



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
22.02.2023 Patentblatt 2023/08

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B67C 3/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22189261.5**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B67C 3/007

(22) Anmeldetag: **08.08.2022**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **SCHWARTZKOPFF, Tiji**
79108 Freiburg (DE)
• **JARVIS, Jan**
79104 Freiburg (DE)

(74) Vertreter: **Manitz Finsterwald**
Patent- und Rechtsanwaltspartnerschaft mbB
Martin-Greif-Strasse 1
80336 München (DE)

(30) Priorität: **17.08.2021 DE 102021121327**

(71) Anmelder: **SICK AG**
79183 Waldkirch (DE)

(54) **PRÜFSYSTEM ZUR PRÜFUNG VON BEHÄLTERN UND ABFÜLLANLAGE MIT EINEM DERARTIGEN PRÜFSYSTEM**

(57) Die Erfindung betrifft ein Prüfsystem zur Prüfung von zu befüllenden, bevorzugt transparenten Behältern (16) und Identifizierung von instabilen Behältern in einer Abfüllanlage (20), wobei die Abfüllanlage (20) zumindest eine Inspektionsvorrichtung (24) zur Inspektion der zu befüllenden Behälter (16), welche dazu eingerichtet ist, für einen jeweiligen Behälter (16) zumindest einen Behälterparameter zu ermitteln, eine der Inspektionsvorrichtung (24) nachgeordnete Fördervorrichtung (26) und eine der Fördervorrichtung (26) nachgeordnete, zum Befüllen der Behälter eingerichtete Füllvorrichtung (28), wobei die Fördervorrichtung (26) dazu eingerichtet ist, die zu befüllenden Behälter in einer Förderrichtung von der Inspektionsvorrichtung (24) zu der Füllvorrichtung (28) zu fördern, wobei die Inspektionsvorrichtung (24) die Fördervorrichtung (26) und die Füllvorrichtung (28) eine jeweilige zugeordnete Steuereinrichtung (30a-30c) aufweisen. Das Prüfsystem weist eine Auswerteeinheit (40) auf, welche mit jeder der Steuereinrichtungen (30a-30c) zumindest zum Empfang von jeweiligen Signalen koppelbar ist, wobei die empfangenen Signale zumindest Identifizierungssignale und/oder Parameter umfassen, wobei die Auswerteeinheit (40) dazu eingerichtet ist, (i) von der Steuereinrichtung (30a) der Inspektionsvorrichtung (24) zumindest einen Behälterparameter und von der Steuereinrichtung (30c) der Füllvorrichtung (28) zumindest einen Prozessparameter und gegebenenfalls einen Ereignisparameter, welcher ein beim Befüllen eines Behälters auftretendes Schadereignis charakterisiert, zu empfangen, (ii) zumindest auf der Grundlage der empfangenen Identifizierungssignale einen jeweiligen Behälter

ter (16) unter Zuordnung zumindest des für diesen Behälter (16) ermittelten zumindest einen Behälterparameters nachzuverfolgen und/oder zu identifizieren, (iii) den zu prüfenden Behälter (16) zumindest auf der Grundlage des zumindest einen zugeordneten Behälterparameters und des zumindest einen Prozessparameters unter Anwendung eines Prüfalgorithmus hinsichtlich seiner Stabilität zu charakterisieren und darauf basierend ein Behälterstabilitätssignal zu erzeugen und an die Steuereinrichtung (30c) der Füllvorrichtung (28) und/oder an eine der der Füllvorrichtung (28) vorgeordnete Behälterausleitungsvorrichtung zu übermitteln, und (iv) den Prüfalgorithmus zumindest auf der Grundlage eines empfangenen Ereignisparameters anzupassen.

