

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH 711 717 B1**

(51) Int. Cl.: **B01J 19/00 (2006.01)**
G06Q 50/04 (2012.01)
G05B 19/418 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 01584/15

(22) Anmeldedatum: 29.10.2015

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.05.2017

(24) Patent erteilt: 29.11.2019

(45) Patentschrift veröffentlicht: 29.11.2019

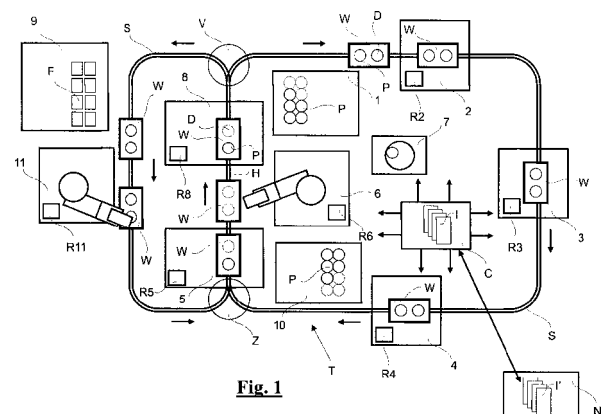
(73) Inhaber:
Chemspeed Technologies AG, Wölferstrasse 8
4414 Füllinsdorf (CH)

(72) Erfinder:
Rolf Güller, 5027 Herznach (CH)

(74) Vertreter:
BOHEST AG, Holbeinstrasse 36–38
4051 Basel (CH)

(54) Anlage und Verfahren zur Durchführung eines Bearbeitungsprozesses.

(57) Ein Anlage zur Durchführung eines Bearbeitungsprozesses, insbesondere zur Herstellung und/oder Testung chemischer Produkte, umfasst mindestens zwei Bearbeitungsstationen (1–11) und mindestens ein selbstfahrendes Transportvehikel (W) zum Transport eines zu bearbeitenden Objekts zu den Bearbeitungsstationen, wobei die Bearbeitungsstationen das Objekt jeweils mindestens einem Bearbeitungsschritt unterziehen. Die Anlage weist einen zur Kommunikation mit den Bearbeitungsstationen und den Transportvehikeln ausgebildeten Hauptsteuerungsrechner (C) auf. Die Transportvehikel (W) sind zur Speicherung einer vom Hauptsteuerungsrechner (C) bereitgestellten individuellen Identifikationsinformation ausgebildet. Der Hauptsteuerungsrechner (C) stellt Prozesssteuerungsinformationen (I) zur Verfügung, die beschreiben, welchen Bearbeitungsschritten ein Objekt unter welchen Bedingungen in welcher Reihenfolge zu unterziehen und zu welchen Bearbeitungsstationen das Objekt dazu von den Transportvehikeln zu transportieren ist. Der Hauptsteuerungsrechner (C) ordnet der Identifikationsinformation eines Transportvehikels (W) eine individuelle Prozesssteuerungsinformation (I) zu. Die Bearbeitungsstationen (1–11) erkennen die Identifikationsinformation eines sie anfahrenden Transportvehikels (W) und nehmen anhand der dieser zugeordneten Prozesssteuerungsinformation (I) die Bearbeitung des auf dem Transportvehikel (W) bereitgestellten Objekts vor.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Anlage zur Durchführung eines Bearbeitungsprozesses gemäss dem Oberbegriff des unabhängigen Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft auch ein entsprechendes Verfahren.

[0002] In vielen Gebieten der Fertigungstechnik, beispielsweise bei der Herstellung von elektronischen Komponenten oder von Nahrungsmitteln oder auch in der Automobilindustrie ist es bekannt, vollautomatische Produktions- bzw. Fertigungsstrassen einzusetzen. Dabei erfolgt die Produktion bzw. Fertigung schrittweise in einer Anzahl von Bearbeitungsstationen, die nach einem vorgegebenen Arbeitsfluss durchlaufen werden. Der Transport zu und zwischen den Bearbeitungsstationen erfolgt mittels eines passenden Transportsystems. Eine üblicherweise rechnerbasierte Steuerung steuert und koordiniert die in den Bearbeitungsstationen durchgeführten Fertigungs- bzw. Produktionsschritte und den Transport.

[0003] Die bisher bekannten Produktions- bzw. Fertigungsstrassen arbeiten streng sequentiell und sind jeweils spezifisch für die Herstellung eines bestimmten Produkts ausgelegt.

[0004] Auch in der chemischen Forschung und Entwicklung besteht vielfach ein Bedarf nach Anlagen, mit denen ein chemisches Produkt vollautomatisch hergestellt werden kann. Bei kleineren Produktserien und vor allem falls, wie in der Forschung und Entwicklung üblich, jedes hergestellte Produkt individuell hergestellt wird, d.h. mindestens ein Schritt oder eine Komponente verschieden ist, ist jedoch eine spezifische, für einen einzigen Arbeitsfluss ausgelegte Produktionsanlage oftmals zu aufwändig, um in dieser Kadenz umgestellt werden zu können bzw. die Automation würde sich bezüglich z.B. Zeiteinsparung nicht lohnen. Ausserdem sind sequentiell arbeitende Produktionsanlagen, wie diese bisher bekannt sind, nicht für jeden Arbeitsfluss optimal bzw. die Anlage müsste im Extremfall für jedes neue Produkt umgestellt oder sogar umgebaut werden. Üblicherweise arbeiten solche Produktionsanlagen deshalb parallel, wobei bei einer Vielzahl von Produktbehältern gleichzeitig oder zeitlich gestaffelt dieselben grundlegenden Arbeitsschritte (mit üblicherweise kleinen Unterschieden zwischen einzelnen Produktbehältern, z. B. bezüglich eingetragener Substanzmengen, physikalischen Bedingungen etc.) abgearbeitet werden, um eine Vielzahl von Produkten zu erhalten.

[0005] Durch die vorliegende Erfindung sollen nun eine Anlage und ein Verfahren zur Durchführung eines Bearbeitungsprozesses zur Verfügung gestellt werden, die einen universelleren Einsatz der Anlage und eine einfache Anpassung an unterschiedlichste Arbeitsflüsse ermöglichen.

[0006] Diese der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird durch die erfindungsgemässe, im unabhängigen Anspruch definierte Anlage sowie durch das erfindungsgemässe, im unabhängigen Anspruch 28 definierte Verfahren gelöst. Besonders vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der erfindungsgemässen Anlage und des entsprechenden Verfahrens ergeben sich aus den jeweils abhängigen Ansprüchen.

[0007] Hinsichtlich der Anlage besteht das Wesen der Erfindung in Folgendem: Eine Anlage zur Durchführung eines Bearbeitungsprozesses umfasst mindestens zwei Bearbeitungsstationen und mindestens ein selbstfahrendes Transportvehikel zum Transport eines zu bearbeitenden Objekts zu den Bearbeitungsstationen. Die Bearbeitungsstationen sind dazu ausgebildet, das vom Transportvehikel bereitgestellte Objekt jeweils mindestens einem Bearbeitungsschritt zu unterziehen. Die Anlage weist einen zur Kommunikation mit den Bearbeitungsstationen und dem mindestens einen Transportvehikel ausgebildeten Hauptsteuerungsrechner auf. Das mindestens eine Transportvehikel ist zur Speicherung einer vom Hauptsteuerungsrechner bereitgestellten individuellen Identifikationsinformation ausgebildet. Der Hauptsteuerungsrechner stellt Prozesssteuerungsinformationen zur Verfügung, die beschreiben, welchen Bearbeitungsschritten ein Objekt unter welchen Bedingungen in welcher Reihenfolge zu unterziehen und zu welchen Bearbeitungsstationen das Objekt dazu von dem mindestens einen Transportvehikel zu transportieren ist. Der Hauptsteuerungsrechner ist dazu ausgebildet, der Identifikationsinformation des mindestens einen Transportvehikels eine individuelle Prozesssteuerungsinformation zuzuordnen. Die Bearbeitungsstationen sind dazu ausgebildet, die Identifikationsinformation des sie anfahrenden Transportvehikels zu erkennen und anhand der dieser Identifikationsinformation individuell zugeordneten Prozesssteuerungsinformation die Bearbeitung des auf dem Transportvehikel bereitgestellten Objekts vorzunehmen. Durch diese Ausbildung der Anlage sind die Bearbeitungsschritte, denen ein Objekt unterzogen werden soll, individuell programmierbar und es können somit auf ein und derselben Anlage verschiedene Objekt gleich oder unterschiedlich bearbeitet werden. Die Anlage ist auf diese Weise höchst flexibel einsetzbar.

[0008] Vorteilhafterweise weisen die Bearbeitungsstationen lokale Steuerungsrechner auf, welche dazu ausgebildet sind, die in den Bearbeitungsstationen durchzuführenden Bearbeitungsschritte zu steuern und mit dem Hauptsteuerungsrechner zu kommunizieren. Dadurch ist ein modularer Aufbau der Anlage möglich.

[0009] Vorteilhafterweise sind die lokalen Steuerungsrechner der Bearbeitungsstationen dazu ausgebildet, die einer Identifikationsinformation zugeordnete Prozesssteuerungsinformation durch den Status und/oder das Resultat der jeweils durchgeführten Bearbeitungsschritte zu aktualisieren, wobei dann die aktualisierte Prozesssteuerungsinformation alle ggf. folgenden Bearbeitungsschritte bestimmt. Auf diese Weise kann der Bearbeitungsprozess automatisch laufend dynamisch angepasst werden.

[0010] Zweckmässigerweise weist die Anlage ein die Bearbeitungsstationen verbindendes Schienensystem auf und ist das mindestens eine Transportvehikel als schienengebundener vor- und rückwärtsfahrender Wagen ausgebildet.

[0011] Dabei weist das Schienensystem vorteilhafterweise mindestens eine zu unterschiedlichen Bearbeitungsstationen führende Weiche auf. Dadurch können Verzweigungen des Bearbeitungsprozesses einfach implementiert werden.

[0012] Vorteilhafterweise ist der Wagen zur Speicherung eines vom Hauptsteuerungsrechner bereitgestellten Entscheidungs-Codes betreffend der von dem Wagen an einer Weiche einzuschlagenden Richtung ausgebildet und ist weiter die Weiche dazu ausgebildet, den Entscheidungs-Code eines sich nähernden Wagens zu erkennen und den Wagen in die durch den erkannten Entscheidungs-Code bestimmte Richtung zu lenken. Dadurch kann der Wagen den einzuschlagenden Fahrweg selbst steuern und unterwegs bzw. bei der Abarbeitung von vorangegangenen Bearbeitungsschritten generierte Daten können diesen Weg beeinflussen.

[0013] Vorteilhafterweise umfasst das Schienensystem Weichen, mittels welcher es in zwei oder mehrere nebeneinander verlaufende Abschnitte unterteilbar ist und diese Abschnitte wieder zusammengeführt werden können. Dies erlaubt eine Parallelisierung einzelner Bearbeitungsvorgänge.

[0014] Gemäss einer vorteilhaften Ausbildung der Anlage ist das mindestens eine Transportvehikel ein im zweidimensionalen Raum frei fahrender Wagen und dazu ausgebildet, die Bearbeitungsstationen selbsttätig nach Massgabe der ihm zugeordneten, gegebenenfalls aktualisierten Prozesssteuerungsinformationen anzufahren. Dadurch ist die Anlage besonders flexibel.

[0015] Zweckmässigerweise weist die Anlage zwei oder mehrere Transportebenen mit darauf angeordneten Bearbeitungsstationen sowie mindestens eine Hubeinrichtung zur Bewegung des mindestens einen Transportvehikels zwischen den Transportebenen auf. Dadurch kann die Anlage relativ kompakt aufgebaut werden.

[0016] Gemäss einer weiteren vorteilhaften Ausbildung der Anlage ist das mindestens eine Transportvehikel ein sich frei im dreidimensionalen Raum bewegendes Fluggerät und dazu ausgebildet, die Bearbeitungsstationen selbsttätig nach Massgabe der ihm zugeordneten, gegebenenfalls aktualisierten Prozesssteuerungsinformationen anzufliegen. Durch diese Ausbildung kann auf Transportbahnen verzichtet werden.

[0017] Besonders vorteilhafterweise ist mindestens eine der Bearbeitungsstationen zur sequentiellen, zeitlich gestaffelten oder gleichzeitigen Durchführung eines oder mehrerer identischer oder unterschiedlicher Bearbeitungsschritte an ihr über das mindestens eine Transportvehikel zugeführten Objekten ausgebildet. Dadurch können in den angefahrenen Bearbeitungsstationen mehrere Objekte bearbeitet werden.

[0018] Vorteilhafterweise ist mindestens eine der Bearbeitungsstationen zur batchweisen bzw. parallelen oder gestaffelten Durchführung mindestens eines Bearbeitungsschritts ausgebildet. Diese Massnahme erhöht den Durchsatz der betreffenden Bearbeitungsstation. Dies ist insbesondere wichtig bzw. von Vorteil, wenn z.B. die meisten Bearbeitungsschritte (z.B. eine Dosierung) nur relativ kurze Zeit benötigen und einer oder einige wenige Bearbeitungsschritte (z.B. eine Temperaturbehandlung) vergleichsweise wesentlich mehr Zeit erfordern.

[0019] Gemäss einer vorteilhaften Weiterbildung der Anlage ist das mindestens eine Transportvehikel dazu ausgebildet, selbständig aus einer Gruppe von gleichen oder verschiedenen Bearbeitungsstationen eine ausgewählte Bearbeitungsstation anzufahren. Auf diese Weise können Engpässe in der Bearbeitungsfolge vermieden werden.

[0020] Vorteilhafterweise ist die Anlage dazu ausgebildet, dass unterschiedliche Objekte in unterschiedlichen Bearbeitungsstationen gleichzeitig, allenfalls versetzt, bearbeitet werden können. Diese Massnahme erhöht den Durchsatz der Anlage.

[0021] Besonders vorteilhafterweise ist die Anlage so konzipiert, dass im Durchschnitt vergleichbare Bearbeitungsdauern je Bearbeitungsstation erreicht werden. Engpässe (Flaschenhälse) können wie im Strassenverkehr parallelisiert werden, wodurch der Durchsatz der Anlage kontinuierlich weiter erhöht werden kann. Wie oben beschrieben, bei sehr langen Taktzeiten wie z.B. Heat-Curing wird dies dann parallel durchgeführt, indem die Proben für bestimmte Dauer in diesem Fall in eine Temperiereinheit gelegt werden und zum programmierten Zeitpunkt dann wieder auf den Shuttle gebracht werden.

[0022] , Gemäss einer besonders vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemässen Anlage ist das mindestens eine Transportvehikel mit Behandlungsmitteln versehen, um eine physikalische und/oder chemische Behandlung der auf dem mindestens einen Transportvehikel befindlichen Objekt durchzuführen. Auf diese Weise können Bearbeitungsschritte nicht nur in den feststehenden Bearbeitungsstationen, sondern direkt auch auf den Transportvehikeln, speziell auch während deren Bewegung, durchgeführt werden. Dadurch ist die Anlage noch universeller und flexibler einsetzbar.

[0023] Vorteilhafterweise umfasst die vom Hauptsteuerungsrechner zur Verfügung gestellte, dem mindestens einen Transportvehikel individuell zugeordnete Prozesssteuerungsinformation auch Informationen betreffend auf dem mindestens einen Transportvehikel, insbesondere während dessen Bewegung, durchzuführende Behandlungsschritte und sind die Behandlungsmittel dazu ausgebildet, die durch sie durchzuführenden Behandlungsschritte nach Massgabe der dem mindestens einen Transportvehikel zugeordneten Prozesssteuerungsinformation vorzunehmen.

[0024] Zweckmässigerweise ist das mindestens eine Transportvehikel zur Aufnahme von zwei oder mehreren als Produktbehälter und/oder Proben ausgebildete Objekte ausgebildet und sind die Behandlungsmittel zur physikalischen und/oder chemischen Behandlung der Inhalte aller auf dem mindestens einen Transportvehikel befindlichen Produktbehälter und/oder Proben ausgebildet. Auf diese Weise können mehrere Produkte und/oder Proben auf einem Transportvehikel transportiert und behandelt werden. So können z.B. Proben zusammengefasst werden, welche zwar prinzipiell gleiche/ähnliche

Workflows haben – also im Wesentlichen gleiche Bearbeitungsstationen anfahren, aber z.T. auf diesen unterschiedliche Behandlungen erfahren.

[0025] Vorteilhafterweise ist das mindestens eine Transportvehikel zur Aufnahme mindestens eines als Reaktor ausgebildeten Objekts ausgebildet, in dem eine chemische oder biologische Reaktion durchgeführt werden kann. Dadurch ist die Anlage für die Herstellung eines chemischen Produkts einsetzbar.

[0026] Vorteilhafterweise ist die Anlage zur Herstellung und/oder zum Applizieren und/oder zum Testen eines chemischen Produkts ausgebildet, wobei die Bearbeitungsstationen zur Durchführung von Herstellungsschritten und/oder Applikationsschritten und/oder Testschritten als Bearbeitungsschritte ausgebildet sind.

[0027] Besonders vorteilhafterweise ist das mindestens eine Transportvehikel als mobile Reaktor- oder Formulierungseinheit ausgebildet, welche verschiedene Bearbeitungsstationen anfahren kann und mit eigenen Mitteln zur chemischen und/oder physikalischen Behandlung des Inhalts eines mitgeführten als Reaktions- oder Formulierungsbehälter ausgebildeten Objekts ausgestattet ist. Dadurch werden die Effizienz und die flexible Einsetzbarkeit der Anlage weiter gesteigert.

[0028] Vorteilhafterweise ist mindestens eine Bearbeitungsstation der Anlage zur manuellen Auslösung oder Durchführung eines oder mehrerer Bearbeitungsschritte/s ausgebildet. Diese Möglichkeit von mit Personen besetzten Bearbeitungsstationen erhöht die Flexibilität der Anlage enorm.

[0029] Hinsichtlich des Verfahrens besteht das Wesen der Erfindung in Folgendem: In einem Verfahren zur Durchführung eines Bearbeitungsprozesses mit einer erfindungsgemässen Anlage verkehren mittels mindestens eines selbstfahrenden Transportvehikels zu bearbeitende Objekte zwischen zwei oder mehreren Bearbeitungsstationen, in denen die Objekte Bearbeitungsschritten unterzogen werden, wobei:

- das mindestens eine Transportvehikel eine individuelle Identifikationsinformation und eine individuelle Prozesssteuerungsinformation bezüglich zu tätiger und bereits getätigter Bearbeitungsschritte der transportierten Objekte von einem Hauptsteuerungsrechner erhält resp. an diesen zurücksendet, das mindestens eine Transportvehikel aufgrund der ihm zugeordneten Prozesssteuerungsinformation selbständig die jeweils nächste Bearbeitungsstation anfährt, in der der nächste jeweils für den laufenden Bearbeitungsprozess notwendige Bearbeitungsschritt durchgeführt wird; und
- die verschiedenen Bearbeitungsschritte in den unterschiedlichen Bearbeitungsstationen sequenziell nacheinander und/oder parallel/gleichzeitig und/oder zeitlich gestaffelt abgewickelt werden. Durch diese Vorgehensweise wird universelle Einsetzbarkeit und ein Höchstmass an Flexibilität erreicht.

[0030] Vorteilhafterweise werden Prozesssteuerungsinformationen im Bedarfsfall während des Bearbeitungsprozesses in Abhängigkeit ursprünglich vorliegender und/oder während der bereits absolvierten Bearbeitungsschritte angefallener Daten und/oder aufgrund externer Eingaben angepasst, um den Bearbeitungsprozess während dessen Abarbeitung zu verändern. Auch diese Massnahme steigert die Flexibilität.

[0031] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen detaillierter beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1–8 schematische Gesamtübersichten verschiedener Ausführungsbeispiele der erfindungsgemässen Anlage;
- Fig. 9–11 drei prinzipielle Ausbildungsvarianten der Transportvehikel der Anlage;
- Fig. 12–20 verschiedene Ausstattungsvarianten der Transportvehikel der Anlage;
- Fig. 21–22 zwei Flussdiagramme zur Erläuterung wesentlicher Funktionsabläufe der Anlage; und
- Fig. 23 ein Beispiel einer Prozesssteuerungsinformation in Listenform.

[0032] Für die nachstehende Beschreibung gilt die folgende Festlegung: Sind in einer Figur zum Zweck zeichnerischer Eindeutigkeit Bezugszeichen angegeben, aber im unmittelbar zugehörigen Beschreibungsteil nicht erwähnt, so wird auf deren Erläuterung in vorangehenden oder nachfolgenden Beschreibungsteilen verwiesen. Umgekehrt sind zur Vermeidung zeichnerischer Überladung für das unmittelbare Verständnis weniger relevante Bezugszeichen nicht in allen Figuren eingetragen. Hierzu wird auf die jeweils übrigen Figuren verwiesen.

