengrenzwert ist, wobei der Massenzulauf gleichzeitig ein Massenablauf eines produktionstechnisch diesem Prozessmodul (2) unmittelbar vorgeschalteten weiteren Prozessmoduls (2) ist, oder
 - ein Massenablauf aus dem jeweiligen Prozessmodul (2) erhöht oder erniedrigt wird, wenn die jeweilig in diesem Prozessmodul (2) vorhandene, von diesem Prozessmodul (2) zu verarbeitende
15 Materialmenge größer oder kleiner als der Mengengrenzwert ist, wobei der Massenablauf gleichzeitig ein Massenzulauf eines produktionstechnisch diesem Prozessmodul (2) unmittelbar nachgeschalteten weiteren Prozessmoduls (2) ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erfassung der jeweilig in wenigstens einem der Prozessmodule (2) vorhandenen, von diesem Prozessmodul (2) zu
20 verarbeitenden Materialmenge ein Füllstand in diesem Prozessmodul (2) erfasst wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erfassung der jeweilig in wenigstens einem der Prozessmodule (2) vorhandenen, von diesem Prozessmodul (2) zu verarbeitenden Materialmenge ein Druck in diesem Prozessmodul (2) erfasst wird.
4. Produktionsanlage (1) für die Produktion eines chemischen und/oder pharmazeutischen
25 Produktes, aufweisend wenigstens zwei produktionstechnisch miteinander verbindbare, regelungstechnisch autarke Prozessmodule (2), wobei jedes Prozessmodul (2) eine elektronische Einrichtung (3), insbesondere Steuer- und/oder Regeleinrichtung, aufweist, die eingerichtet ist, kontinuierlich oder diskret eine jeweilig in dem jeweiligen Prozessmodul (2) vorhandene, von diesem Prozessmodul (2) zu verarbeitende Materialmenge zu erfassen und mit einem vorgegebenen
30 Mengengrenzwert zu vergleichen, wobei jede elektronische Einrichtung (3) des Weiteren eingerichtet ist,
 - einen Zulauf des jeweiligen Prozessmoduls (2) zur Erhöhung oder Erniedrigung eines Massenzulaufs in dieses Prozessmodul (2) zu betätigen, wenn die jeweilig in diesem Prozessmodul

- 10 -

(2) vorhandene, von diesem Prozessmodul (2) zu verarbeitende Materialmenge kleiner oder größer als der Mengengrenzwert ist, wobei der Zulauf gleichzeitig ein Ablauf eines produktionstechnisch diesem Prozessmodul (2) unmittelbar vorgeschalteten weiteren Prozessmoduls (2) ist, oder

- einen Ablauf des jeweiligen Prozessmoduls (2) zur Erhöhung oder Erniedrigung eines Massenablaufs aus diesem Prozessmodul (2) zu betätigen, wenn die jeweilig in diesem Prozessmodul (2) vorhandene, von diesem Prozessmodul (2) zu verarbeitende Materialmenge größer oder kleiner als der Mengengrenzwert ist, wobei der Ablauf gleichzeitig ein Zulauf eines produktionstechnisch diesem Prozessmodul (2) unmittelbar nachgeschalteten weiteren Prozessmoduls (2) ist.

5. Produktionsanlage (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Prozessmodul (2) zumindest einen den Materialfüllstand in diesem Prozessmodul (2) erfassenden, kommunikationstechnisch mit der elektronischen Einrichtung (3) dieses Prozessmoduls (2) verbundenen Füllstandssensor (6) aufweist, wobei die elektronische Einrichtung (3) eingerichtet ist, aus dem jeweilig über den Füllstandssensor (6) erfassten Materialfüllstand die jeweilig in dem Prozessmodul (2) vorhandene, von dem Prozessmodul (2) zu verarbeitenden Materialmenge zu ermitteln.

6. Produktionsanlage (1) nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Prozessmodul (2) zumindest einen den Druck in diesem Prozessmodul (2) erfassenden, kommunikationstechnisch mit der elektronischen Einrichtung (3) dieses Prozessmoduls (2) verbundenen Drucksensor aufweist, wobei die elektronische Einrichtung (3) eingerichtet ist, aus dem jeweilig über den Drucksensor erfassten Druck die jeweilig in dem Prozessmodul (2) vorhandene, von dem Prozessmodul (2) zu verarbeitenden Materialmenge zu ermitteln.

7. Produktionsanlage (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass an jeder einen Ablauf für ein vorgeschaltetes Prozessmodul (2) und gleichzeitig einen Zulauf für ein diesem Prozessmodul (2) nachgeschaltetes Prozessmodul (2) bildenden Leitung (4) wenigstens ein elektrisch ansteuerbares, kommunikationstechnisch mit der elektronischen Einrichtung (3) des vorgeschalteten Prozessmoduls (2) oder des nachgeschalteten Prozessmoduls (2) verbundenes Ventil (6) angeordnet ist.