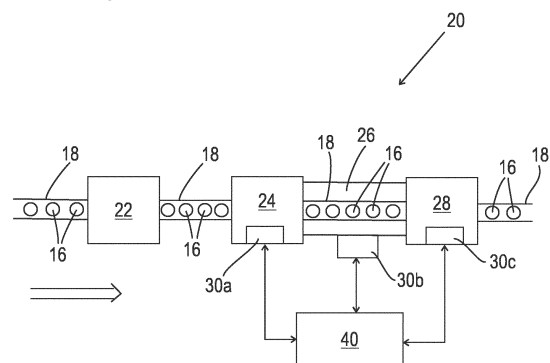


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Prüfsystem zur Prüfung von zu befüllenden Behältern und Identifizierung von instabilen Behälter in einer Abfüllanlage.

[0002] Bei der Abfüllung von fließfähigen Produkten, beispielsweise von flüssigen oder auch pulverförmigen Produkten, in Behälter aus Glas oder Kunststoff, insbesondere in Flaschen, die als Transport- und/oder Verkaufsverpackung dienen sollen, kommen in der Regel vollautomatisierte Abfüllanlagen zum Einsatz. Neben der eigentlichen Füllvorrichtung, welche das abzufüllende Produkt in die Behälter einleitet, weisen derartige Abfüllanlagen noch weitere Vorrichtungen auf. Insbesondere wenn es sich bei den zu befüllenden Behältern um Mehrwegbehälter handelt, ist der Füllvorrichtung in der Regel eine Reinigungsvorrichtung vorgeschaltet, welche die zu befüllenden Behälter von Verschmutzungen reinigt.

[0003] Zur Kontrolle des Reinigungserfolges, insbesondere zur Kontrolle auf nicht zu reinigende Verschmutzungen oder sperrige Fremdkörper im Inneren des Behälters einerseits und zum Erkennen von beschädigten Behältern, bei denen beispielsweise Risse oder Abplatzungen im Mündungsbereich des Behälters oder am Behälterkörper vorhanden sind, ist eine entsprechende Inspektionsvorrichtung vorgesehen. Eine derartige Inspektionsvorrichtung wird auch als EBI (von Englisch: Empty Bottle Inspector) bezeichnet.

[0004] Zum Transport der Behälter innerhalb der Abfüllanlage ist eine Fördervorrichtung vorgesehen, welche die zu befüllenden Behälter in einer Förderrichtung zumindest von der Inspektionsvorrichtung zu der Füllvorrichtung fördert.

[0005] Während des Füllprozesses werden die Behälter oftmals mit Überdruck beaufschlagt. Eine solche Druckbeaufschlagung tritt beispielsweise bei der Befüllung von Flaschen mit kohlensäurehaltigen Getränken auf. Um ein Aufschäumen und/oder Entgasen des Füllguts zu verhindern, kann der Druck in dem Behälter bereits vor dem Befüllen erhöht werden, was auch als Vorspannen bezeichnet werden kann. Häufig werden Behälter vor ihrer Befüllung auch mit einem Spülgas, beispielsweise Kohlendioxid, gespült und ggf. auch vorgespannt, um zum Schutz des Füllguts eine sauerstoffarme oder sauerstofffreie Atmosphäre vor der eigentlichen Befüllung herzustellen. Des Weiteren können während des gesamten Füllprozesses Temperaturunterschiede auftreten, die die Behälter ebenfalls strukturell belasten.

[0006] Eine Gefahr besteht darin, dass insbesondere bei einer Druckbeaufschlagung von Behältern während des Vorspannens und/oder des eigentlichen Füllvorgangs einzelne Behälter platzen können. Durch derartige Behälter- oder Flaschenplatzer kann die Produktivität des Abfüllprozesses unerwünscht reduziert werden und sogar schwerwiegende Maschinenschäden und somit lange Ausfallzeiten der Abfüllanlage zur Folge haben. Da eine Füllvorrichtung einer Abfüllanlage zumeist mehrere Füllventile aufweist, um den Durchsatz zu erhöhen,

besteht durch einen Behälterplatzer zudem die Gefahr, dass beim Platzen eines Behälters entstehende Materialsplitter benachbarte Füllventile oder die Außenwände benachbarter Behälter kontaminieren. Dies stellt eine erhebliche Gefahr für den Endverbraucher dar.