[0033] Unter Bearbeitungsprozess eines Objekts wird im Rahmen dieser Erfindung die Gesamtheit aller chemischen und/oder physikalischen Bearbeitungsschritte verstanden, denen ein Objekt unterzogen werden soll. Unter Bearbeitungsprozessen sind im Rahmen der Erfindung insbesondere auch Herstellungsprozesse, Applikationsprozesse und Testprozesse für ein chemisches Produkt zu verstehen.

[0034] Unter einem Herstellungsprozess für ein chemisches Produkt wird im Rahmen dieser Erfindung die Gesamtheit aller chemischen und/oder physikalischen Herstellungsschritte verstanden, die letztlich das gewünschte chemische Produkt ergeben. Insbesondere, aber nicht ausschliesslich, werden darunter auch Mischungs- und Formulierungsvorgänge verstanden. Unter einem chemischen Produkt wird demzufolge im weitesten Sinn jedes Produkt verstanden, das durch chemische Umsetzung und/oder Addition und/oder Vermischen von Komponenten erhalten wird, wobei die erwähnten

Komponenten Substanzen, Reagenzien, Verbindungen, Katalysatoren, aber auch Hilfsmittel für physikalische Vorgänge (z.B. Glasperlen zum Mahlen eines Produkts) umfassen können. Die Herstellungsschritte können sowohl chemischer als auch physikalischer Art sein. Chemische Herstellungsschritte sind üblicherweise chemische Umsetzungen unter Änderung mindestens eines chemischen Parameters oder die Herstellung eines neuen chemischen Moleküls oder eines Komplexes etc. Physikalische Herstellungsschritte sind typischerweise Zudosierung von chemischen Substanzen, z.B. Edukte chemischer Reaktionen, reaktionsrelevanten Hilfssubstanzen wie Katalysatoren, Stabilisatoren, Emulgatoren, etc., welche später reagieren sollen, oder anderen festen, flüssigen oder gasförmigen Ingredienzien sowie Rühren, Erwärmen, Kühlen, Druckbeaufschlagung etc., wobei diese Aufzählung nicht abschliessend ist. Unter Herstellungsschritten werden auch rein mechanische Arbeitsschritte wie die Bereitstellung von leeren Produktbehältern, das Öffnen und Schliessen derselben, Beaufschlagung mit inerten oder reaktiven Gasen, die Auslagerung von Produktbehältern und die Entnahme von Proben, aber auch das Applizieren von Proben oder Testsubstanzen (z.B. durch Sprays, Rakeln, Spin-Coating, etc.) auf zum Beispiel Testsubstrate oder Testbehälter verstanden, wobei auch diese Aufzählung nicht abschliessend ist. Beispiele für solche hauptsächlich physikalisch geprägten Herstellungs- bzw. Arbeitsschritte können etwa das Besprühen von Probeplatten aus z.B. Glas, Metall oder Karton, das Befüllen von Microtiter-Platten (MTP) mit vordosierten Enzymen, das Einbringen von Mahlperlen in eine zu homogenisierende Mischung von Farben und Pigmenten etc. sein. Unter Applikationen werden besprühte oder anderswie beschichtete Probenplatten, wie Glas- oder Metallplatten, Mikrotiterplatten mit vordosierten Enzymen, welche mit einem Wirkstoff versetzt wurden, Batterieassemblies, in welche z.B. die Kathodenpastenformulierung während der Applikation als variabler Part eingebracht wurde, eine Petrischale, welche mit einem Pilz zum Challengen der Resistenz der Formulierung eingebracht wurde (Aufzählung nicht abschliessend) verstanden. Als Testprozesse sind die chemische oder physikalische Analyse eines hergestellten Produkts sowie die Entnahme von Produktproben zu verstehen. Die nachstehend verwendeten Begriffe Herstellungsschritt, Verarbeitungsschritt und Behandlungsschritt sind synonym im vorstehend erläuterten allgemeinen Sinn zu verstehen. Unter Bearbeitungsstation wird ein Anlageteil verstanden, in bzw. an dem mindestens einer der vorgenannten chemischen und/oder physikalischen bzw. mechanischen Bearbeitungsschritte erfolgt. Analog wird unter Bearbeitungsmittel oder Bearbeitungswerkzeug eine funktionelle Anordnung verstanden, die mindestens einen der vorgenannten chemischen und/oder physikalischen Bearbeitungsschritte durchführen kann.

[0035] Unter sequentieller Be- oder Verarbeitung wird die zeitlich aufeinanderfolgende Durchführung verschiedener Bearbeitungsschritte in verschiedenen Bearbeitungsstationen verstanden, kann aber zusätzlich mehrere Schritte in einer Bearbeitungsstation beinhalten. Aus der Sichtweise eines Produkts bzw. einer Probe ergibt sich die Sequenz als Abfolge von Bearbeitungsschritten, die nacheinander abgearbeitet werden. Aus der Sichtweise einer Bearbeitungsstation ist eine Arbeitsweise sequentiell, wenn mehrere Produkte bzw. Proben oder allgemein Objekte nacheinander in der Station be- oder verarbeitet werden.

[0036] Parallele oder batchweise Be- oder Verarbeitung ist in dem Sinne zu verstehen, dass zwei oder mehrere Produktbehälter bzw. deren Inhalte oder allgemein Objekte im Wesentlichen zeitgleich denselben Bearbeitungsschritten unterzogen werden. Dies kann in einer Bearbeitungsstation und/oder – wie weiter unten noch näher ausgeführt – auch auf Transportvehikeln und insbesondere auch während deren Bewegung oder aber auch durch z.B. die gleichzeitige Bearbeitung mehrerer Objekte in parallel angeordneten, funktionell identischen Bearbeitungsstationen erfolgen. Dies kann z.B. das parallele Schütteln und Temperieren aber auch das parallele Aushärten applizierter Proben z.B. mittels UV- oder Heat-Curing-Geräten und vieles andere mehr sein.

[0037] Unter gestaffelter Bearbeitung versteht sich ein Ablauf, in dem Proben/Produkte oder allgemein Objekte nacheinander in einer Bearbeitungsstation ankommen, in der sie – üblicherweise über einen definierten Zeitraum – einer gewissen Behandlung unterzogen werden, und dann nach Abschluss des Arbeitsschritts jeder einzelnen Probe/jedes einzelnen Produkts bzw. jedes einzelnen Objekts wieder aus der Bearbeitungsstation weggeführt werden. Eine Vielzahl von Proben/Produkten bzw. Objekten befindet sich also gleichzeitig (quasi-parallel) in Bearbeitung, erfährt die Bearbeitung aber zeitlich gestaffelt. Üblicherweise beenden die unterschiedlichen Proben/Produkte bzw. Objekte ihren jeweiligen Bearbeitungsschritt in der selben Reihenfolge, wie er gestartet hat, aber es ist auch möglich, dass die Eingangs- und Ausgangs-Reihenfolgen unterschiedlich sind (Beispiel: Proben kommen zeitlich gestaffelt in einen Trocknungs-Ofen, und je nachdem, wie lange eine individuelle Probe zum Trocknen benötigt, wird sie früher oder später wieder ausgelagert und zur nächsten Bearbeitungsstation transportiert.)

[0038] Unter dem hier benutzten Begriff Transportvehikel ist jede Art von Transportfahrzeug zu verstehen, welches in der Lage ist, ein Objekt (z.B. insbesondere einen Produktbehälter) zu transportieren. Insbesondere können Transportvehikel als schienengebundene Wagen oder auf einer oder mehreren Transportfläche(n) frei fahrende Wagen oder auch als dreidimensional im Raum frei bewegliche Fluggeräte ausgebildet sein.

[0039] Das in Fig. 1 dargestellte Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Anlage ist als Lackformulierungs-Applikations- und -Testanlage ausgebildet, auf der in einer ersten Schrittfolge Lacke aus ihren Ausgangsubstanzen hergestellt, die Lacke in einer zweiten Schrittfolge mittels unterschiedlicher Verfahren (z.B. Rakeln, Spray, ...) auf Testsubstrate appliziert werden und in einer dritten Schrittfolge diese auf den Testsubstraten applizierten Lacke mittels verschiedener chemischer und physikalischer Methoden getestet werden können. Sie umfasst eine Reihe von Bearbeitungsstationen, die durch eine Transporteinrichtung miteinander verbunden sind, und eine Steuerung für die Transporteinrichtung und die Bearbeitungsstationen. Eine analog aufgebaute Anlage kann z.B. auch für die Herstellung von Kathodenmaterialien für Batterien oder viele weitere F&E-Workflows eingesetzt werden.

[0040] Die als Ganze mit T bezeichnete Transporteinrichtung umfasst hier ein zweikreisiges, im Wesentlichen die Gestalt einer Acht aufweisendes Schienensystem S, auf dem sich eine Anzahl von Transportvehikeln in Form von schienengebundenen Wagen W unabhängig voneinander autonom bewegen. Eine Verteiler-Weiche V erlaubt es einem auf dem Schienensystem S fahrenden Wagen W, je nach Bedarf in die eine oder andere Richtung des Schienensystems zu fahren. Die Entscheidung, in welche Richtung der Wagen W fährt, ist sogenannten hart-kodiert und folgt einer Wenn-Logik («Falls Bedingung X erfüllt, fahre in die eine Richtung, falls Bedingung Y erfüllt, fahre in die andere Richtung.»). Eine weitere Variante einer Weiche, eine Zusammenführungs-Weiche Z, erlaubt es Wagen W, die von unterschiedlichen Abschnitten der Anlage kommen, wieder auf einen gemeinsamen Schienenabschnitt zu fahren.

[0041] Im Allgemeinen sind die Bearbeitungsstationen üblicherweise so ausgebildet, dass sie eine oder mehrere Funktionen innehaben und somit einen oder mehrere Herstellungs- bzw. Produktionsschritte abarbeiten können. Diese Funktionen können die Aspekte Herstellung, Applikation (Aufbringen, Auftragen, ...) und Testen (Prüfen, Messen, Analysieren) umfassen. Zu diesem Zweck beinhalten sie je nach Bedarf einzelne oder mehrere verschiedene oder identische Werkzeuge aus einer breiten Palette von Möglichkeiten. So können etwa Dosierwerkzeuge für Flüssigkeiten, Feststoffe oder Gase, Misch-Werkzeuge (Rührer, SpeedMixer, ...), Lagereinheiten für Proben und Produkte/Produktbehälter, Werkzeuge für Beschriftung von Proben/Probenbehältern resp. Auslesen beschrifteter Proben/Probenbehälter, Roboter für die Manipulation von Proben/Probenbehältern und Werkzeugen, Mess- und Prüfwerkzeugen sowie unzählige weitere Werkzeuge und Funktionen implementiert sein.

[0042] In einer vorteilhaften Ausführung können gewisse Werkzeuge (wie vorstehend beschrieben) ihre Funktion(en) auch für mehrere für sie zugängliche Bearbeitungsstationen erfüllen. So ist es zum Beispiel möglich, dass ein Roboter Proben/Probenbehälter in mehreren Bearbeitungsstationen manipulieren kann (Beispiel: Ein einziger Mehrachsroboter kann für eine erste Bearbeitungsstation leere Probenbecher aus einem Lager auf einen Wagen transportieren, anschliessend für eine zweite Bearbeitungsstation ein fertiges Prübsubstrat von einem anderen Wagen nehmen und in ein Analysegerät transportieren, und anschliessend in einer dritten Bearbeitungsstation einen fertigen, nicht mehr benötigten Produktebehälter von einem dritten Wagen nehmen, zu einer Bearbeitungsstation mit einem Drucker bewegen, wo der Behälter beschriftet wird, und diesen anschliessend in einem Ausgangslager ablegen.)

[0043] Im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 sind die Bearbeitungsstationen entlang des Schienensystems S angeordnet. Die Bearbeitungsstationen umfassen hier konkret eine Lagerstation 1 für leere Produktbehälter P, drei Dosierstationen 2–4, eine Verschlussstation 5, einen Transferroboter 6, eine Rührstation 7, eine Öffnungsstation 8, eine Lagerstation 10 für fertiges Produkt enthaltende Produktbehälter P, eine Applikationsstation 9 und einen weiteren Transferroboter 11.

[0044] Die Anlage verfügt über einen (oder mehrere) Hauptsteuerungsrechner C, auf dem bzw. denen eine oder mehrere Datenbanken installiert sind, die die Gesamtheit aller relevanten Prozesssteuerungsinformationen I enthalten. Die Pfeile des den Hauptsteuerungsrechner C in Fig. 1, 2 und 3 symbolisch darstellenden Kastens deuten die funktionelle Verbindung des Hauptsteuerungsrechners zu den Bearbeitungsstationen 1–11 und der Transporteinrichtung T mit den Wagen W an. Der Hauptsteuerungsrechner kann auch als Server implementiert sein.

[0045] Üblicherweise – aber nicht zwingend – ist der Hauptsteuerungsrechner C zudem mit einem Netzwerk N verbunden, welches zum Beispiel ein firmenweites Netzwerk umfasst, wie es oft verwendet wird, um die Gesamtheit aller Experimente, Versuche und Produktion einer Firma zu planen, zu koordinieren und auszuwerten. Die im Netzwerk vorhandenen Daten bzw. Informationen sind mit I' bezeichnet.

[0046] Die Bearbeitungsstationen selbst sind jeweils mit einem eigenen oder mit einem mit anderen Bearbeitungsstationen geteilten lokalen Steuerungsrechner (in Fig. 1 z.B. R2, R3, R4, R5, R6, R8 und R11) ausgestattet, auf der die Steuer-Programme laufen, die die Funktionen bzw. Abläufe der entsprechenden Bearbeitungsstation(en) steuern. Hier ist zu bemerken, dass in diesem Beispiel etwa die Lagerstation 1, die Rührstation 7 und die Lagerstation 10 vom Transferroboter 6 bedient/manipuliert werden, der vom lokalen Steuerungsrechner R6 gesteuert wird, und jeweils keinen eigenen lokalen Steuerungsrechner benötigen und enthalten. Auch die Applikationsstation 9 wird vom lokalen Steuerungsrechner R11 des zweiten Roboters gesteuert und verfügt deshalb über keinen eigenen lokalen Steuerungsrechner.

[0047] Die Anlage verfügt über eine sogenannte Workflow-Management-Software (nicht in den Figuren abgebildet), um die Software der verschiedenen lokalen Steuerungsrechner zu programmieren. Die Workflow-Management-Software kann auch dazu dienen, die einzelnen Steuer-Software-Programme der Anlage zu starten, zu überwachen und die generierten Daten und Resultate zu bearbeiten. Die Workflow-Management-Software kann z.B. auf dem Hauptsteuerungsrechner C installiert sein. Die Kontrolle der angehängten Bearbeitungsstationen erfolgt, indem die Workflow-Management-Software die auf den Bearbeitungsstationen laufenden Steuer-Software-Programme beeinflusst, resp. diese startet, überwacht, mit Parametern (z.B. Dosierparametern etc.) versorgt und Resultate (z.B. tatsächlich dosierte Mengen) und allfällige Fehlermeldungen und Systemmeldungen empfängt und dem Anlagen-Operator zur Verfügung stellt und/oder diese Informationen in die Prozesssteuerungsinformationen I auf dem Hauptsteuerungsrechner C einspeist, wo sie weiterverwendet werden können. Da alle Bearbeitungsstationen und deren lokale Steuerungsrechner sowie der Hauptsteuerungsrechner untereinander vernetzt sind und ständig miteinander kommunizieren und Daten austauschen können, kann die Workflow-Management-Software von jedem beliebigen lokalen Steuerungsrechner oder dem Hauptsteuerungsrechner aus gestartet und verwendet werden, um die Gesamtheit der Anlage zu überwachen und zu kontrollieren. Der Hauptsteuerungsrechner kann körperlich auch in einem der lokalen Steuerungsrechner implementiert sein.

[0048] Die Prozesssteuerungsinformationen I können entweder auf dem Hauptsteuerungsrechner gespeichert und einem Wagen bzw. allgemein Transportvehikel zugeordnet sein. Alternativ können die Prozesssteuerungsinformationen z.B. zu Beginn eines Bearbeitungsprozesses auch direkt auf den jeweiligen Wagen bzw. allgemein Transportvehikeln gespeichert werden. Die Prozesssteuerungsinformationen I können Variablen und Parameter enthalten, aufgrund derer während des Bearbeitungsprozesses jeweils entschieden werden kann, welche Aktionen durchzuführen sind oder in welche Richtung (sprich zu welchen Bearbeitungsprozess-Teilabschnitten) die Transportvehikel fahren müssen, um die nächsten benötigten Prozessschritte abarbeiten zu können. Der Prozessworkflow eines jeden einzelnen Transportvehikels kann somit je nach den Ergebnissen vorher abgearbeiteter Bearbeitungsschritte direkt während des Workflows aufgrund von Parametern so angepasst werden, dass die Objekte auf den Transportvehikeln entsprechend den Zielvorgaben bearbeitet wird.

[0049] Die Wagen W bzw. allgemein Transportvehikel sind dazu ausgebildet, aufgrund der ihnen individuell zugeordneten Prozesssteuerungsinformationen I selbständig die erforderlichen Bearbeitungsstationen anzufahren und die jeweiligen Bearbeitungsschritte abzuarbeiten (abarbeiten zu lassen). Die selbstfahrenden Wagen W bzw. allgemein Transportvehikel sind somit über die Prozesssteuerungsinformationen I programmierbar.

[0050] Wie beispielsweise die Fig. 9 verdeutlicht, sind die Wagen W bzw. allgemein Transportvehikel als Transportplattform ausgebildet, welche längs des Schienensystems S bewegt werden können. Die Wagen können dabei je nach aktuellem Bedarf entweder vorwärts oder rückwärts fahren. Auf den Wagen W findet im dargestellten Beispiel je ein Produktbehälter P Platz. Zudem sind die Wagen mit einer Halterung versehen, auf die der Deckel D des Produktbehälters abgelegt und mittransportiert werden kann. Die Wagen W sind mit einem (nicht dargestellten) motorischen Antrieb sowie einer (ebenfalls nicht dargestellten) zugehörigen Steuerelektronik versehen, die mit dem lokalen Steuerungsrechner der jeweils angefahrenen Bearbeitungsstation und dem Hauptsteuerungsrechner C zusammenarbeitet. Die Wagen W weisen ferner je eine eindeutige (aktive oder passive) Identifikationsinformation ID auf, die den Wagen W bzw. allgemein Transportvehikeln zu Beginn eines Bearbeitungsprozesses vom Hauptsteuerungsrechner C zugeteilt wird. Der Hauptsteuerungsrechner C stellt dabei auch eine individuelle Zuordnung dieser Identifikationsinformationen ID zu einer der in ihm gespeicherten Prozesssteuerungsinformationen I her, wodurch festgelegt wird, welche Bearbeitungsprozess mittels der Wagen bzw. Transportvehikel jeweils durchgeführt werden soll. Die Identifikationsinformationen ID des Wagens bzw. allgemein Transportvehikels wird durch in den Bearbeitungsstationen vorgesehene Erkennungsvorrichtungen 30 erkannt und erlaubt dem lokalen Steuerungsrechner R der Bearbeitungsstationen, auf die auf dem Hauptsteuerungsrechner C abgelegten Prozesssteuerungsinformation I und den einzelnen Wagen zugeordneten Prozesssteuerungsinformationen zuzugreifen. Die Wagen melden sich über ihre Identifikationsinformation ID sozusagen beim Einfahren in eine Bearbeitungsstation dort an und erhalten die Information, was dort zu tun ist. Aufgrund dieser Information arbeitet die Bearbeitungsstation den Wagen ab. Anschliessend, nach Aktualisieren (z.B. Speichern) der Resultate des Bearbeitungsschrittes, meldet sich der Wagen wieder von der Bearbeitungsstation ab und fährt weiter.

[0051] Die Wagen W tragen ferner auch noch einen Entscheidungs-Code GID, anhand dessen der Wagen an Verzweigungen des Schienensystems, also z.B. an einer Weiche V, der Wagen in die eine oder die andere Richtung lenkbar ist. Die Weiche V ist dazu mit einem nicht dargestellten Sensor ausgestattet, der den Entscheidungs-Code eines an sie heranfahrenden Wagens erkennt und ausliest und die Weiche entsprechend stellt. Der Entscheidungs-Code leitet sich aus der dem Wagen zugeordneten Prozesssteuerungsinformation I und Resultaten vorhergehender Bearbeitungsschritte ab. Näheres dazu ist weiter unten im Zusammenhang mit den Fig. 22 und 23 erläutert.

[0052] Auf dem Hauptsteuerungsrechner C ist, wie schon erwähnt, für jedes Transportvehikel bzw. die auf ihm transportierten Objekte, hier z.B. Produktbehälter und/oder Proben, eine individuelle Prozesssteuerungsinformation I gespeichert, welche festlegt, welche Bearbeitungsstationen durch die Transportvehikel in welcher Reihenfolge angefahren und welche Bearbeitungsschritte unter welchen Bedingungen in den angefahrenen Bearbeitungsstationen durchgeführt werden sollen. Die Prozesssteuerungsinformationen I stellen also für jedes auf einem Wagen bzw. allgemein Transportvehikel befindliche Objekt gewissermassen ein Bearbeitungsrezept, im Falle eines Herstellungsprozesses also ein Herstellungsrezept, dar. Die Prozesssteuerungsinformationen aller geplanten, laufenden und auch abgeschlossenen Experimente sind in auf dem Hauptsteuerungsrechner C installierten Datenbanken abgelegt. Beim Betrieb der Anlage werden jeweils die aktuell vorgesehenen Bearbeitungsrezepte bzw. Prozesssteuerungsinformationen nacheinander gestaffelt abgearbeitet, sprich ein «frisches» Rezept wird einem Wagen bzw. allgemein Transportvehikel zugewiesen und dieser auf den Bearbeitungsprozess gesendet, worauf die für diesen Wagen/für dieses Rezept geforderten Bearbeitungsschritte auf der Anlage abgearbeitet werden. Nach Abschluss des Bearbeitungsprozesses erreicht der Wagen bzw. allgemein das Transportvehikel wieder den Ausgangspunkt, die dazugehörigen Prozesssteuerungsinformationen auf dem Hauptsteuerungsrechner C werden mit den während des Bearbeitungsprozesses generierten Daten (z.B. Dossierresultate, Messresultate, etc.) ergänzt, abgelegt und der Wagen bzw. allgemein das Transportvehikel steht dann für ein weiteres, neues Rezept zur Verfügung.

[0053] Im Ausführungsbeispiel der Fig. 1, gemäss welchem die Anlage eine Herstellungsanlage für ein chemisches Produkt ist, sind die Produktbehälter P vorzugsweise als Reaktoren, z.B. mit einem auf dem Wagen oder an einer Bearbeitungsstation abschraubbaren oder offenbaren Deckel, Zufuhrmitteln (Dosiersysteme, Pumpen, ...), Heiz- und Kühlmitteln, ... ausgebildet, in denen chemische und/oder biologische Reaktionen (z.B. enzymatische Reaktionen oder Derivatisierungen, parallele Inkubation verschiedener Zellkulturen, ...) und/oder physikalische Prozesse und/oder Formulierungen durchgeführt werden können, wobei die Produkte anschliessend in dafür vorgesehenen Bearbeitungsstationen weiterverwendet (z.B. Spray-Coating, Wirkstoff einem Enzym aussetzen, UV-Behandlung, u.v.m.) werden können. Diese folgenden

Bearbeitungsstationen können die Produktebehälter natürlich ebenfalls (innerhalb eines Wagens) sequenziell, gestaffelt oder parallel bearbeiten.

[0054] Die auf den Wagen W bzw. allgemein Transportvehikeln transportierten Objekte können auch Proben sein, zum Beispiel Testsubstrate aus unterschiedlichen Materialien (in z.B. der Farbindustrie üblich sind Kontrastkartons, Metall-, Glas-, Kunststoff- oder Holzplatten) und in unterschiedlichen Formen (rechteckige Platten, aber auch runde Scheiben, unterschiedlich geformte Körper, Textilstücke, Haarproben, ...), aber auch gefässartig ausgebildete Proben (Petrischalen, z.B. für Zellkulturen) oder ganze Gefässgruppen (z.B. multi-well Micro-Titer-Platten) oder ganze Geräte (z.B. zu testende Batterien) umfassen.

[0055] Neben Produktbehältern und Proben ist es natürlich auch möglich, gewisse Hilfsmittel auf den Wagen zu transportieren, die für gewisse Bearbeitungsschritte, insbesondere Herstellungsschritte, benötigt werden. Beispiele dafür können etwa Draw-Down-Bars (Rakel), Deckel, Dispensierspitzen, etc. sein, die jeweils nur für die Verarbeitung der auf den Wagen befindlichen Produkten oder Proben benötigt werden. Dies kann speziell in solchen Fällen vorteilhaft sein, wenn ein solches Hilfsmittel bei mehr als nur einer Bearbeitungsstation oder auch zwischen einzelnen Bearbeitungsstationen zum Einsatz kommt. Zum Beispiel wird ein Deckel mitgeführt, der jeweils bei Bewegung des Wagens den Produktbehälter verschliesst und so dessen Inhalt schützt, für die Herstellungsschritte in den Bearbeitungsstationen aber temporär vom Produktbehälter entfernt wird. In einem anderen Beispiel wird ein wegwerfbares Dispensierhilfsmittel (z.B. Einwegspritze) mitgeführt, um in mehreren Bearbeitungsstationen einen Teil der Probe zu transferieren, ohne dass jedes Mal eine neue Spritze für dieselbe Probe benötigt wird.

[0056] Innerhalb einer Bearbeitungsstation erfolgt die Bearbeitung eines Transportvehikels/einer Probe/eines Produkts folgendermassen: Wenn ein Transportvehikel in einer Bearbeitungsstation ankommt, wird es anhand seiner Identifikationsinformation ID erkannt und, sofern dies die ihm zugeordnete Prozesssteuerungsinformation I vorsieht, angehalten. Daraufhin werden unter der Kontrolle des lokalen Steuerungsrechners in der betreffenden Bearbeitungsstation die in der Prozesssteuerungsinformation 1 festgehaltenen Arbeitsschritte (oder ggf. auch nur ein einzelner Arbeitsschritt) durchgeführt. Anschliessend werden allfällig während dem Arbeitsschritt generierte Daten (z.B. Dosierergebnisse, Messresultate, ...) in der entsprechenden Prozesssteuerungsinformation auf dem Hauptsteuerungsrechner C ergänzt, und der Wagen W wird zur nächsten Bearbeitungsstation weiterbewegt.

[0057] Die Fig. 21 zeigt die grundsätzlichen Abläufe und Entscheidungen auf, die in einer Bearbeitungsstation ablaufen und durch den dazugehörigen lokalen Steuerungsrechner kontrolliert werden. Auf dem Steuerungsrechner der Bearbeitungsstation läuft ein Programm, in dem alle Schritte wie abgebildet als Teilschritte abgearbeitet werden:

[0058] In einem ersten Programmschritt wartet die Bearbeitungsstation. Sobald ein Wagen einfährt und automatisch stoppt, erkennt ein Sensor 30 dessen Anwesenheit und meldet diese an den Steuerungsrechner resp. das darauflaufende Programm.

[0059] In einem zweiten Programmschritt liest dieser Sensor 30 der Station die Identifikationsinformation 20 des Wagens W aus und meldet diese dem Steuerungsrechner.

[0060] Im dritten Programmschritt überprüft der Steuerungsrechner, welches Rezept, resp. welche Prozesssteuerungsinformation I aus der Datenbank diesem Wagen (resp. des darauf befindlichen Produkts/Probe) zugehört.

[0061] Im vierten Schritt überprüft das Programm im Rezept 1, ob diese Bearbeitungsstation zu diesem Zeitpunkt einen Bearbeitungsschritt des Wagens absolvieren muss. Falls nicht, wird der Wagen in einem weiteren Programmschritt einfach ohne Bearbeitung weitergesendet und es wird – wieder bei Programmschritt 1 angelangt – auf einen nächsten Wagen gewartet.

[0062] Falls aber ein Bearbeitungsschritt notwendig ist (zum Beispiel eine Zudosierung irgendwelcher Substanzen), so werden diese Bearbeitungsschritte unter der Kontrolle des lokalen Steuerungsrechners der Bearbeitungsstation in einem fünften Programmschritt abgearbeitet.

[0063] Nach Abschluss der Bearbeitungsschritte werden die Resultate dieser Bearbeitung (im Beispiel von Substanzdosierungen etwa die tatsächlich dosierten Substanzmengen) im Rezept (in der Prozesssteuerungsinformation I) ergänzt und diese aktualisierte Rezept-Version in der Datenbank gespeichert (wobei die alte Version überschrieben wird).

[0064] Falls keine weiteren Bearbeitungsschritte notwendig sind, wird in einem letzten, sechsten Programmschritt der Wagen weitergesendet und der Prozesszyklus der Bearbeitungsstation beginnt wieder bei Programmschritt 1, dem Warten auf einen nächsten Wagen.

[0065] Die Wagen W in den in den Fig. 1–4 dargestellten Ausführungsbeispielen der erfindungsgemässen Anlage sind dazu ausgebildet, sich linear auf dem Schienensystem S zu bewegen. Die Fig. 10 zeigt einen Wagen W', der sich ohne Schienen frei in zwei Dimensionen bewegen kann, wie dies durch den Pfeil 40 angedeutet ist. Dieser Wagen W' kann die Bearbeitungsstationen in beliebiger Reihenfolge anfahren, ohne auf irgendwelche Weichen des Schienensystems angewiesen zu sein. Es ist selbstverständlich auch möglich, Transportvehikel für eine freie dreidimensionale Bewegung auszubilden, wie es in Fig. 11 beispielsweise dargestellt ist. Hierbei ist das Transportvehikel W'' als sogenannte Drohne ausgebildet, mit der die Produktbehälter P in drei Dimensionen (verdeutlicht durch die Pfeile 41) fliegend bewegt werden können. Im vorliegenden Beispiel sind diese Drohnen als «Quadrocopter» mit vier Impeller-Rotoren ausgelegt, aber es sind

auch eine Vielzahl anders ausgebildeter autonomer Fluggeräte möglich. Der Hauptsteuerungsrechner C muss natürlich zur Ansteuerung der frei fahrenden bzw. fliegenden Transportvehikel W' bzw. W'' ausgebildet sein.

[0066] Das in Fig. 1 dargestellte Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Anlage ist für z.B. für das Formulieren von Farbproben und deren anschliessende Applikation auf Testsubstrate vorgesehen (wobei der Test der Substrate in diesem Beispiel nicht auf der Anlage selbst durchgeführt wird – siehe im Vergleich dazu die weiter unten im Zusammenhang mit Fig. 3 erklärte Anlage. Die Anlage gemäss Fig. 1 funktioniert wie folgt:

[0067] Der Transport der Wagen W erfolgt autonom, d.h. jeder Wagen bewegt sich selbständig durch die Anlage und arbeitet die für diesen Wagen vorgesehenen Bearbeitungsschritte anhand der ihm zugewiesenen Prozesssteuerungsinformationen I ab. Jede Bearbeitungsstation wird von dem ihr zugehörigen lokalen Steuerungsrechner gesteuert, der vom zentralen Hauptsteuerungsrechner C mittels der Prozesssteuerungsinformationen nur die benötigten Informationen (z.B. Werkzeugparameter, etc.) erhält, die Abläufe in der Bearbeitungsstation sonst aber eigenständig steuert. Im Falle einer Dosierstation kann der Hauptsteuerungsrechner C z.B. nur vorgeben, aus welchen Vorratsbehältern welche Mengen zudosiert werden müssen, den eigentlichen Dosiervorgang führt die Dosierstation unter Kontrolle von dessen lokalem Steuerungsrechner dann selbständig durch.

[0068] In der Lagerstation 1 werden leere Produktbehälter P vorrätig gehalten. Der Roboterarm des Transferroboters 6 stellt jeweils einen Produktbehälter P auf dem auf einer Halteposition H bereitstehenden leeren Wagen W ab. Daraufhin bewegt sich der Wagen W zur Öffnungsstation 8, in der die Produktbehälter P geöffnet werden. Der in diesem Prozess abgeschraubte Deckel D wird dabei auf die dafür vorgesehene Halterung auf dem Wagen abgelegt und somit während der folgenden Arbeitsschritte auf dem Wagen mitgeführt.

[0069] Beim Erreichen einer Verteiler-Weiche V wird anhand der Prozesssteuerungsinformation I entschieden, in welche Richtung (resp. in welche der in dieser Anlage ausgebildeten Teil-Bearbeitungsprozesse) der Wagen W fährt. Dies passiert nach hart-kodierten Wenn-Entscheidungen der Art: «Falls der Produktbehälter P auf dem Wagen W noch leer ist, fahre rechts in Richtung Formulierungs-Prozess. Falls der Produktbehälter P ein fertig formuliertes Produkt enthält, fahre links in Richtung Applikations-Prozess.» In dieser Phase wird der Wagen W nach rechts in Richtung der Dosierstation 2 fahren.

[0070] In dieser anschliessenden ersten Dosierstation 2 wird eine vorgegebene Menge eines Basisfarbmittels in den Produktbehälter P eingefüllt. In der darauffolgenden zweiten Dosierstation 3 werden je nach Prozesssteuerungsinformation I ein oder mehrere weitere Farbmittel zudosiert. In der anschliessenden dritten Dosierstation 4 erfolgt eine Zudosierung kleinerer Mengen von einer Gamme dort zur Verfügung gehaltener weiterer Farbmittel, ebenfalls wieder nach Massgabe der dem Wagen zugeordneten Prozesssteuerungsinformation I.

[0071] Nach den Dosierungsschritten fährt der Wagen W über die Zusammenführungs-Weiche Z, welche die aus unterschiedlichen Richtungen anfahrenden Wagen wieder auf einen gemeinsamen Schienenabschnitt zusammenführen kann, zu einer Verschlussstation 5, wo der Probenbehälter P wieder mit dem Deckel D verschlossen und anschliessend zur Halteposition H gefahren wird. Der Transferroboter 6 entnimmt dort den Produktbehälter P vom Wagen W und setzt ihn in die Rührstation 7 ein, wo sein Inhalt in einem Zentrifugenrührer innig durchmischt wird. Nach dem Durchmischen wird der Produktbehälter P wieder auf demselben oder einem nachfolgenden Wagen W platziert und in die Öffnungsstation 8 weitertransportiert, wo der Deckel D wieder entfernt wird.

[0072] Danach wird der Wagen W zur Halteposition H bewegt, wo der Produktbehälter P mit dem fertigen Produkt – der Lackformulierung – mittels des Roboterarms des Transferroboters 6 vom Wagen W entnommen und in die Lagerstation 10 transferiert wird. Der immer noch auf der Halteposition H stehende leere Wagen W ist nun bereit für einen neuen Prozesszyklus und es kann ein neuer leerer Produktbehälter P auf ihm platziert werden.

[0073] Anstatt den Produktbehälter P mit der fertigen Lackformulierung in die Lagerstation 10 zu transferieren, kann der Produktbehälter P nach dem Durchmischen in Station 7 und Rückgabe auf die Wagen W durch den Transferroboter 6 auch in der Öffnungsstation 8 ein zweites Mal geöffnet und wiederum über die Verteiler-Weiche V in Richtung Applikations-Prozesszyklus mit der Applikationsstation 9 transportiert werden, wobei auch hier wieder aufgrund der Prozesssteuerungsinformation I entschieden wird, dass der Wagen die entsprechende Richtung einschlagen soll. Dort kann mittels Transferroboter 11 eine Teilmenge aus dem Produktbehälter entnommen und für direkte Anlagen-interne (hier nicht abgebildet) oder spätere externe Analyse der Abstriche auf ein geeignetes, in der Applikationsstation 9 gelagertes Substrat F, z.B. ein Stück Folie, eine Metall- oder Glasplatte, etc., aufgestrichen (aufgerakelt) werden. Anschliessend wird der Wagen weitergeschickt und nach erneutem Passieren der Zusammenführungs-Weiche Z des Wagens W der Produktbehälter P in der Verschlussstation 5 wieder verschlossen und schliesslich, wenn der Wagen W ein weiteres Mal auf der Halteposition H angekommen ist, mittels Transferroboter 6 in die Lagerstation 10 ausgelagert.

Zusätzlich können die die fertige Lackformulierung enthaltenden Produktbehälter P auch der Analysestation 10 zugeführt und die Lackformulierungen dort einer Analyse unterzogen werden. Der Transferroboter 11 sorgt für den Transfer der Produktbehälter P in die Analysestation 10 und ggf. zurück auf die Wagen W.

[0074] Wie aus Fig. 1 klar wird, realisiert die beschriebene erfindungsgemässe Anlage eine Abfolge von rein sequentiell durchgeführten Herstellungsschritten. Als Erweiterung davon kann die in Fig. 2 dargestellte Anlage verstanden werden, bei der die einzelnen Bearbeitungsstationen zwar sequentiell angefahren werden, in jeder Bearbeitungsstation aber jeweils

zwei oder mehr Produktbehälter – je nach Herstellungsschritt – sequentiell oder parallel den gleichen Herstellungsschritten unterzogen werden.

[0075] Im Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 2 wird im Gegensatz zur Anlage in Fig. 1 mit Produktbehältern P gearbeitet, die in ständig geöffnetem Zustand bearbeitet werden können, weshalb auch auf die Öffnungs- und Schliessstationen 5 und 8 verzichtet werden kann. Zudem sind die Wagen so ausgelegt, dass eine Mehrzahl von Produktbehältern gleichzeitig transportiert werden kann.

[0076] Beim in Fig. 2 dargestellten Bearbeitungsprozess werden nun anfangs mehrere Behälter auf dem auf Halteposition H stehenden Wagen abgelegt, und der Wagen daraufhin über die Verteilweiche V zur ersten Bearbeitungsstation 2 transportiert. Dort wird nun sequentiell in einen Produktbehälter P nach dem anderen eine vorgegebene Menge eines Basisfarbmittels in den Produktbehälter P eingefüllt. In der darauffolgenden zweiten Dosierstation 3 werden je nach Prozesssteuerungsinformation I ein oder mehrere weitere Farbmittel zu den verschiedenen auf dem Wagen W befindlichen Produktbehälter P zudosiert. In der anschliessenden dritten Dosierstation 4 erfolgt eine Zudosierung kleinerer Mengen von einer Gamme dort zur Verfügung gehaltener weiterer Farbmittel, ebenfalls wieder nach Massgabe der dem Wagen zugeordneten Prozesssteuerungsinformation I.

[0077] Wieder auf der Halteposition H angekommen, werden die Probenbehälter P des Wagens W mittels Transferroboter 6 in einen Schüttler 12 transportiert, wo sie alle gleichzeitig (paralleler Bearbeitungsschritt) geschüttelt und so die in den Produktbehälter P vorgelegten Substanzen durchmischt werden. Nach diesem parallelen Bearbeitungsschritt werden die Produktbehälter P wieder entnommen und dann entweder im Lager 10 abgelegt, oder die Produktbehälter werden wiederum auf den Wagen W abgelegt und in den Applikations-Zweig des Schienensystems S transportiert, wo – analog der in Fig. 1 gezeigten Anlage – jeweils eine Probe entnommen und auf Testsubstraten F aufgebracht werden. Schliesslich wird der Wagen wieder auf die Halteposition H transportiert, wo der Transferroboter 6 alle Probenbehälter nacheinander im Lager 10 einlagert.

[0078] Ein Beispiel für eine weitere erfindungsgemässe Anlage zur Herstellung von Farbmischungen und deren anschliessender Applikation auf Testsubstraten und zum abschliessendem Messen dieser Testsubstrate ist in Fig. 3 dargestellt. Der Einfachheit halber wird in dieser Darstellung auf die explizite Darstellung der einzelnen Steuerungsrechner verzichtet, deren Verwendung aber analog der Beispiele in Fig. 1 und 2 verstanden werden sollen.

[0079] Gemäss diesem Ausführungsbeispiel wird wie in der in Fig. 2 gezeigten Anlage mit ständig offenen Produktbehältern P gearbeitet, die zu Beginn des Workflows in einem Produktbehälter-Lager 1 abgelegt sind. Ein weiteres Lager 9 ist mit leeren Probensubstraten F (z.B. in Form von Folien, Metall-, Glas- oder Holzplatten, etc.) bestückt. Ein leerer, auf Halteposition H angekommener Wagen W wird von einem Transferroboter 6 mit sowohl einem leeren Produktbehälter P aus Lager 1 als auch einem frischen Testsubstrat aus Lager 9 bestückt und auf dem Schienensystem S weitergeschickt. Bei einer ersten Verteilerweiche V1 wird (wiederum nach hart-kodierten Wenn-Bedingungen) entschieden, dass der Wagen W mit dem leeren Produktbehälter P nach rechts in den Formulier- und Applikations-Prozesszyklus einfahren soll.

[0080] In einer ersten Dosierstation 2 wird eine vorgegebene Menge eines Basisfarbmittels in den Produktbehälter P eingefüllt und der Wagen W weitergeschickt. Bei einer darauffolgenden Verteiler-Weiche V2 wird entschieden, in welcher von zwei identischen Dosierstationen 3a und 3b der nächste Bearbeitungsschritt durchgeführt werden soll. In diesem Beispiel wird davon ausgegangen, dass der Dosiervorgang der Dosierstationen 3a und 3b wesentlich länger dauert als andere Bearbeitungsschritte der Anlage. Wenn nun also jeder einzelne Wagen W durch eine einzige verfügbare Dosierstation abgearbeitet werden müsste, würde dies ein Aufstauen noch nicht abgearbeiteter Wagen vor der Dosierstation und somit eine Reduktion der Taktzeit der Anlage zur Folge haben. Dadurch, dass in diesem Ausführungsbeispiel der Anlage die Dosierstation aber in doppelter Ausführung vorliegt, können anfahrende Wagen W jeweils die nächste freie Dosierstation 3a bzw. 3b anfahren, während in der jeweils anderen Dosierstation 3b bzw. 3a immer noch ein anderer Wagen W abgearbeitet wird. Somit werden ankommende Wagen mittels Verteiler-Weiche V2 zu einer von zwei Dosierstationen 3a und 3b geführt, in deren Summe zwei Proben quasi-parallel (gestaffelt) abgearbeitet werden. Über eine auf die beiden Dosierstationen 3a und 3b folgende Zusammenführungs-Weiche Z1 wird dann jeweils der erste den Dosiervorgang abgeschlossen habende Wagen W auf einen weiteren gemeinsamen Schienenabschnitt geführt und dort zu einer Dosierstation 4 transportiert, in der wiederum weitere Substanzen in den Produktbehälter dosiert werden.