[0007] In der Regel weisen Abfüllanlagen Detektionsvorrichtungen auf, die das Auftreten eines Behälterplatzers erkennen können. Wenn ein solches Schadereignis detektiert wurde, werden das betroffene Füllventil und auch benachbarte Füllventile abgespült oder abgeschwält, um gegebenenfalls anhaftende Behältersplitter zu entfernen. Diejenigen Behälter, die sich bei einem Platzereignis in der Nachbarschaft des geplatzten Behälters befanden, werden aus Sicherheitsgründen ausgeleitet und verworfen. Dies kann bis zu 20 oder mehr Behälter betreffen.

[0008] Neben der Erkennung von fehlerhaften Behältern, also insbesondere erkennbar beschädigten oder nicht sauberen Behältern, durch die genannte Inspektionsvorrichtung besteht daher ein Bedürfnis, auch instabile Behälter zu erkennen. Unter instabilen Behältern werden insbesondere solche Behälter verstanden, die aufgrund von strukturellen Mängeln oder Verschleiß eine nicht ausreichende Druck- und/oder Temperaturbeständigkeit aufweisen und daher platzgefährdet sind (also gegebenenfalls eine erhöhte Gefahr des Platzens aufweisen).

[0009] Mit anderen Worten besteht für instabile Behälter eine erhöhte Wahrscheinlichkeit, dass diese zum Beispiel unter Druckeinfluss beim Füllvorgang platzen. Zur Vermeidung der vorstehend beschriebenen Schadereignisse soll eine Möglichkeit geschaffen werden, solche instabilen (und daher platzgefährdeten) Behälter rechtzeitig zu erkennen und vor Auftreten eines Schadereignisses aus dem Füllprozess auszuleiten bzw. den Füllprozess in einer Weise zu modifizieren, dass die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines Schadereignisses reduziert wird.

[0010] Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, ein Prüfsystem zur Prüfung von zu befüllenden Behältern und Identifizierung von instabilen Behälter in einer Abfüllanlage in einer Abfüllanlage anzugeben, welches dazu eingerichtet ist, in präventiver Weise die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Schadereignissen zu senken.

[0011] Die Lösung der Aufgabe erfolgt durch ein Prüfsystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen.

[0012] Die Erfindung sieht ein Prüfsystem zur Prüfung von zu befüllenden, bevorzugt transparenten Behältern und Identifizierung von instabilen Behältern in einer Abfüllanlage vor, wobei die Abfüllanlage zumindest eine Inspektionsvorrichtung zur Inspektion der zu befüllenden Behälter, welche dazu eingerichtet ist, für einen jeweiligen Behälter zumindest einen Behälterparameter zu ermitteln, eine der Inspektionsvorrichtung nachgeordnete