[0081] Nach Abschluss aller Dosierschritte wird der Produktbehälter P in einer Misch-Station 7 mittels eines separaten Transferroboters 18 in ein Mischwerkzeug (z.B. SpeedMixer) transportiert, dort gemischt und wieder auf den Wagen W zurückbefördert, der anschliessend weitergeschickt wird.

[0082] Bei einer weiteren Verteilerweiche V3 wird nun anhand der Prozesssteuerungsinformation I entschieden, ob das Produkt mittels einer Applikations-Station 13 (z.B. Spray-Applikation) oder einer Applikations-Station 14 (z.B. Rakel-Applikator/DrawDown) auf das Testsubstrat F appliziert werden soll (hart-kodierte Wenn-Funktion: «Falls Spray benötigt, fahre rechts. Falls Rakeln benötigt, fahre links»). In der entsprechend ausgewählten Applikations-Station 13 resp. 14 wird dann mittels der bei den Stationen dazugehörenden Transferroboter 19 resp. 20 eine Probe aus dem Produktbehälter P entnommen und auf das ebenfalls auf dem Wagen W mitgeführte Testsubstrat F aufgetragen.

[0083] Nach der Applikation wird der Wagen W über zwei weitere Zusammenführungs-Weichen Z2 (führt Wagen von Station 13 oder 14 kommend zusammen) und Z3 (führt Wagen vom Formulierungs-/Applikations-Zyklus oder Test-Zyklus

her kommend zusammen) wieder zur Halteposition H geführt. Dort wird nun der fertige Produktbehälter P zurück in die Lagerstation 1 und das Testsubstrat F in das Lager 9 gegeben, in der das Testsubstrat für eine definierte Zeit gelagert wird (z.B. um die darauf applizierte Farbe trocknen/aus härten zu lassen).

[0084] Der Wagen W steht nun wieder für einen neuen Prozesszyklus bereit und kann nun – je nach aktuellem Bedarf – wiederum mit einem leeren Produktebehälter P und frischem Testsubstrat F bestückt werden, oder aber es wird ein in der Zwischenzeit getrocknetes Testsubstrat F auf den Wagen W abgelegt, der dann über die vorgängig erklärte Verteilerweiche V1 in Richtung Test-Zyklus weitergeschickt wird.

[0085] Die Lagerstation 9 ist somit ein Beispiel für eine Bearbeitungsstation, in der Produkte oder Proben gestaffelt abgearbeitet werden: Testsubstrate werden nacheinander eingelagert und während einer definierten Zeit bearbeitet (hier: trocknen gelassen), und nacheinander nach Abschluss der pro Testsubstrat individuellen Verarbeitungszeit gestaffelt wieder in den Prozesszyklus eingespeist.

[0086] Im Applikations-Teilzyklus der Anlage durchfährt der Wagen W mit dem darauf transportierten Testsubstrat F nacheinander (sequentiell) mehrere Test-Stationen 15, 16 und 17, in denen jeweils ein oder mehrere physikalische oder chemische Messungen (im hier vorgestellten Beispiel aus der Farbindustrie z.B. Farb- und Glanzmessung, Schichtdickenmessung, Messung chemischer und physikalischer Resistenz etc.) am Testsubstrat durchgeführt werden. Anschliessend bewegt sich der Wagen W wiederum über die Zusammenführungs-Weiche Z3 auf die Halteposition H, wo der Transferroboter 6 das Testsubstrat F wieder aufnimmt und in die Lagerstation 9 einlagert, worauf der leere Wagen W wiederum für einen weiteren Formulierungs-/Applikations-Zyklus oder einen Test-Zyklus zur Verfügung steht.

[0087] Die Fig. 4 zeigt ein stark vereinfachtes Prinzipschema eines weiteren Ausführungsbeispiels der erfindungsgemässen Anlage, wobei nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Anlageteile dargestellt sind.

[0088] Die Anlage umfasst vier Bearbeitungsstationen 21–24, welche entlang des Transportschienensystems S einer Transporteinrichtung T angeordnet sind. Auf dem Schienensystem fahren wiederum Wagen W, die hier jeweils einen Produktbehälter P tragen. Soweit besteht grundsätzliche Übereinstimmung mit dem Ausführungsbeispielen der Fig. 1, 2 und 3. Im Unterschied dazu sind jedoch die Bearbeitungsstationen 21 und 23 zur Bearbeitung je eines einzelnen Produktbehälters P und die Bearbeitungsstationen 22 und 24 zur batchweisen Bearbeitung von jeweils mehreren Produktbehältern P ausgelegt. Für welche Bearbeitungsschritte die einzelnen Bearbeitungsstationen 21–24 konkret ausgebildet sind, ist für das Verständnis nicht relevant und deshalb nicht näher erläutert.

[0089] Dieses Ausführungsbeispiel verdeutlicht in anschaulicher Weise das erfindungsgemässe Prinzip der freien Kombinierbarkeit von sequentiellen und batchweisen Bearbeitungsvorgängen.

[0090] Mit der erfindungsgemässen Anlage sind somit, wie die Ausführungsbeispiele der Fig. 1–4 aufzeigen, je nach Bedarf frei kombinierbare sequentielle und/oder batchweise/parallele und/oder gestaffelte Arbeitsvorgänge unbeschränkt kombinierbar.

[0091] Die Fig. 5 zeigt – stark vereinfacht – wie eine erfindungsgemässe Anlage räumlich aussehen kann. In diesem Beispiel besteht die Anlage aus einer Vielzahl von nebeneinandergestellten Bearbeitungsstationen in Form von intern mit einem Schienensystem verbundenen Modulen 101 bis 109. Die Pfeile deuten schematisch den Weg an, den ein (hier nicht dargestellter, da im Inneren der Anlage fahrender) Wagen während des Prozesszyklus abfährt. Auch hier ist eine Bearbeitungsstation (104) mehrfach ausgeführt, was wiederum z.B. auf einen lange dauernden und deshalb parallelisierten Bearbeitungsschritt hinweist.

[0092] Wie aus den vorstehenden Ausführungsbeispielen hervorgeht, ist die Anlage so konzipiert, dass sie ein Schienensystem umfasst, das die einzelnen Bearbeitungsstationen untereinander verbindet und entlang dessen die Wagen sich auf definierten Pfaden bewegen können. Dieses Schienensystem bildet normalerweise einen geschlossenen Pfad (Endlosschleife), sodass die Wagen ständig entlang dieser Schienen sozusagen im Kreis fahren, und somit dieselben Bearbeitungsstationen immer wieder anfahren können. In einer einfachsten Ausführung besteht die Anlage aus einem Kreis (ringförmige Anordnung des Transportsystems, einfache Schleife). Wichtig ist dabei, dass die sich in der Anlage bewegenden Wagen frei nach Bedarf mit Proben/Probenbehältern beladen oder entladen werden können, und somit, nachdem ein Prozesszyklus mit einer Probe/einem Produkt beendet ist, dieses vom Wagen entfernt und eine frische Probe/ein frischer Probenbehälter geladen und ein neuer Prozesszyklus gestartet werden kann. Ein Wagen wird somit üblicherweise zu Beginn eines Produktzyklus mit einer Probe/einem Probegefäss beladen, und transportiert während des Prozesszyklus die entsprechende Last von Bearbeitungsstation zu Bearbeitungsstation, bis der Wagen am Ende des Prozesszyklus wieder entladen wird und somit für eine neue Probe/einen neuen Probenbehälter und somit einen neuen Prozesszyklus zur Verfügung steht.

[0093] Vorteilhafterweise kann das Schienensystem Abzweigungen/Weichen beinhalten, die es je nach den individuellen Bedürfnissen jedes einzelnen Wagens (resp. der darauf transportierten Probe/Probenbehälter) erlauben, in unterschiedliche Schleifen oder Bearbeitungsstationen eines Prozesszyklus einzufahren, oder umgekehrt die aus mehreren unterschiedlichen Schleifen heranfahrenden Wagen auf einen gemeinsamen Abschnitt des Schienensystems zusammenzuführen. Die Entscheidung, ob und in welche Richtung/Schleife ein Wagen fährt, erfolgt dabei aufgrund vom Wagen resp. von den darauf transportierten Proben/Probenbehältern abhängigen Kriterien oder allgemein aufgrund der jeweils dem Wagen zugeordneten Prozesssteuerungsinformation. Die Entscheidung, in welche Richtung die Weiche geschaltet wird,

ist hart-kodiert, was bedeutet, dass das Erfüllen gewisser Kriterien immer automatisch ein Schalten in eine klar definierte Richtung zur Folge hat. So kann beispielsweise eine erste Probe an einer Weiche in eine erste Schleife abgezweigt werden, sofern eine erste Bedingung erfüllt ist, und eine folgende zweite Probe, für die eine zweite Bedingung erfüllt ist, wird in eine zweite Schleife abgezweigt. Nach Durchlaufen und Abarbeiten der entsprechenden Schleifen würden die beiden Proben an einer zusammenführenden Weiche wieder auf einen gemeinsamen Pfad zurückgeführt, und die anschliessenden Bearbeitungsstationen alle nacheinander durchlaufen.

[0094] Zur Steuerung der Weichen können die Wagen mit einem vom Hauptsteuerungsrechner C (zu Beginn eines Prozesses) bereitgestellten Entscheidungs-Code GID ausgestattet sein, welcher die Richtung festlegt, die die Wagen an einer Weiche einschlagen sollen. Die Weichen V sind dabei dazu ausgebildet, den Entscheidungs-Code GID eines sich nähernden Wagens W zu erkennen bzw. auszulesen und den Wagen W in die durch den erkannten Entscheidungs-Code GID bestimmte Richtung zu lenken.

[0095] Fig. 6 stellt eine weitere vorteilhafte Ausführung der erfindungsgemässen Anlage dar. Im Gegensatz zu in den Fig. 1, 2 oder 3 dargestellten Beispielen erfolgt die Aufteilung des Schienensystems in unterschiedliche Teilabschnitte aber hier nicht in der Horizontalen, sondern in der Vertikalen: Hier ist der Workflow auf zwei räumlich unterteilte Ebenen aufgeteilt, die über einen Lift miteinander verbunden sind. Hierbei sind die Bearbeitungsstationen 101, 102, 103 und 104 auf einer unteren Ebene 115 angeordnet und untereinander über ein Schienensystem Sa kreisförmig verbunden. Eine zweite Gruppe von Bearbeitungsstationen 101, 105, 106 und 107 ist auf einer höher gelegenen Ebene 116 angeordnet und wiederum untereinander mittels eines Schienensystems Sb miteinander kreisförmig verbunden. Die beide Ebenen 115 und 116 verbindende Bearbeitungsstation 101 enthält den Lift Sc, über den Wagen vom Schienensystem Sa zum Schienensystem Sb und umgekehrt bewegt werden können. Der Lift Sc der Station 101 stellt somit sozusagen eine vertikal aufspaltende Weiche dar.

[0096] Selbstverständlich kann die Anlage dank deren Modularität je nach Bedarf so konzipiert werden, dass die verschiedenen Methoden zur Aufteilung resp. Zusammenführung von Teilabschnitten des Transportsystems (Weiche resp. Lift) miteinander kombiniert werden können.

[0097] Sowohl mit Weichen als auch mit Liften bzw. Hub-/Senkeinheiten sind somit auch Überholspuren möglich, über welche z.B. Wagen hoher Priorität an anderen, weniger prioritären Wagen vorbeigeführt werden können, ohne von diesen behindert zu werden.

[0098] Die erfindungsgemässe Anlage kann eine oder mehrere Bearbeitungsstationen doppelt oder mehrfach aufweisen, sodass sie zwei oder mehrere Wagen parallel bedienen können. Dadurch können in einem Workflow problemlos lange Prozesse mit parallelen Funktionen als auch kurze und häufige Prozesse durch eine Vervielfachung der Arbeitsstationen/Funktionalitäten erreicht werden. Prinzipiell können alle hier aufgeführten Funktionen (Bearbeitungsschritte) sequentiell, parallel oder gestaffelt durchgeführt werden. Der vom Forscher geforderte Workflow und meistens (aber nicht ausschliesslich) die Dauer der Bearbeitung bestimmt, ob der Workflow sequentiell in einem Teil oder parallel in einem Teil oder gestaffelt in einem Teil der Anlage durchgeführt wird.

[0099] Besonders vorteilhafterweise ist die Anlage so konzipiert, dass im Durchschnitt vergleichbare Bearbeitungsdauern je Bearbeitungsstation erreicht werden. Engpässe (Flaschenhälse) können dabei wie im Strassenverkehr parallelisiert werden, wodurch der Durchsatz der Anlage kontinuierlich weiter erhöht werden kann. Z.B. können Bearbeitungsschritte mit relativ langen Bearbeitungsdauern (z.B. Wärme-Härtung) mittels zweier oder mehrerer Bearbeitungsstationen parallel durchgeführt werden, indem die Proben für eine bestimmte Dauer in den Bearbeitungsstationen deponiert und dann zu einem programmierten Zeitpunkt wieder auf ein Transportvehikel aufgegeben wird.

[0100] Diese genannten Kombinationsmöglichkeiten und eine entsprechend einfache Programmierungsmöglichkeit für den Anlagen-Operator (in der Regel ein Forscher/Entwickler) erlaubt es, komplexe Workflows mit grossen Durchsatzraten zu erreichen. In Kombination mit der Entscheidungsmöglichkeit über Pfad-Verzweigungen (Weichen, bedingte Verzweigung) wird eine fast grenzenlose Flexibilität ermöglicht, was gerade in der Forschung und Entwicklung eminent wichtig ist.

[0101] Selbst bei einer als einfacher Kreis ausgebildeten Anlage sind solche bedingten Verzweigungen möglich, zumal die auf dem kreisförmigen Transportsystem fahrenden Wagen jeweils jede Bearbeitungsstation nacheinander anfahren, dort aber nur bearbeitet werden, falls dies für den Wagen zu dem Zeitpunkt gefordert wird. Falls nicht, würde der Wagen weiter geschickt, in folgenden Stationen weiterverarbeitet und dann beim erneuten Durchlaufen der entsprechenden Bearbeitungsstation den entsprechenden Verarbeitungsschritt absolvieren, sofern die Bedingungen dafür erfüllt sind. Dabei wird der ganze Kreis so oft durchlaufen, bis die Bedingungen erfüllt und alle Arbeitsschritte abgearbeitet sind. Wichtig ist dabei noch zu bemerken, dass ein Arbeitsschritt natürlich auch mehrfach in einem Prozesszyklus vorkommen kann, was auch problemlos in einem einfachen Kreis erfolgen kann. Wenn zum Beispiel eine Arbeitsanweisung nacheinander die Dosierung eines Pulvers, dann einer Flüssigkeit, dann die Zugabe eines weiteren Pulvers mit anschliessendem Durchmischen all dieser drei Komponenten umfasst, so kann dies in einem Kreis mit drei Stationen (1x Pulverdosisierung, 1x Flüssigdosierung, 1x Mischen) erfüllt werden, da der Wagen ja den Kreis zweimal abfahren kann. Beim ersten Durchlauf wird Pulver und Flüssigkeit dosiert, aber nicht gemischt, im zweiten Durchlauf das letzte Pulver dosiert, aber keine weitere Flüssigkeit zugegeben, und schliesslich gemischt.

[0102] Vorteilhafterweise können Weichen/Schlaufen/Lifte auch eingesetzt werden, wenn gewisse Arbeitsschritte lange dauern, und ein Stau entstehen würde, wenn alle Wagen durch dieselbe Bearbeitungsstation abgearbeitet werden müssten. Es könnten dann mehrere identische Bearbeitungsstationen parallel vorhanden und mittels Weichen/Lifte mit einem gemeinsamen zuführenden und wegführenden Transportsystem-Abschnitt verbunden sein. Ein anfahrender Wagen würde dann immer eine «freie» Bearbeitungsstation auswählen und anfahren, falls die andere(n) Bearbeitungsstation(en) noch mit anderen Wagen beschäftigt sind (sog. hart-kodiertes Kriterium). Durch diese Parallelisierung einzelner Teilabschnitte des eigentlich sequenziellen Prozesszyklus lassen sich somit besonders zeitintensive Bearbeitungsschritte effizient gestaffelt abarbeiten.

[0103] Zudem kann eine solche Parallelisierung von Teilabschnitten der Anlage auch dann von Vorteil sein, wenn eine Probe/ein Produkt in mehrere Unterproben/Unterprodukte aufgesplittet wird, die dann durch die folgenden Prozessschritte parallel abgearbeitet werden sollen (Beispiel: In einer ersten Bearbeitungsstation wird eine erste Probe in zwei Unterproben aufgeteilt, die dann auf zwei unterschiedlichen Pfaden des Prozesszyklus zu zwei je nach Bedarf identischen oder unterschiedlichen Stationen fahren, und in den jeweiligen Stationen gleichzeitig weiterbearbeitet werden). Auch hier ist natürlich auch der umgekehrte Weg, sprich eine Zusammenführung mehrerer Proben auf eine gemeinsame Probe, möglich.

[0104] Fig. 7 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Anlage, bei der freistehende Bearbeitungsstationen 201–205 von frei fahrenden Wagen W01–W09 bedient werden. Es ist zu beachten, dass hier die Verarbeitungsstation 205 in dreifacher Ausführung vorliegt. Bei diesem Beispiel wurde auf die Darstellung der lokalen Steuerungsrechner und des Hauptsteuerungsrechners etc. verzichtet. Die durchgezogenen Pfeile zeigen die jeweils nächsten unmittelbaren Fahrwege der Wagen – sozusagen eine Momentanaufnahme der Anlage zu einem gewissen Zeitpunkt –, die gestrichelten Pfeile die Fahrwege eines nächsten Schrittes zu einem kurz darauf folgenden Zeitpunkt.

[0105] Eine erste Bearbeitungsstation 201 ist in diesem Beispiel als Lagermöglichkeit (analog Parkhaus) für freie Wagen ausgebildet: Es ist dargestellt, wie gerade ein Wagen W01 aufbricht, um das Lager zu verlassen, um dann später eine Bearbeitungsstation 202 anzufahren, um dort einen ersten Bearbeitungsschritt zu absolvieren. Das Lager ist in diesem Fall vorteilhaft, wenn z.B. beim regulären Betrieb eine gewisse niedrige Anzahl an Wagen gleichzeitig arbeiten, während andere, gerade nicht benötigte Wagen warten, ohne den Betrieb der arbeitenden Wagen zu behindern, im Betrieb mit erhöhten Durchsatzraten aber auf alle Wagen zugegriffen werden kann.

[0106] Bei den Bearbeitungsstationen 202 und 203 sind zwei Wagen W02 resp. W03 dargestellt, die von irgendwo kommend in die entsprechenden Stationen einfahren werden, um dort bearbeitet zu werden. In Bearbeitungsstation 204 ist gerade ein Wagen W04 sichtbar, der zum Zeitpunkt der Momentanaufnahme, die die Fig. 6 abbildet, gerade von der Station abgearbeitet wird. Er wird, wie der gestrichelte Pfeil andeutet, im nächsten Schritt die Bearbeitung abgeschlossen haben und die Station dann verlassen.

[0107] Ein Wagen W05 ist dargestellt, wie er unmittelbar nach einem Bearbeitungsschritt in Bearbeitungsstation 203 diese verlässt: Dieser Wagen wird in der nächsten Phase in Richtung einer in diesem Beispiel dreifach ausgeführten Bearbeitungsstation 205a, 205b, 205c losfahren und dort die Station ansteuern, die gerade frei wird. Die genannte Station 205a bzw. 205b bzw. 205c könnte in diesem Beispiel eine Station sein, deren Bearbeitungsschritt besonders lange dauert, und eine Parallelisierung der Station vorteilhaft ist, um den Gesamtdurchsatz der Anlage zu steigern. Wagen W05 wird also in der nächsten Phase aufgrund der dann herrschenden Bedingungen entscheiden, welche Station 205a bzw. 205b bzw. 205c er anfahren wird.

[0108] Die Bearbeitungsstation 205a zeigt in dieser Momentaufnahme der Fig. 6 einen Wagen W06, der gerade bearbeitet wird und (beachte Fehlen eines gestrichelten Pfeils) auch in der nächsten Phase noch in Arbeit ist. Diese Station 205a ist somit auch dann noch belegt und könnte von Wagen W05 noch nicht angefahren werden. Die Bearbeitungsstation 205b zeigt einen Wagen W07, dessen Herstellungsschritt in dieser Phase gerade abgeschlossen wird und der in der nächsten Phase aus dieser Station in Richtung Bearbeitungsstation 206 aufbrechen wird. Die Bearbeitungsstation 205c zeigt eben genau einen Wagen W08, der dabei ist, die Station zu verlassen, um sich in der nächsten Phase in einer Bearbeitungsstation 206 bearbeiten zu lassen. Sowohl die Bearbeitungsstation 205b als auch die Bearbeitungsstation 205c wird also in der nächsten Phase frei sein und vom Wagen W05 als Ziel ausgewählt werden können.

[0109] Schliesslich ist ein Wagen W09 dargestellt, wie er – z.B. nachdem er alle von der Prozesssteuerungsinformation geforderten Aufgaben/Bearbeitungsschritte absolviert hat – in die Lagerstation 201 einfährt, wo er auf einen neuen Auftrag wartet.

[0110] Fig. 8 zeigt eine räumliche Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels der erfindungsgemässen Anlage, die anstatt mit schienengebundenen oder anderen terrestrischen Vehikeln mit fliegenden Drohnen als Transportvehikel ausgerüstet ist. Der Anlagenraum ist eingeteilt in eine untere Arbeitszone 114, in der die einzelnen Bearbeitungsstationen stehen und sich auch die Arbeiter/Forscher bewegen können, die die Anlage bestücken, bedienen und unterhalten, und in eine obere Flugzone 113, in denen die Drohnen W1 bis W3 sich frei bewegen können. Die beiden Räume sind abgetrennt durch eine Trenndecke 112, in der sich jeweils genau über den einzelnen Bearbeitungsstationen eine Öffnung 110 befindet, durch die hindurch die Drohnen W1 bis W3 die darunterliegenden Bearbeitungsstationen ansteuern bzw. bedienen können. W1 stellt eine Drohne dar, die sich gerade über eine solche Öffnung zur einer Bearbeitungsstation 101 herunterbewegt, um dort einen der dort vorrätigen Produktebehälter P aufzunehmen. Eine Drohne W2 ist dargestellt, wie sie – mit einem

Produktbehälter P bestückt, der gerade in einer Bearbeitungsstation 102 bearbeitet wurde, über die über der Station 102 liegende Öffnung in den Flugraum 113 aufsteigt, sich dort zur Öffnung über eine Station 103 bewegt, dort absinkt, um den Produktbehälter P in der Station 103 einem nächsten Herstellungsschritt zu unterziehen. W3 stellt eine aktuell inaktive Drohne dar, die darauf wartet, einen neuen Auftrag zu bekommen.

[0111] In vielen Herstellungsverfahren für chemische Produkte kann es zweckmässig oder sogar erforderlich sein, dass der Inhalt der Produktbehälter P auch zwischen den einzelnen Bearbeitungsstationen einer gewissen Behandlung unterzogen wird. Eine solche Behandlung kann z.B. ein Rühren, ein Wärmen oder Kühlen, eine Zugabe von festen, flüssigen oder gasförmigen Substanzen oder die Erzeugung bzw. Aufrechterhaltung eines bestimmten Drucks sein, wobei diese Aufzählung nicht abschliessend ist. Auch die Kombination von zwei oder mehreren der genannten und nicht explizit genannten Behandlungsformen kann von Vorteil sein.

[0112] Für solche Herstellungsverfahren sind die Transportvehikel bzw. Wagen der Anlage gemäss einer wichtigen Weiterbildung der Erfindung mit Behandlungsmitteln ausgestattet, um eine physikalische und/oder chemische Behandlung des Inhalts der auf den Transportvehikeln bzw. Wagen befindlichen Produktbehälter P bzw. deren Inhalte auf den Transportvehikeln selbst und speziell auch während der Bewegung der Transportvehikel durchzuführen. Die Fig. 12–20 zeigen schematisch Wagen W, die mit verschiedenen solchen Behandlungsmitteln ausgestattet sind. Alle Ausführungen gelten sowohl für schienengebundene als auch frei fahrende bzw. fliegende Transportvehikel.

[0113] In Fig. 12 ist ein Wagen W dargestellt, der einen einzigen Produktbehälter P aufnimmt. Der Wagen enthält ein Behandlungsmittel in Form eines Rührmittels 50, z.B. eines herkömmlichen Magnetrührers, wobei sich dessen eigentliches Rührorgan innerhalb des Produktbehälters P befindet. Es kann auch ein anderer Rührertyp vorgesehen sein. Die erforderliche elektrische Energie stellt der Wagen W z.B. durch eine eingebaute Stromquelle zur Verfügung. Alternativ kann die Stromversorgung auch über elektrische Kontakte auf der Schiene erfolgen. Die Kommunikation mit dem Behandlungsmittel (z.B. zum Steuern und/oder Überwachen eines Wertes) kann ebenfalls über elektrische Kontakte (Schleifkontakte) über das Schienensystem und/oder auch über drahtlose Methoden (Funk, Bluetooth, Infrarot-Sender/Empfänger, Laser, etc.) erfolgen. Drahtlose Methoden sind vor allem bei Anwendungen notwendig, die nicht über ein Schienensystem funktionieren (2-dimensional fahrende Wagen, 3-dimensional fliegende Drohnen), hilfreich oder sogar zwingend. Das Behandlungsmittel (z.B. Rührmittel) 50 kann autonom arbeiten oder ggf. auch unter der Kontrolle des zentralen Hauptsteuerungsrechners C und/oder der lokalen Steuerungsrechner der einzelnen Bearbeitungsstationen. Anstatt eines Rührmittels kann auch eine Schüttelvorrichtung oder andere Mittel zum Mischen von Substanzen als Behandlungsmittel vorgesehen sein.

[0114] Die Fig. 13 und 14 zeigen einen ähnlichen Wagen W wie Fig. 12, jedoch mit zwei bzw. sechs Rührmitteln 50 für zwei bzw. sechs Produktbehälter P.

[0115] Die Fig. 15 zeigt einen Wagen W, der mit Behandlungsmitteln in Form von zwei Heiz- oder Kühlmanschetten 60 für zwei Produktbehälter P ausgestattet ist. Der Wagen W kann dabei auch über eine Temperatursteuerung verfügen, die ggf. auch mit dem zentralen Hauptsteuerungsrechner C und/oder dem lokalen Steuerungsrechner der einzelnen Bearbeitungsstationen zusammenarbeiten kann. Die Heiz- bzw. Kühl- bzw. Temperierfunktion kann z.B. mittels Heizpatronen, Thermoelementen, Peltier-Elementen etc. realisiert sein. Der Wagen W stellt wiederum die dafür notwendige Energie zur Verfügung oder nimmt diese wie oben beschrieben über das Schienensystem auf.

[0116] In Fig. 16 ist ein Wagen W dargestellt, der neben zwei Rührmitteln 50 für zwei Produktbehälter P noch mit einem weiteren Behandlungsmittel in Form eines Gastanks 70 versehen ist, aus welchem ein Gas in die beiden Produktbehälter P eingeleitet werden kann. Das Gas kann bei geeigneter Ausbildung des Gastanks auch zur Druckkontrolle in den Produktbehältern P eingesetzt werden. Der Gastank 70 bildet somit ein Zufuhrmittel für Gas und ggf. auch ein Druckbeaufschlagungsmittel.

[0117] Die Fig. 17 zeigt einen Wagen W, der neben zwei Rührmitteln 50 für zwei Produktbehälter P noch mit einem weiteren Behandlungsmittel in Form von zwei Flüssigkeitsreservoirs 80 mit zugeordneten Pumpen 81 ausgestattet ist. Die Pumpen 81 fördern, ggf. unter der Kontrolle des zentralen Hauptsteuerungsrechners C, Flüssigkeit in die beiden Produktbehälter P. Die Flüssigkeitsreservoirs 80 bilden Zufuhrmittel für ein flüssiges Medium. Sinngemäss können auch Zufuhrmittel für feste Substanzen vorgesehen sein. Die Flüssigkeits-Reservoirs (oder andernorts Gasreservoirs) können dabei entweder ständig auf dem Wagen W gelagert werden oder aber auch an speziell dafür ausgebildeten Bearbeitungsstationen in die entsprechenden Reservoirs getankt werden.

[0118] Die Fig. 18 zeigt einen Wagen W mit zwei Produktbehältern P, wobei auf dem Wagen W Behandlungsmittel in Form von zwei Rührmitteln 50, zwei Heiz- oder Kühlmanschetten 60 und zwei Flüssigkeitsreservoirs 80 mit zwei diesen zugeordneten Pumpen 81 vorhanden sind. Eine Anlage mit Wagen, die mit einer solchen Kombination von Behandlungsmitteln ausgestattet sind, ist praktisch für jeden denkbaren Einsatzfall geeignet und die entsprechenden Bearbeitungsmittel können in jeder beliebigen Kombination eingesetzt werden.

[0119] Die Fig. 19 zeigt einen Wagen W, der als zusätzliches Behandlungsmittel einen eigenen Roboterarm 90 beinhaltet, mit dem direkt während der Fahrt des Wagens W auf diesem, z.B. mittels eines am Roboterarm 90 angebrachten Greifers 91, manipuliert werden kann. Auch dieser Roboterarm (oder eine Vielzahl davon) kann entsprechend mit einem oder mehreren anderen Bearbeitungsmitteln und/oder einem oder einer Vielzahl von Probenbehältern etc. kombiniert werden.

[0120] Die Fig. 20 schliesslich zeigt einen Wagen W, der sowohl mit einem Produktebehälter P als auch mit einem dazugehörigen Testsubstrat F bestückt ist.

[0121] Durch die erfindungsgemässe Ausstattung der Wagen mit Behandlungsmitteln für die auf ihnen angeordneten Produktbehälter bzw. deren Inhalte wird gewissermassen eine Anlage mit sich bewegenden Reaktoren (sozusagen eine mobile Bearbeitungsstation) realisiert, die sehr flexibel ist und an unterschiedlichste Herstellungsarbeitsflüsse anpassbar ist.

[0122] Die Abarbeitung der Bearbeitungsschritte in den einzelnen Bearbeitungsstationen erfolgt normalerweise im Stillstand der Transportvehikel. Es ist jedoch grundsätzlich auch möglich, je nach Art der Bearbeitung, das Transportvehikel nicht anzuhalten bzw. die Bearbeitung während der Durch- oder Vorbeifahrt des Transportvehikels durch eine bzw. an einer Behandlungsstation durchzuführen.

[0123] Die im Hauptsteuerungsrechner gespeicherten, den Wagen zugeordneten Prozesssteuerungsinformationen umfassen auch Informationen betreffend der auf den Wagen während deren Bewegung durchzuführenden Behandlungsschritte, welche auch wieder wie oben beschrieben Wenn-Funktionen enthalten können, was die Flexibilität enorm und oft entscheidend steigert. Die Prozesssteuerungsinformationen funktionieren sozusagen wie ein «Rezept», aufgrund dessen ein gewünschtes Produkt/eine gewünschte Probe mit gewünschten Parametern hergestellt resp. bearbeitet wird. (Beispiel: Das Rezept eines Zielprodukts enthält die Zielmengen aller während des Prozessworkflows dieses Produkts zu dosierenden Substanzen).

[0124] Gemäss einer vorteilhaften Ausgestaltung ist die erfindungsgemässe Anlage so konzipiert, dass die vorstehend ausführlich beschriebenen Elemente (Transportsystem, Bearbeitungsstationen, ...) auch hardwaremässig modular aufgebaut sind, wobei ein Hardware-Modul jeweils eine oder mehrere Funktionen des Bearbeitungszyklus bearbeiten kann. Diese Module sind dabei so gebaut, dass sie frei miteinander kombinierbar sind, und bei Bedarf auch ausgetauscht werden können. Zu diesem Zweck sind zum Beispiel bei schienenbasierten Anlagen die Schienenabschnitte eines Moduls/einer Bearbeitungsstation so angeordnet, dass sie direkt an die Schienenabschnitte benachbarter Module anschliessen und diese somit verbinden. Eine Anlage für die Mischung von Farbproben könnte somit zum Beispiel ein Lager-Modul enthalten, aus dem frische Produktbehälter entnommen und auf den Wagen der Anlage abgelegt werden können, daran angehängt wäre ein weiteres Modul, in dem die Deckel der Produktebehälter abgeschraubt werden können, darauf folgte ein Modul, in dem die Produktebehälter mit verschiedenen Flüssigkeiten befüllt werden können, etc. Der Aufbau einer Anlage aus solchen Modulen ist somit sehr flexibel und optimal an Kundenwünsche anpassbar, und erlaubt den einfachen Austausch einzelner Module oder spätere Erweiterungen mit neuen Modulen, wenn gewünscht oder erforderlich.

[0125] Durch die unbeschränkte Kombinierbarkeit von sequentiellen und/oder batchweisen bzw. parallelen und/oder gestaffelten Verfahrensweisen kann einem der Hauptprobleme der Prozessautomation, dem sogenannten Scheduling, weitestgehend begegnet werden.

[0126] Die Transportvehikel bilden unabhängige mobile Einheiten, die verschiedene Bearbeitungsstationen anfahren können und vorzugsweise auch eine oder mehrere eigene Funktionalitäten (Behandlungsmittel) an Bord haben.

[0127] Die Transportvehikel können, da sie unabhängige mobile Einheiten bilden, beliebig aus dem Arbeitsfluss herausgenommen oder in diesen eingeschleust werden.

[0128] Mit der erfindungsgemässen Anlage kann jeder Produktbehälter mittels einer Vielzahl selbstfahrender Wagen von Bearbeitungsstation zu Bearbeitungsstation transportiert und in jeder Bearbeitungsstation bearbeitet werden (Der Wagen meldet sich bei der Station an und wird entsprechend bedient). Dabei wird der Weg jeder einzelnen Probe bzw. jedes Produkts durch die für diese Probe/dieses Produkt relevanten Stationen der Anlage automatisch gewählt oder ein Verarbeitungsschritt wird einfach ausgelassen, falls er für die entsprechende Probe bzw. das entsprechende Produkt nicht notwendig ist.

[0129] Dabei ist es möglich, dass mehr als nur ein Produktbehälter auf einem einzelnen der vielen Wagen der Anlage transportiert wird, welche Produktbehälter dann (bezogen auf diese Produktgefässgruppe bzw. diesen Wagen) parallel abgearbeitet werden, während die unterschiedlichen Wagen wiederum sequentiell durch die ganze Bearbeitungs- bzw. Produktionsanlage bewegt und abgearbeitet werden.

[0130] Den Wagen kann ein Workflow mit vollautomatischen Verzweigungsmöglichkeiten aufgetragen werden, welche es erlauben, eine enorme Flexibilität in vollautomatische Forschungs- und Entwicklungssysteme zu bringen.

[0131] Die erfindungsgemässe Anlage ermöglicht es, einzelne, z.B. viel Zeit beanspruchende Bearbeitungsschritte aus dem eigentlichen Workflow «auszulagern», indem etwa Probe/Produkte oder die diese transportierenden Wagen in eine Station abgezweigt werden können, in der zeitintensive Prozessschritte abgearbeitet werden können, ohne dass nachfolgende Wagen mit Proben/Produkten, die diesen zeitintensiven Schritt (noch) nicht benötigen, von der ausgelagerten Probe durch ihren zeitintensiven Schritt behindert werden. In der Anlage können eine Vielzahl von Proben/Produkten gleichzeitig oder zumindest gestaffelt diese zeitintensiven Prozesse parallel abarbeiten und dazu in eine Art Lager/Bearbeitungsstation gegeben werden, aus der sie dann nach Beendigung des zeitintensiven Prozessschrittes wieder zurück in den eigentlichen sequentiellen Workflow eingegliedert werden können. Umgekehrt können Bearbeitungsstationen bei hoher «Belastung» verdoppelt oder vermehrfacht werden, sodass die Anlage in der Lage ist, sowohl relativ lange dauernde und

parallel durchzuführende Prozesse als auch relativ kurze, aber sehr häufig benötigte Prozesse gleichermassen effizient und flexibel abzuwickeln.

[0132] Mit der erfindungsgemässen Anlage ist es auch möglich, dass die Proben/die Produkte auf einem Wagen in einem späteren Schritt auf zwei oder mehrere Proben/Produkte/Wagen aufgesplittet werden, die dann jeweils einen eigenen, unterschiedlichen Prozessweg gehen. Beispielsweise wird eine erste Unter-Probe aufgetragen und getestet, eine zweite Unter-Probe wird für eine Ruhe-/Alterungsphase ausgelagert, um später wieder in den Prozesszyklus eingeführt und wie die erste Unter-Probe, aber mit einem zeitlichen Unterschied weiterbearbeitet zu werden. In einem anderen Beispiel wird eine erste Probe für spätere Tests auf ein Substrat gesprüht und eine zweite Probe für einen anderen Test auf ein anderes Substrat aufgerakelt.

[0133] Umgekehrt erlaubt die Anlage auch, zwei oder mehrere Produkte/Proben, die aus möglicherweise unterschiedlichen Teil-Workflows kommen, zusammenzuführen und dann in einem gemeinsamen Prozessweg weiterzuführen. Beispielsweise wird eine erste Probe aus einem ersten Prozesszyklus mit einer zweiten Probe aus einem zweiten Prozesszyklus kombiniert, die beiden Proben werden vermischt und dann als dritte Probe in einem dritten Prozesszyklus weiter verarbeitet.

[0134] Die erfindungsgemässe Anlage erlaubt es auch, Transportvehikel mit hoher Priorität auf den Weg zu schicken oder zwischen verschiedenen Bearbeitungsstationen einzuführen resp. später wieder abzuzweigen/aus dem Zyklus zu entnehmen. Dabei kann die Prozesssteuerungsinformation der Prioritäts-Wagen deren abzufahrenden Pfad und Workflow so beeinflussen, dass die Prioritäts-Wagen nicht oder zumindest nur eingeschränkt von den regulären Wagen normaler Priorität behindert werden.

[0135] Im Folgenden wird anhand der Fig. 22 und 23 beispielsweise erläutert, wie die Prozesssteuerungsinformationen (Rezepte) I in der erfindungsgemässen Anlage verwendet und auch während des Bearbeitungsprozesses angepasst werden können.

[0136] Zudem wird dargelegt, wie aus einem abgeschlossenen (abgearbeitetem) Rezept (resp. einem abgeschlossenen Experiment) ein neues, angepasstes Rezept/Experiment generiert werden kann. Hierbei wird von einem beispielsweise, in Fig. 22 als Flussdiagramm dargestellten Bearbeitungsprozess (Beispielworkflow) ausgegangen, bei dem mehrere Substanzen miteinander vermischt werden, die Viskosität des Gemischs überprüft und allenfalls nachkorrigiert wird, das Gemisch auf ein Substrat appliziert und schliesslich getestet wird. Zweck dieses beispielsweise Bearbeitungsprozesses ist es, zu überprüfen, in welchem Mischverhältnis Substanzen wie z.B. Farbpasten miteinander vermischt werden müssen, um einen vom Kunden gewünschten Farbton zu erhalten.

[0137] Die Fig. 23 zeigt eine Liste 300 von Rezepten, sozusagen als Ausschnitt aus der die Prozesssteuerungsinformationen I beinhaltenden Datenbank. Die Kopfzeile der Liste beschreibt den Inhalt der Datenspalten, die unteren Zeilen zeigen einzelne Rezepte und somit einzelne Bearbeitungsprozesse oder Experimente auf. Diese Rezepte enthalten alle wichtigen Informationen, die zur Durchführung des Experiments benötigt werden, beinhalten aber auch Resultate, die die Beurteilung des Experiments erlauben.

[0138] Von den sechs aufgelisteten Beispielsrezepten sind zwei (A-123-1 und A-124-1) bereits abgeschlossen, die anderen sind noch in Bearbeitung (A-125-1 und A-126-1) oder noch nicht einmal gestartet (A-127-1 und A-124-2). Die erste Spalte der Liste beinhaltet eine eindeutige Identifikation des Rezepts (Rezept-ID), die zweite Spalte den Status eines Rezepts («Abgeschlossen», «In Bearbeitung», ...). Weitere Spalten zeigen die Substanzen, die während des Prozesses zudosiert werden sollen, sowie deren Zielgewichte und tatsächlich zudosierten Mengen. Eine letzte Spalte «Messresultate» zeigt das Endresultat der Messung und somit des Experiments auf. Leere Felder zeigen, dass der dazugehörige Bearbeitungsschritt noch nicht abgeschlossen und somit noch kein Resultat verfügbar ist.

[0139] Die Fig. 22 stellt sehr schematisch und vereinfacht eine entsprechende Anlage mit acht Bearbeitungsstationen 301–308 dar, die durch ein durch Pfeile symbolisiertes Transportsystem 320 miteinander verbunden sind. Kreise 321–324 stellen Weichen des Transportsystems 320 dar. Aufgrund der Natur der Anlage kann das Schema der Fig. 22 auch als Flussdiagramm verstanden werden, welches die möglichen Wege eines Transportvehikels oder Wagens durch die Anlage sowie die dazugehörigen Entscheidungen darstellt.

[0140] Im Folgenden sind einige Beispiele erklärt, die das Zusammenspiel zwischen Rezept und Anlage verdeutlichen sollen:

[0141] Ein typischer Prozesszyklus beginnt bei Station 301: Ein leerer Wagen (nicht dargestellt) fährt ein und wird anhand seiner Identifikationsinformation erkannt und ihm wird durch den Steuerrechner der Station ein neues Rezept aus der Datenbank zugeteilt. Die Information über die Zuweisung kann zudem auf einer Datenbank hinterlegt werden, welche die Zuteilungen aller auf der Anlage gerade befindlichen Wagen temporär zwischenspeichert und für alle Stationen zur Verfügung stellt (z.B. «Wagen 1: Rezept A-125-1», «Wagen 2: leer», ...). Zudem wird ein leerer Produktebehälter auf dem Wagen abgelegt und der Wagen dann weitergesendet.

[0142] Sobald der Wagen in Station 302 ankommt, wird er vom lokalen Steuerrechner der Station 302 identifiziert, und es wird geprüft, welches Rezept dem Wagen zugeteilt ist und ob anhand des dem Wagen zugewiesenen Rezepts ein Bearbeitungsschritt notwendig ist (hier: Dosierung von Substanzen S1 und/oder S2). Die benötigten Bearbeitungsschritte

werden durchgeführt und deren Resultate (hier: tatsächlich dosierte Mengen von Substanzen S1 resp. S2) werden im Rezept gespeichert. Die Station 302 sendet den Wagen dann weiter.

[0143] In der Station 303 angekommen wird der Wagen wiederum analog den Vorgängen in Station 302 identifiziert, bearbeitet und weitergesendet. In der Station 304 werden die in den Stationen 302 und 303 zugegebenen Substanzen im Produktebehälter miteinander vermischt.

[0144] In der folgenden Station 305 wird die Viskosität des Gemisches gemessen (Die Viskosität ist in diesem Zusammenhang ein wichtiger Parameter, der aufzeigt, ob das Gemisch erfolgreich auf ein Testsubstrat appliziert werden kann.). Hier entscheidet nun der lokale Steuerungsrechner der Station 5, ob die gemessene Viskosität mit vordefinierten Toleranzen übereinstimmt oder nicht, und speichert diese Information in das Rezept (Spalte Status: «Viskosität OK», «Viskosität schlecht, aber korrigierbar», «Viskosität schlecht und nicht korrigierbar»). Diese Information wird zudem als Entscheidungs-Code direkt auf dem Wagen gespeichert (analog der Identifikationsinformation des Wagens, z.B. 1 für «OK», 2 für «korrigierbar», 3 für «nicht korrigierbar»). Anschliessend wird der Wagen wiederum weitergesendet.

[0145] Der Wagen fährt nun an eine Weiche 322, bei der ein nicht dargestellter Sensor den auf dem Wagen gespeicherten Entscheidungs-Code ausliest und die Weiche automatisch schaltet, je nachdem, welche Information gespeichert ist: Bei Code = 1 («Viskosität OK») lenkt die Weiche 322 den Wagen zur nächsten Bearbeitungsstation 306 weiter, in der das Gemisch für den späteren Test appliziert wird. Bei Code = 2 («Viskosität schlecht, aber korrigierbar») oder Code = 3 («Viskosität schlecht und nicht korrigierbar») führt die Weiche den Wagen auf einen anderen Abschnitt des Transportsystems. Dort kommt der Wagen an eine weitere Weiche 323, an der analog zur vorhergegangenen Weiche 322 aufgrund des Entscheidungs-Codes entschieden wird, ob der Wagen zur Station 302 gesendet werden soll (Code = 2), wo aufgrund des nun angepassten Rezepts zusätzlich Substanzen zudosiert werden und somit die Viskosität angepasst werden kann, oder ob der Wagen zur Station 301 gesendet werden soll (Code = 3), wo das erfolglose, nicht korrigierbare Rezept verworfen wird, der Produktbehälter entfernt wird und dem Wagen ein neues frisches Rezept zugeordnet werden kann.

[0146] Im Falle, dass die Viskosität ok ist und der Wagen zu Station 306 weitergesendet wurde, wird er dort wiederum bearbeitet (Applikation des Gemisches auf ein Testsubstrat und Ablegen des Testsubstrats auf dem Wagen), zu einer Station 307 weitergesendet, wo das Testsubstrat getrocknet wird, bis er schliesslich zur Teststation 308 kommt, in der das auf das Testsubstrat applizierte und getrocknete Produkt getestet wird (z.B. Messung der Farbe). Aufgrund des Testresultats entscheidet der lokale Steuerungsrechner der Station 308, ob die Abmischung den geforderten Kriterien entspricht oder nicht. Auch diese Information wird im Rezept gespeichert (Spalte «Messresultat»). Falls das Produkt als OK eingestuft wurde, wird der Wagen einfach weitergesendet und in Station 301 wieder entladen und steht dann dort für ein neues Rezept zur Verfügung. Falls das Messresultat aber schlecht ist (gemessener Farbton entspricht nicht den Erwartungen), kann die Software des lokalen Steuerungsrechners aufgrund der neuen gesammelten Informationen ein neues Rezept mit leicht geänderten Zusammensetzungen (industrieller Standard, bedarf für den Spezialisten keiner weiteren Erläuterungen) erstellen und dies in die Datenbank im Hauptsteuerungsrechner C einspeisen. Dieses neue Rezept wird dann ebenfalls abgearbeitet. In der in Fig. 23 dargestellten Liste 300 zeigen die Rezepte A-124-1 und A-124-2 eben ein solches Beispiel auf: Aufgrund Rezept A-124-1 wurde ein Farbgemisch aus Substanzen S1, S3 und S5 hergestellt, appliziert und getestet. Es wurde als schlecht beurteilt und es wurde ein neues Rezept A-124-2 (bemerke neuen Index an letzter Stelle) mit leicht angepassten Mengen der Substanzen S1, S3 und S5 erstellt und eingespeist. Dieses Rezept wird dann später abgemischt, appliziert, getestet und beurteilt – und je nach neuem Resultat wiederum entweder als nun OK befunden oder weiter angepasst und als drittes Rezept eingespeist.

[0147] In den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen der erfindungsgemässen Anlage sind die verschiedenen Bearbeitungsstationen implizit als selbständig bzw. automatisch arbeitend angenommen. Selbstverständlich und sogar vorteilhafterweise kann die erfindungsgemässe Anlage aber auch mit einer oder mehreren «manuellen» Bearbeitungsstation/en ausgestattet sein. Das kann z.B. eine Bearbeitungsstation sein, vor der ein Transportvehikel wartet, bis eine Person einen Knopf drückt, das Transportvehikel dann in die Station einfährt, und dann die Person z.B. eine manuelle Inspektion vornimmt und z.B. einen Wert in den Prozessrechner eingibt, welcher der Probe oder den Proben auf dem Transportvehikel zugeordnet wird oder einfach bestehende Daten anreichert. Der Wert kann dabei je nach Programm analog den Ausführungen weiter oben auch den weiteren Verlauf (den weiteren Workflow) des Transportvehikels resp. der Probe bestimmen. Diese Möglichkeit von mit Personen besetzten Bearbeitungsstationen erhöht die Flexibilität der Anlage enorm, weil z.B. so auch Workflows weitgehend automatisiert werden können, welche einen Bearbeitungsschritt enthalten, welcher entweder nicht oder nicht wirtschaftlich automatisiert werden kann oder ein solcher Schritt z.B. nur selten eingesetzt wird.

Patentansprüche

1. Anlage zur Durchführung eines Bearbeitungsprozesses mit mindestens zwei Bearbeitungsstationen (1–11; 1–12; 1–20; 21–24; 201–206), mit mindestens einem selbstfahrenden Transportvehikel (W; W'; W'') zum Transport eines zu bearbeitenden Objekts (P; F) zu den Bearbeitungsstationen (1–11; 1–12; 1–20; 21–24; 201–206), wobei die Bearbeitungsstationen (1–11; 1–12; 1–20; 21–24; 201–206) dazu ausgebildet sind, das vom Transportvehikel (W; W'; W'') bereitgestellte Objekt (P; F) jeweils mindestens einem Bearbeitungsschritt zu unterziehen, dadurch gekennzeichnet, dass die Anlage einen zur Kommunikation mit den Bearbeitungsstationen (1–11; 1–12; 1–20; 21–24; 201–206) und dem mindestens einen Transportvehikel (W; W'; W'') ausgebildeten Hauptsteuerungsrechner (C) aufweist, dass das

mindestens einen Transportvehikel (W; W'; W'') zur Speicherung einer vom Hauptsteuerungsrechner (C) bereitgestellten individuellen Identifikationsinformation (ID) ausgebildet ist, dass der Hauptsteuerungsrechner (C) Prozesssteuerungsinformationen (I) zur Verfügung stellt, die beschreiben, welchen Bearbeitungsschritten ein Objekt (P; F) unter welchen Bedingungen in welcher Reihenfolge zu unterziehen und zu welchen Bearbeitungsstationen das Objekt (P; F) dazu von dem mindestens einen Transportvehikel (W; W'; W'') zu transportieren ist, dass der Hauptsteuerungsrechner (C) dazu ausgebildet ist, der Identifikationsinformation (ID) des mindestens einen Transportvehikels (W; W'; W'') eine individuelle Prozesssteuerungsinformation (I) zuzuordnen, und dass die Bearbeitungsstationen (1–11; 1–12; 1–20; 21–24; 201–206) dazu ausgebildet sind, die Identifikationsinformation (ID) des sie anfahrenden Transportvehikels (W; W'; W'') zu erkennen und anhand der dieser Identifikationsinformation (ID) individuell zugeordneten Prozesssteuerungsinformation (I) die Bearbeitung des auf dem Transportvehikel (W; W'; W'') bereitgestellten Objekts (P; F) vorzunehmen.

2. Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Bearbeitungsstationen (1–11; 1–12; 1–20; 21–24; 201–206) lokale Steuerungsrechner (R2–R12) aufweisen, welche dazu ausgebildet sind, die in den Bearbeitungsstationen durchzuführenden Bearbeitungsschritte zu steuern und mit dem Hauptsteuerungsrechner (C) zu kommunizieren.
3. Anlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die lokalen Steuerungsrechner (R2–R12) der Bearbeitungsstationen (1–11; 1–12; 1–20; 21–24; 201–206) dazu ausgebildet sind, die einer Identifikationsinformation (ID) zugeordnete Prozesssteuerungsinformation (I) durch den Status und/oder das Resultat der jeweils durchgeführten Bearbeitungsschritte zu aktualisieren, wobei dann die aktualisierte Prozesssteuerungsinformation alle ggf. folgenden Bearbeitungsschritte bestimmt.
4. Anlage nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie ein die Bearbeitungsstationen (1–11; 1–12; 1–20; 21–24) verbindendes Schienensystem (S) aufweist und dass das mindestens eine Transportvehikel als schienengebundener vor- und rückwärtsfahrender Wagen (W) ausgebildet ist.
5. Anlage nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Schienensystem (S) mindestens eine zu unterschiedlichen Bearbeitungsstationen führende Weiche (V) aufweist.
6. Anlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Wagen (W) zur Speicherung eines vom Hauptsteuerungsrechner (C) bereitgestellten Entscheidungs-Codes (GID) betreffend der von dem Wagen an einer Weiche einzuschlagenden Richtung ausgebildet ist, und dass die Weiche (V) dazu ausgebildet ist, den Entscheidungs-Code (GID) eines sich nähernden Wagens (W) zu erkennen und den Wagen (W) in die durch den erkannten Entscheidungs-Code (GID) bestimmte Richtung zu lenken.
7. Anlage nach einem der Ansprüche 4–6, dadurch gekennzeichnet, dass das Schienensystem (S) Weichen (V, Z) umfasst, mittels welcher es in zwei oder mehrere nebeneinander verlaufende Abschnitte unterteilbar ist und diese Abschnitte wieder zusammengeführt werden können.
8. Anlage nach einem der Ansprüche 1–3, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Transportvehikel ein im zweidimensionalen Raum frei fahrender Wagen (W') ist und dazu ausgebildet ist, die Bearbeitungsstationen (201–206) selbsttätig nach Massgabe der ihm zugeordneten, gegebenenfalls aktualisierten Prozesssteuerungsinformationen (I) anzufahren.
9. Anlage nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie zwei oder mehrere Transportebenen (115, 116) mit darauf angeordneten Bearbeitungsstationen (101–107) sowie mindestens eine Hubeinrichtung (Sc) zur Bewegung des mindestens einen Transportvehikels (W) zwischen den Transportebenen (115, 116) aufweist.
10. Anlage nach einem der Ansprüche 1–3, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Transportvehikel ein sich frei im dreidimensionalen Raum bewegendes Fluggerät (W'') ist und dazu ausgebildet ist, die Bearbeitungsstationen (1–11; 1–12; 1–20; 21–24; 201–206) selbsttätig nach Massgabe der ihm zugeordneten, gegebenenfalls aktualisierten Prozesssteuerungsinformationen (I) anzufliegen.
11. Anlage nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine der Bearbeitungsstationen (1–11; 1–12; 1–20; 21–24; 201–205) zur sequentiellen, zeitlich gestaffelten oder gleichzeitigen Durchführung eines oder mehrerer identischer oder unterschiedlicher Bearbeitungsschritte an ihr über das mindestens eine Transportvehikel (W; W'; W'') zugeführten Objekten ausgebildet ist.
12. Anlage nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine der Bearbeitungsstationen (12–15) zur batchweisen oder gestaffelten Durchführung mindestens eines Bearbeitungsschritts ausgebildet ist.
13. Anlage nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Transportvehikel (W; W'; W'') dazu ausgebildet ist, selbständig aus einer Gruppe von gleichen oder verschiedenen Bearbeitungsstationen (1–11; 1–12; 1–20; 21–24; 201–206) eine ausgewählte Bearbeitungsstation anzufahren.
14. Anlage nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie dazu ausgebildet ist, dass unterschiedliche Objekte (P, F) in unterschiedlichen Bearbeitungsstationen (1–11; 1–12; 1–20; 21–24; 201–206) gleichzeitig bearbeitet werden können.

15. Anlage nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie dazu ausgebildet ist, dass im Durchschnitt vergleichbare Bearbeitungsdauern je Bearbeitungsstation (1–11; 1–12; 1–20; 21–24; 201–206) erreicht werden.
16. Anlage nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Transportvehikel (W; W'; W'') mit Behandlungsmitteln (50–91) versehen ist, um eine physikalische und/oder chemische Behandlung des auf mindestens einem Transportvehikel (W) befindlichen Objekts (P; F) durchzuführen.
17. Anlage nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die vom, Hauptsteuerungsrechner (C) zur Verfügung gestellte, dem mindestens einen Transportvehikel (W; W'; W'') individuell zugeordnete Prozesssteuerungsinformation (I) auch Informationen betreffend auf dem mindestens einen Transportvehikel (W; W'; W''), insbesondere während dessen Bewegung, durchzuführender Behandlungsschritte umfasst und dass die Behandlungsmittel (50–91) dazu ausgebildet sind, die durch sie durchzuführenden Behandlungsschritte nach Massgabe der dem mindestens einen Transportvehikel (W; W'; W'') zugeordneten Prozesssteuerungsinformation (I) vorzunehmen.
18. Anlage nach einem der Ansprüche 16–17, dadurch gekennzeichnet, dass die Behandlungsmittel Rührmittel (50) umfassen.
19. Anlage nach einem der Ansprüche 16–18, dadurch gekennzeichnet, dass die Behandlungsmittel Heiz- oder Kühlmittel (60) umfassen.
20. Anlage nach einem der Ansprüche 16–19, dadurch gekennzeichnet, dass die Behandlungsmittel Zufuhrmittel (70, 80) zur Zugabe von festen, flüssigen oder gasförmigen Substanzen in ein als Produktbehälter (P) ausgebildetes Objekt umfassen.
21. Anlage nach einem der Ansprüche 16–20, dadurch gekennzeichnet, dass die Behandlungsmittel Druckbeaufschlagungsmittel (70) für ein als Produktbehälter (P) ausgebildetes Objekt umfassen.
22. Anlage nach einem der Ansprüche 16–21, dadurch gekennzeichnet, dass die Behandlungsmittel einen oder mehrere Roboterarme zur Manipulation von Objekten auf dem mindestens einen Transportvehikel (W; W'; W'') umfassen.
23. Anlage nach einem der Ansprüche 16–22, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Transportvehikel (W; W'; W'') zur Aufnahme von zwei oder mehreren als Produktbehälter (P) und/oder Proben (F) ausgebildete Objekte ausgebildet ist, und dass die Behandlungsmittel (50–91) zur physikalischen und/oder chemischen Behandlung der Inhalte aller auf dem mindestens einen Transportvehikel (W; W'; W'') befindlichen Produktbehälter (P) und/oder Proben (F) ausgebildet sind.
24. Anlage nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Transportvehikel (W; W'; W'') zur Aufnahme mindestens eines als Reaktor (P) ausgebildetes Objekt ausgebildet ist, in dem eine chemische Reaktion oder eine Formulierung oder eine biologische Reaktion durchgeführt werden kann.
25. Anlage nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie zur Herstellung und/oder zum Applizieren und/oder zum Testen eines chemischen Produkts ausgebildet ist, wobei die Bearbeitungsstationen (1–11; 1–12; 1–20; 21–24; 201–206) zur Durchführung von Herstellungsschritten und/oder Applikationsschritten und/oder Testschritten als Bearbeitungsschritte ausgebildet sind.
26. Anlage nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Transportvehikel als mobile Reaktor- oder Formulierungseinheit ausgebildet ist, welche verschiedene Bearbeitungsstationen (1–11; 1–12; 1–20; 21–24) anfahren kann und mit eigenen Mitteln (50–91) zur chemischen und/oder physikalischen Behandlung des Inhalts eines mitgeführten als Reaktions- oder Formulierungsbehälter (P) ausgebildeten Objekts ausgestattet ist.
27. Anlage nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Bearbeitungsstation zur manuellen Auslösung oder Durchführung eines oder mehrerer Bearbeitungsschritte/s ausgebildet ist.
28. Verfahren zur Durchführung eines Bearbeitungsprozesses mit einer Anlage nach Anspruch 1, wobei mittels mindestens eines selbstfahrenden Transportvehikels (W; W'; W'') zu bearbeitende Objekte (P, F) zwischen zwei oder mehreren Bearbeitungsstationen (1–11; 1–12; 1–20; 21–24; 201–206) verkehren, in denen die Objekte Bearbeitungsschritten unterzogen werden, wobei
 - das mindestens eine Transportvehikel (W; W'; W'') eine individuelle Identifikationsinformation (ID) und eine individuelle Prozesssteuerungsinformation (I) bezüglich zu tätiger und bereits getätigter Bearbeitungsschritte der transportierten Objekte von einem Hauptsteuerungsrechner (C) erhält resp. an diesen zurücksendet;
 - das mindestens eine Transportvehikel (W; W'; W'') aufgrund der ihm zugeordneten Prozesssteuerungsinformation (I) selbstständig die jeweils nächste Bearbeitungsstation (1–11; 1–12; 1–20; 21–24; 201–206) anfährt, in der der nächste jeweils für den laufenden Bearbeitungsprozess notwendige Bearbeitungsschritt durchgeführt wird; und
 - die verschiedenen Bearbeitungsschritte in den unterschiedlichen Bearbeitungsstationen (1–11; 1–12; 1–20; 21–24; 201–206) sequenziell nacheinander und/oder parallel/gleichzeitig und/oder zeitlich gestaffelt abgewickelt werden.
29. Verfahren nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass Prozesssteuerungsinformationen (I) im Bedarfsfall während des Bearbeitungsprozesses in Abhängigkeit ursprünglich vorliegender und/oder während den bereits absolvierten Bearbeitungsschritten angefallener Daten und/oder aufgrund externer Eingaben angepasst werden, um den Bearbeitungsprozess während dessen Abarbeitung zu verändern.

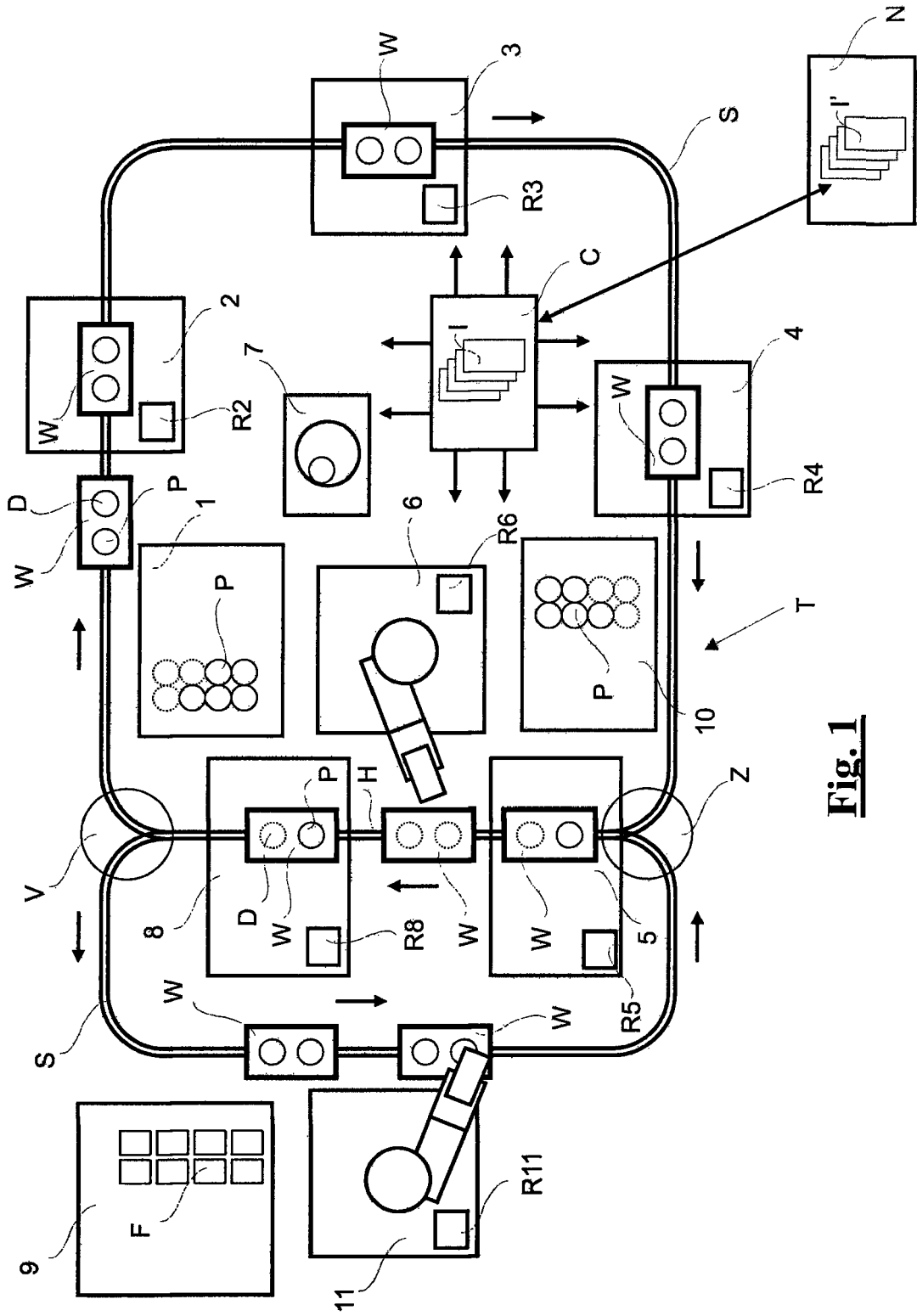


Fig. 1

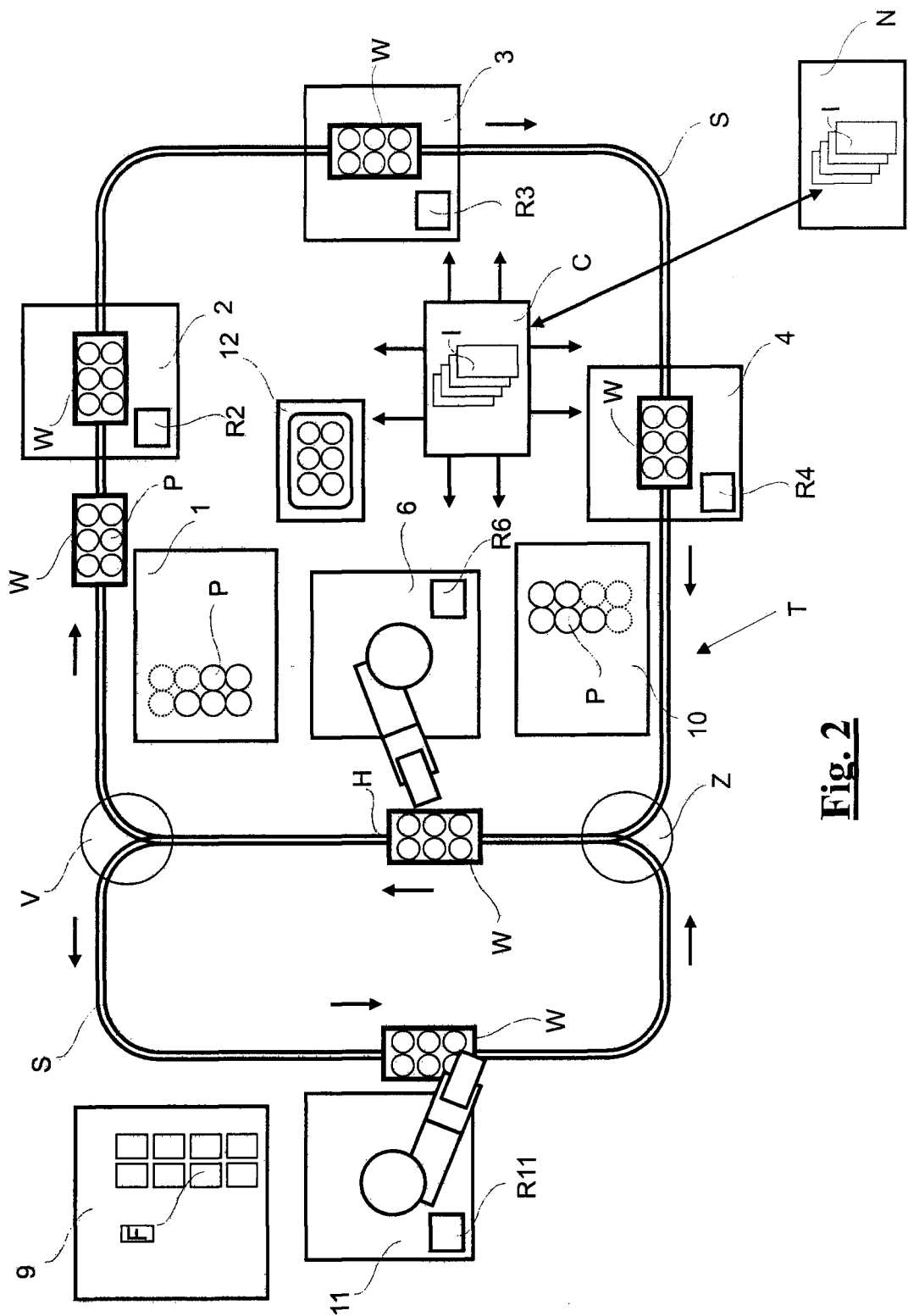


Fig. 2

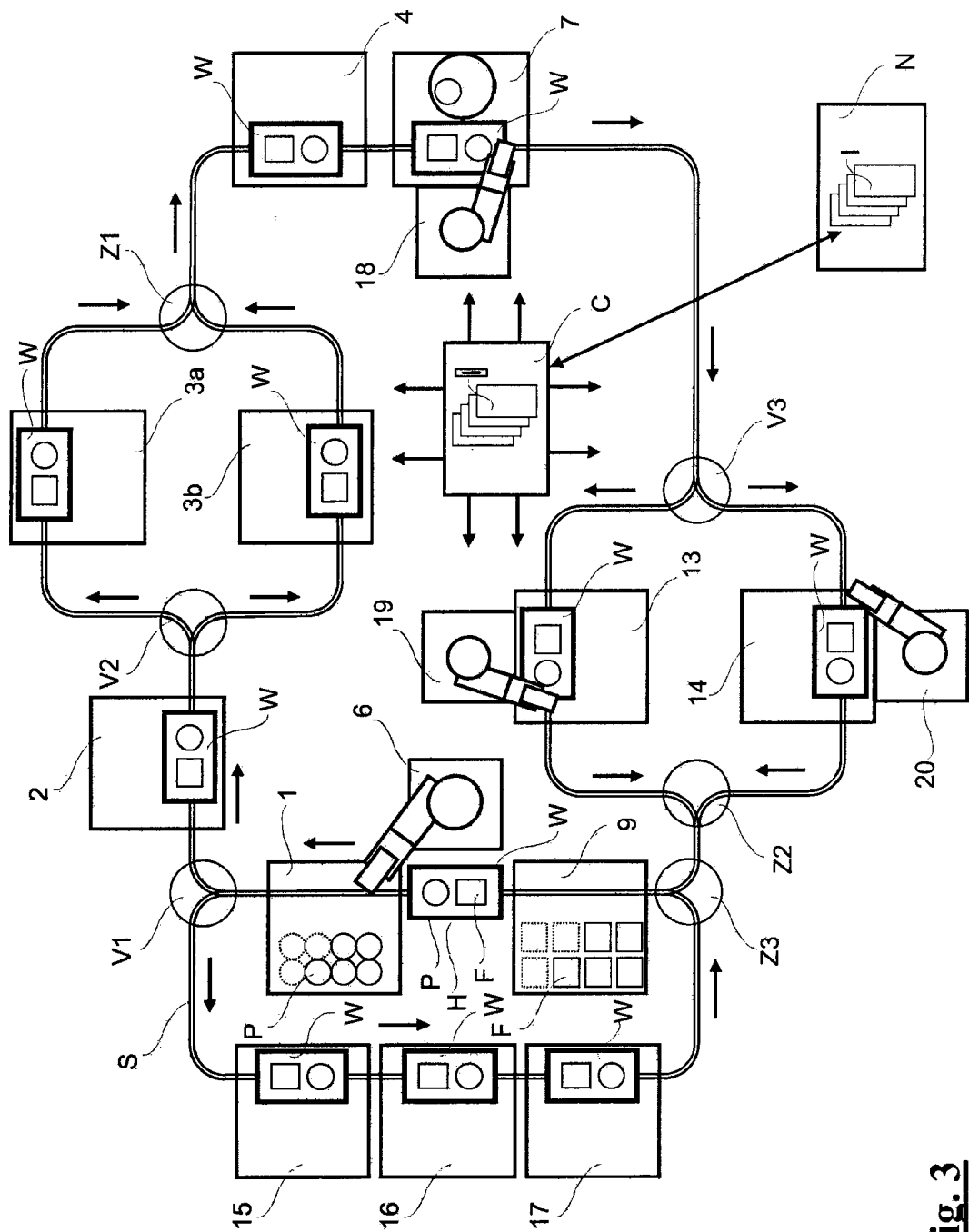


Fig. 3

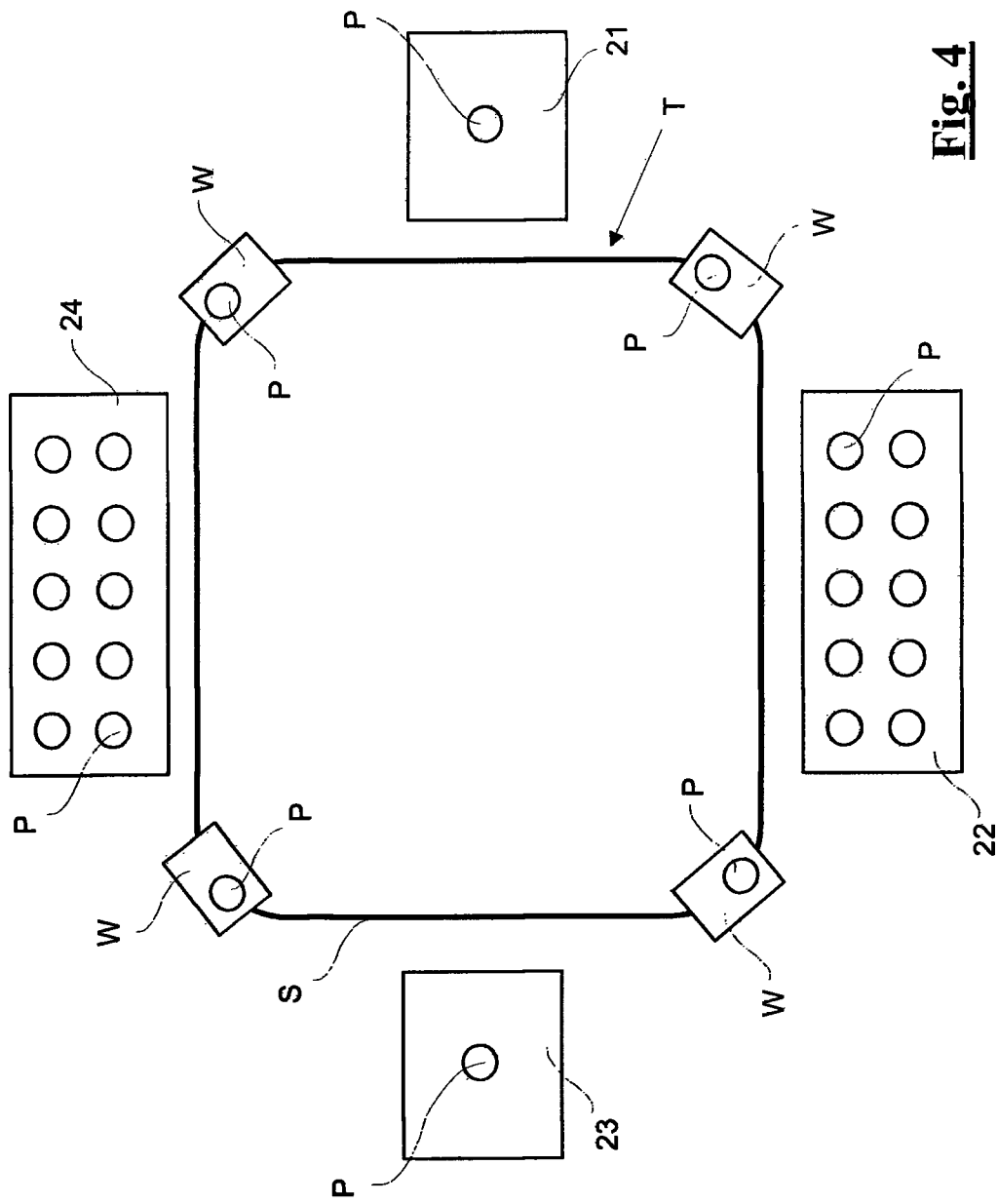


Fig. 4

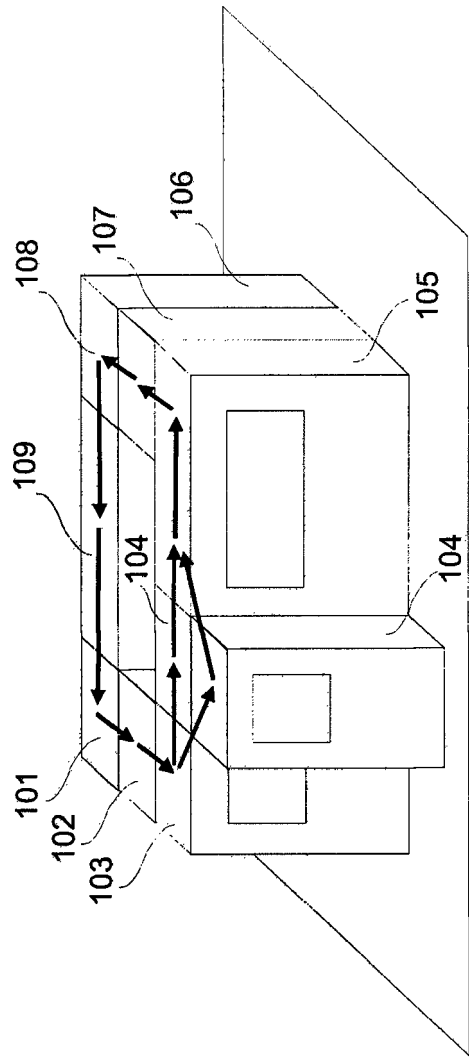


Fig. 5

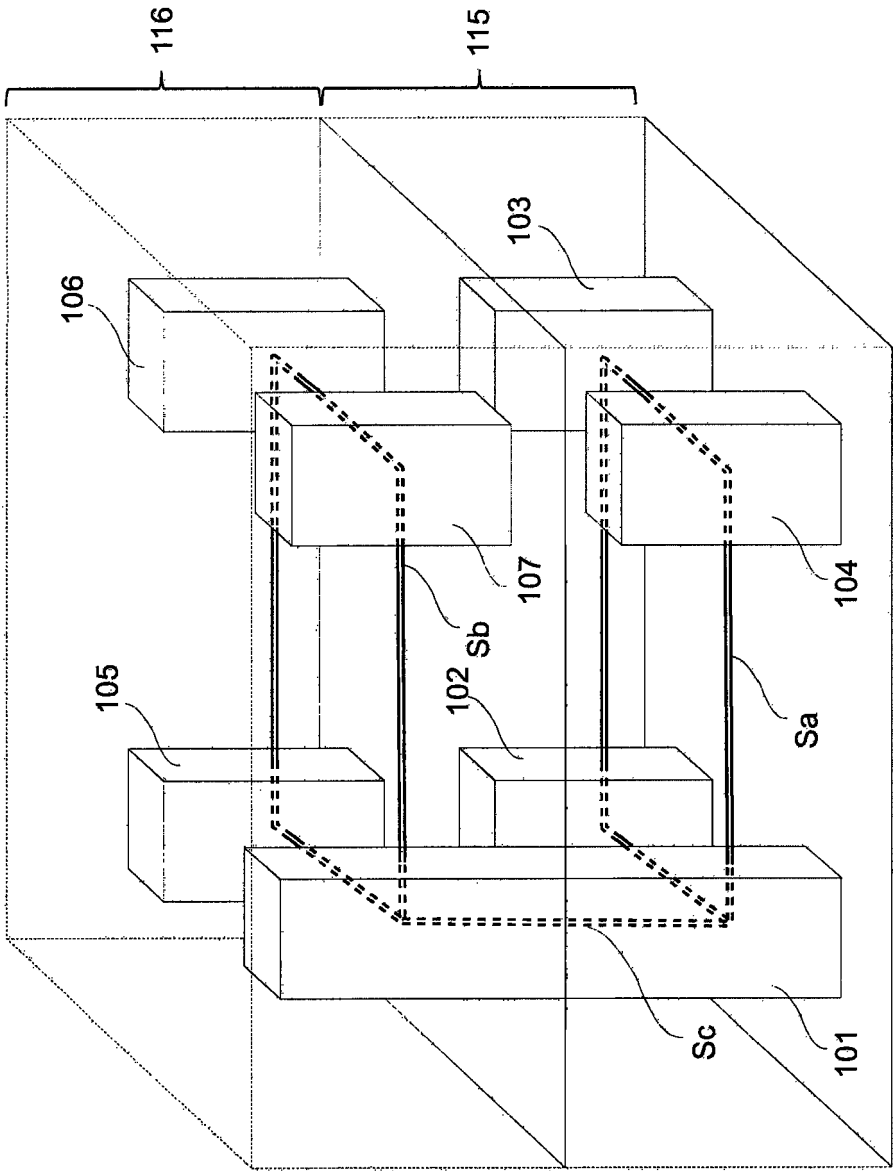


Fig. 6

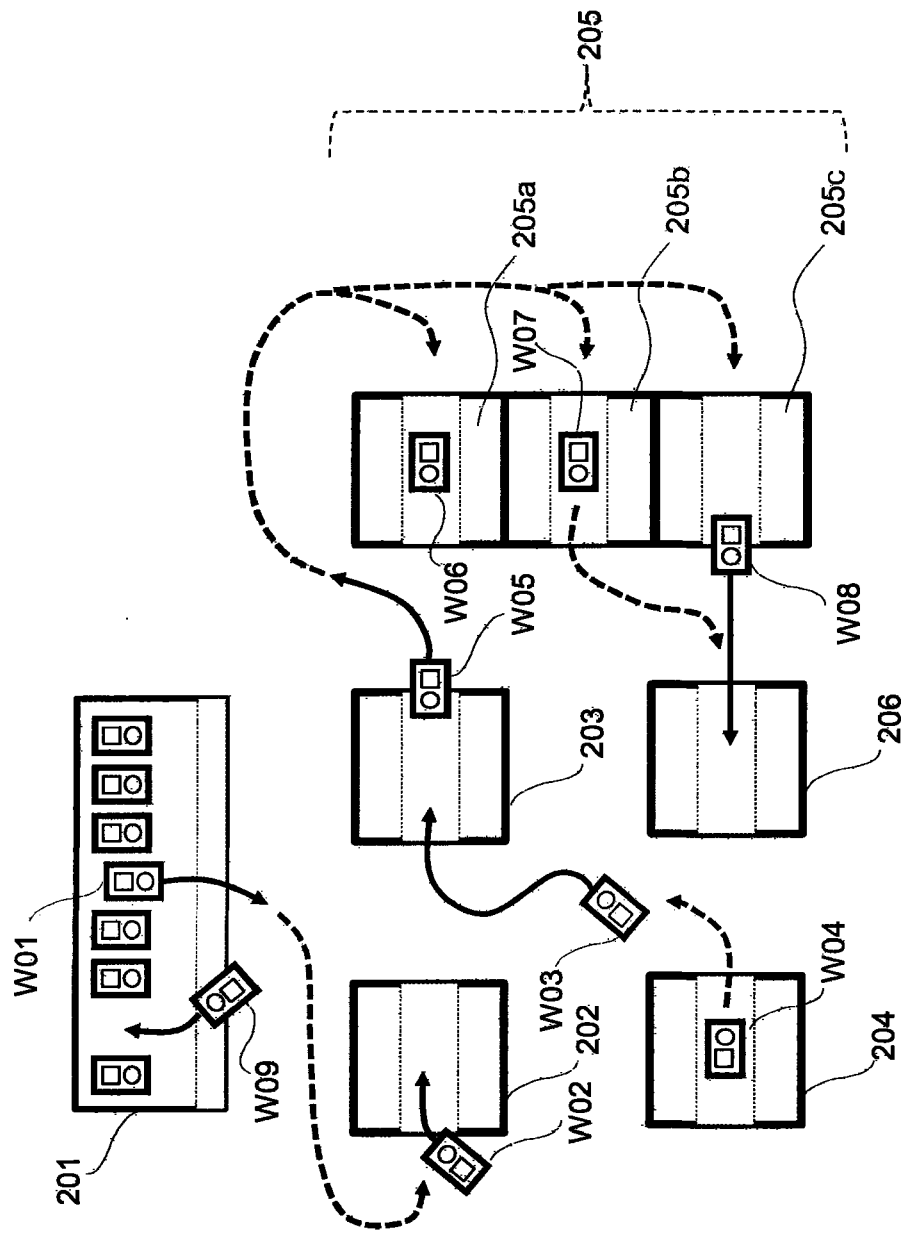


Fig. 7

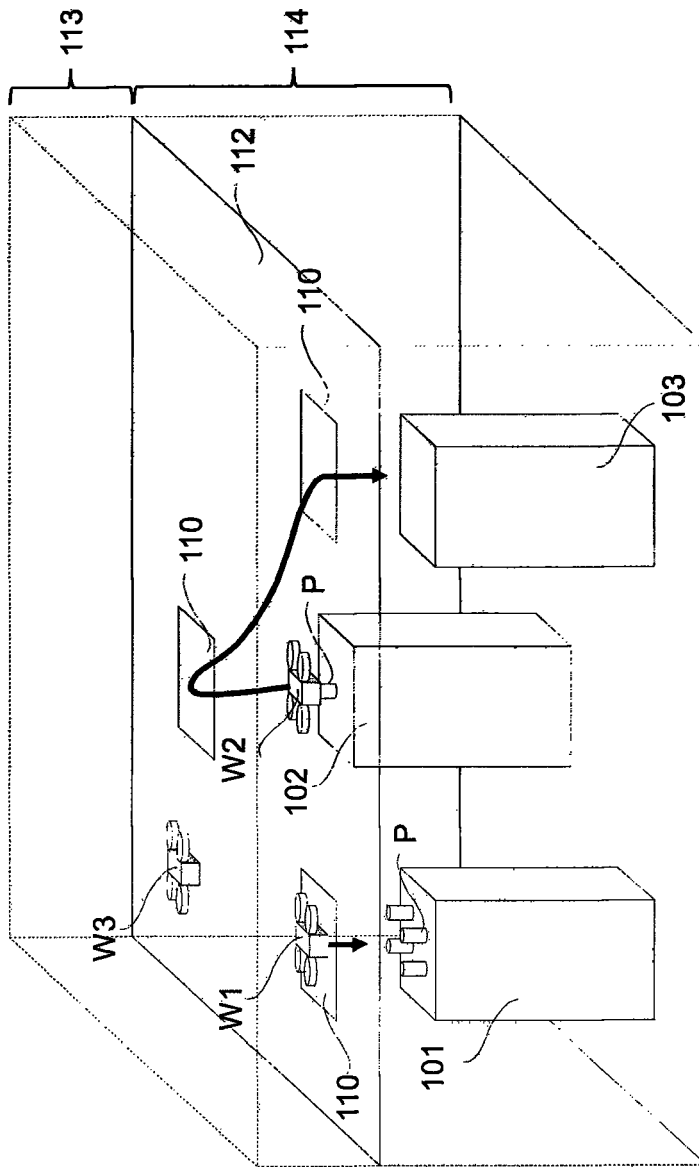


Fig. 8

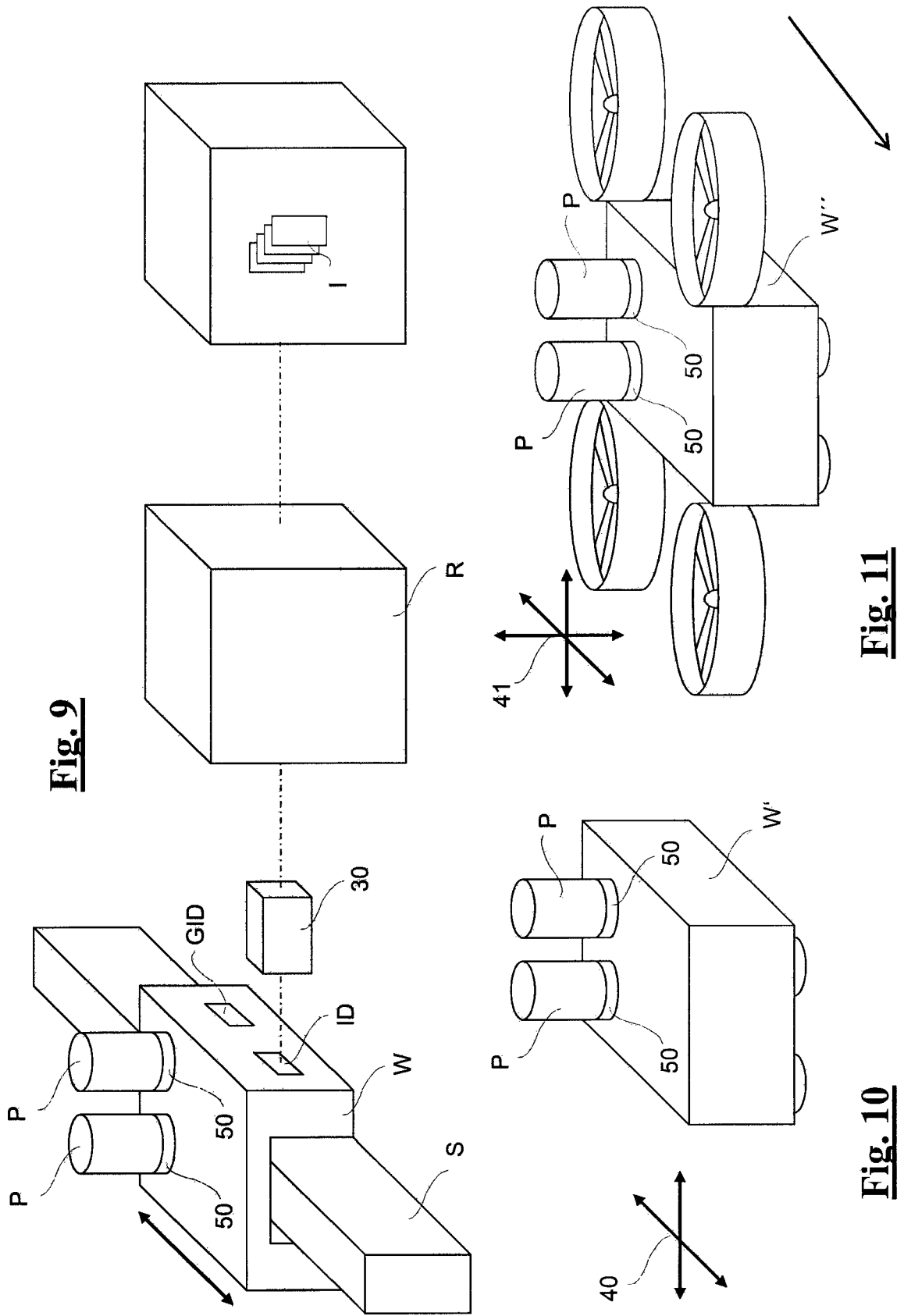


Fig. 9

Fig. 11

Fig. 10

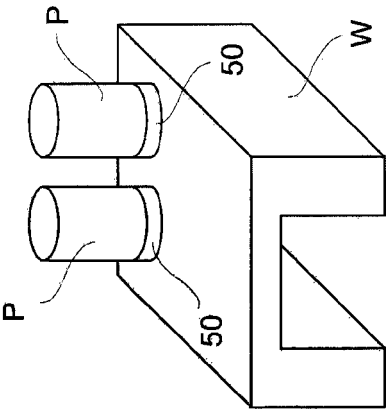


Fig. 12

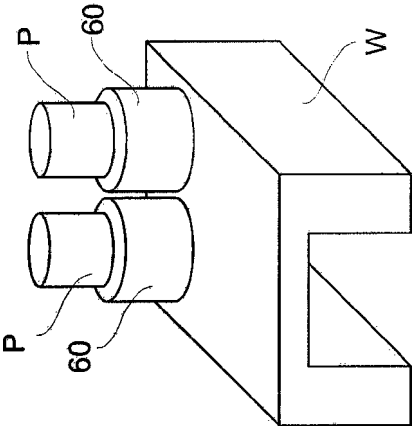


Fig. 13

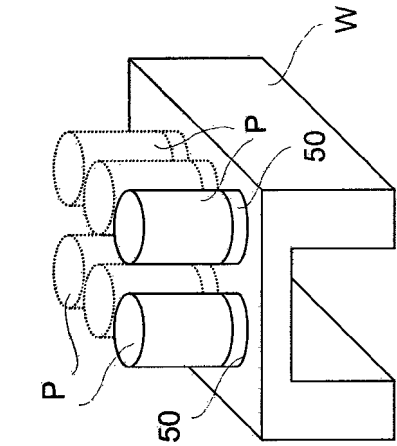


Fig. 14

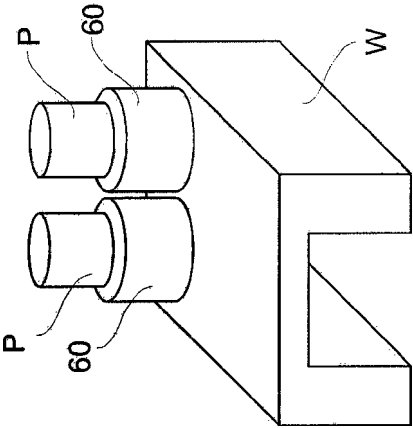


Fig. 15

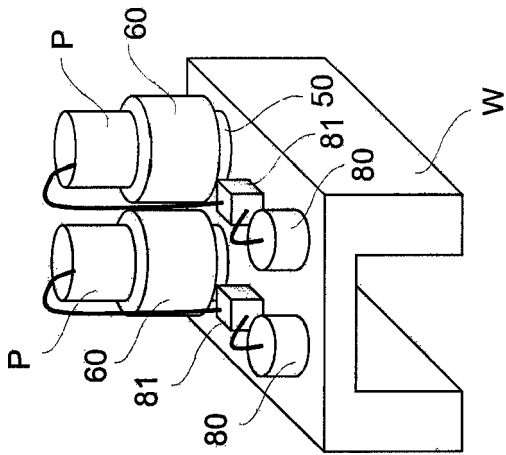


Fig. 16

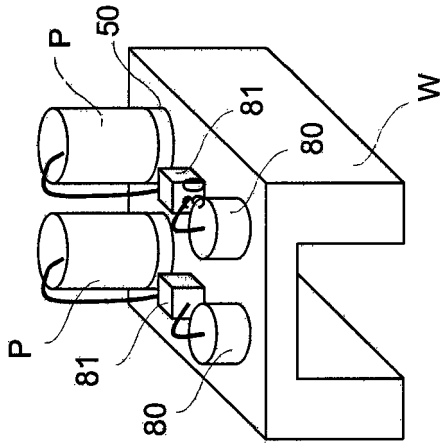


Fig. 17

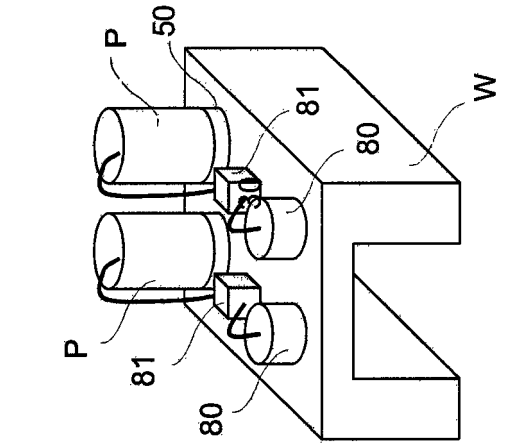


Fig. 18

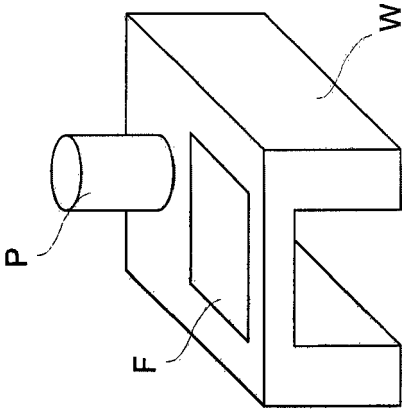


Fig. 20

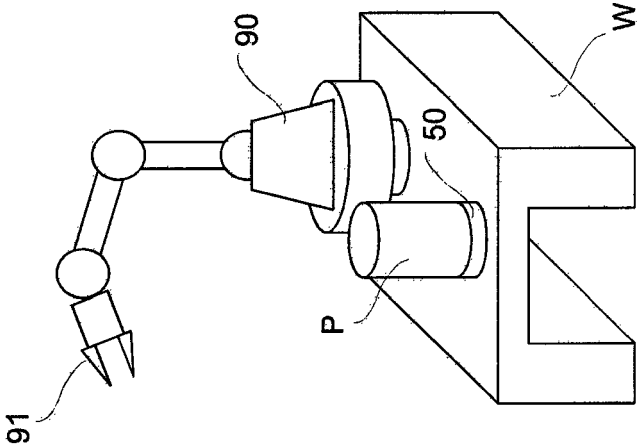
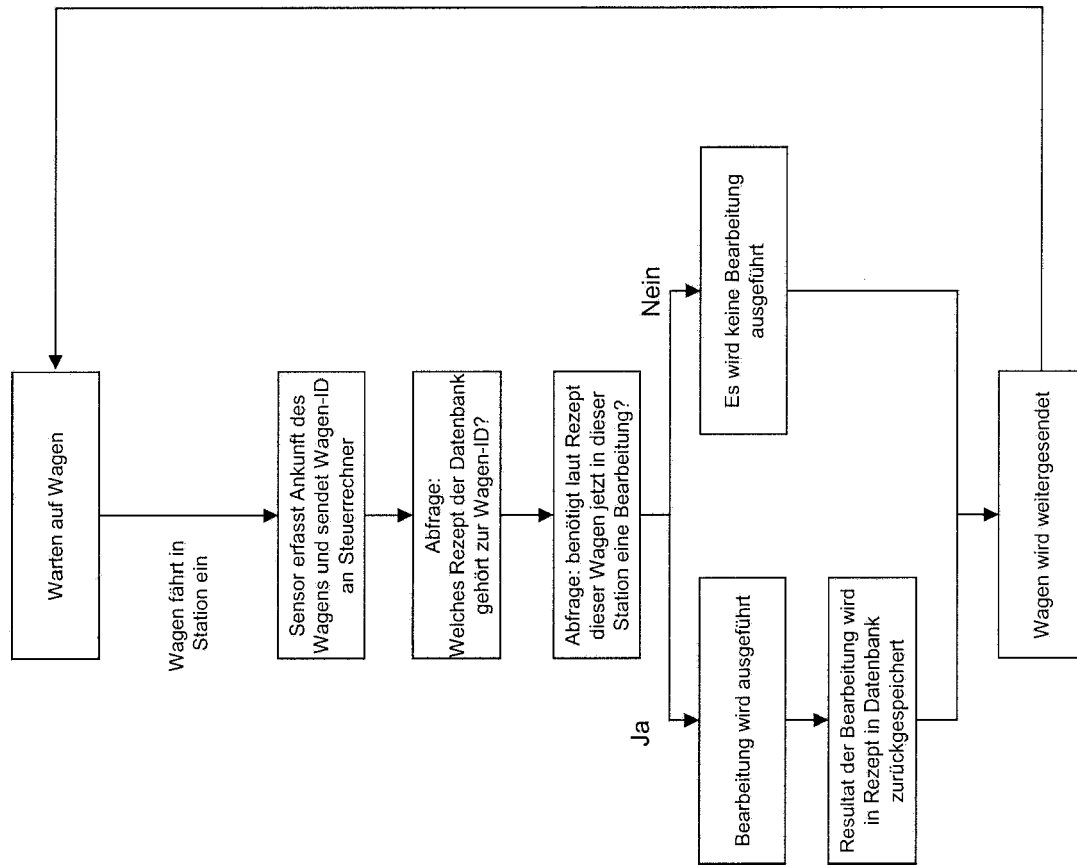


Fig. 19

**Fig. 21**

Rezept-ID	Status	Substanz 1	Zielmenge 1	Dosierte Menge 1	Substanz 2	Zielmenge 2	Dosierte Menge 2	Substanz 3	Zielmenge 3	Dosierte Menge 3	Messresultat
A-123-1	Abgeschlossen	S1	0.5g	0.51g	S3	1.25g	1.24g	S3	0.98g	0.99g	OK
A-124-1	Abgeschlossen	S1	0.75g	0.72g	S3	2.5g	2.39g	S5	0.12g	0.1g	Schlecht
A-125-1	St1 done, St2 done, Visc. korrigierbar	S2	0.5g	0.54g	S4	1.34g	1.39	S4	0.35g	0.41g	
A-126-1	St1 done,	S1	0.25g	0.26g	S4	0.55g		S5	0.55g		
A-127-1	Open	S1	0.6g		S3	1.25g		S5	2.65g		
A-124-2	Open	S1	0.76g		S3	3.5g		S5	0.11g		
...											
...											
...											

Fig. 23

300

20

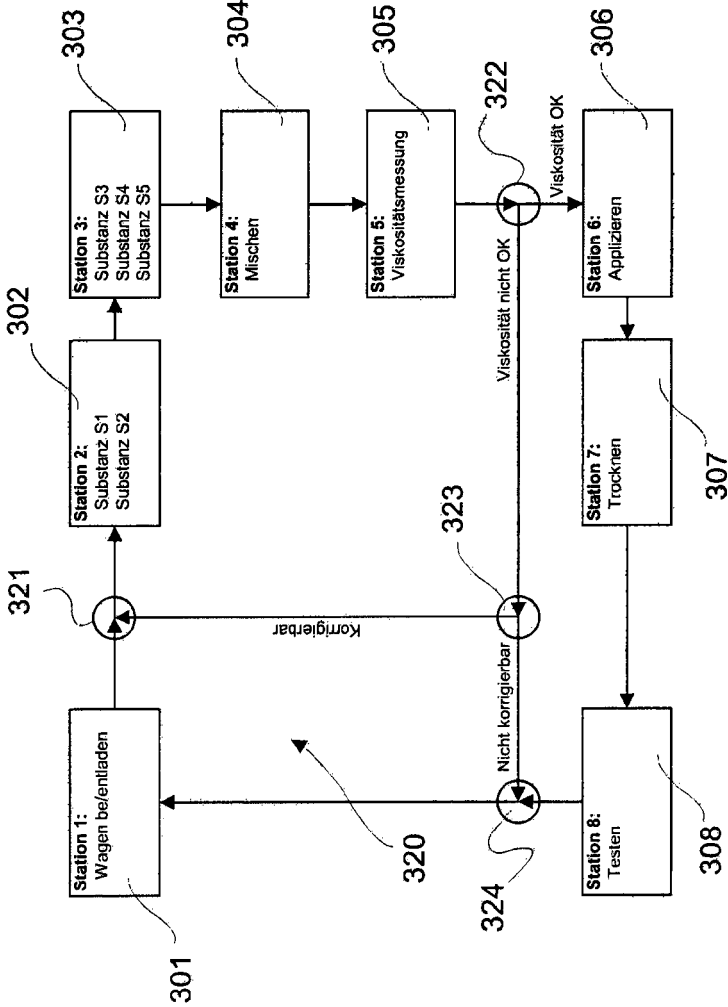


Fig. 22