Fördervorrichtung und eine der Fördervorrichtung nachgeordnete, zum Befüllen der Behälter eingerichtete Füllvorrichtung, wobei die Fördervorrichtung dazu eingerichtet ist, die zu befüllenden Behälter in einer Förderrichtung von der Inspektionsvorrichtung zu der Füllvorrichtung zu fördern, wobei die Inspektionsvorrichtung die Fördervorrichtung und die Füllvorrichtung eine jeweilige zugeordnete Steuereinrichtung aufweisen. Das Prüfsystem weist eine Auswerteeinheit auf, welche mit jeder der Steuereinrichtungen zum Indest zum Empfang von jeweiligen Signalen koppelbar ist, wobei die empfangenen Signale zumindest Identifizierungssignale und/oder Parameter umfassen, wobei die Auswerteeinheit dazu eingerichtet ist, (i) von der Steuereinrichtung der Inspektionsvorrichtung zumindest einen Behälterparameter und von der Steuereinrichtung der Füllvorrichtung zumindest einen Prozessparameter und gegebenenfalls einen Ereignisparameter, welcher ein beim Befüllen eines Behälters auftretendes Schadereignis charakterisiert, zu empfangen, (ii) zumindest auf der Grundlage der empfangenen Identifizierungssignale einen jeweiligen Behälter unter Zuordnung zumindest des für diesen Behälter ermittelten zumindest einen Behälterparameters nachzuverfolgen und/oder zu identifizieren, (iii) den zu prüfenden Behälter zumindest auf der Grundlage des zumindest einen zugeordneten Behälterparameters und des zumindest einen Prozessparameters unter Anwendung eines Prüfalgorithms hinsichtlich seiner Stabilität zu charakterisieren und darauf basierend ein Behälterstabilitätssignal zu erzeugen und an die Steuereinrichtung der Füllvorrichtung oder an eine der Füllvorrichtung vorgeordnete Behälterausleitungsvorrichtung zu übermitteln, und (iv) den Prüfalgorithmus zumindest auf der Grundlage eines empfangenen Ereignisparameters anzupassen.

[0013] Das Prüfsystem ist mit der Abfüllanlage, d.h. mit den Steuereinrichtungen der genannten Komponenten, direkt oder indirekt koppelbar, um von diesen die genannten Behälter-, Prozess- und/oder Ereignisparameter und bevorzugt auch weitere Steuer- und/oder Messsignale zu empfangen. Ferner können auch Steuersignale, insbesondere das genannte Behälterstabilitätssignal oder andere Signale, beispielsweise Messwerte, an die Steuereinrichtungen der Komponenten der Abfüllanlage übermittelt werden. Eine direkte Kopplung kann beispielsweise über entsprechende Leitungen erfolgen. Eine indirekte Kopplung kann beispielsweise über ein Bussystem und/oder eine übergeordnete Steuereinheit der Abfüllanlage erfolgen, welche wiederum Steuer- und/oder Messsignale von den Steuereinrichtungen der Komponenten empfängt und/oder an diese übermittelt.

[0014] Der genannte zumindest eine Behälterparameter umfasst zum Beispiel Verschleißparameter wie den sogenannten Zerkratungsgrad (auch als Scuffing-Grad bezeichnet) oder Beschädigungsparameter wie kleinere Risse, Kratzer oder Eintrübungen des Behälters. Der Zerkratungsgrad beschreibt den Zustand der Behälteroberfläche, wobei zu dessen Ermittlung insbesondere

bei Mehrwegbehältern oder Mehrwegflaschen etwas exponierte umlaufende Wandungsbereiche des Behälters untersucht werden, die während des Füllprozesses oder des Transports regelmäßig mit entsprechenden Wandungsbereichen benachbarter Behälter oder anderen Strukturen in Berührung kommen können. Die Behälteroberfläche wird insbesondere in den exponierten Wandungsbereichen mit jedem Umlauf zunehmend verkratzt, so dass sich die Oberflächenrauigkeit erhöht und als Maß für einen Verschleiß herangezogen werden kann.

[0015] Als ein weiterer Behälterparameter kann eine gemessene Wandstärke betrachtet werden, die mittels eines entsprechenden Wandstärkesensors ermittelt werden kann. Die gemessene Wandstärke kann zu einer Soll-Wandstärke, die als ein Behältertypparameter betrachtet werden kann, in ein Verhältnis gesetzt werden, so dass die Wandstärke ebenfalls als Maß für einen Verschleiß des Behälters herangezogen werden kann.

[0016] Ein weiterer Behälterparameter kann beispielsweise eine Zentrität eines zylindrischen Behälters sein, d.h. ein Maß für das Einhalten eines kreisförmigen Querschnitts bzw. ein Maß für eine Konstanz eines Verhältnisses zwischen dem Radius der Innenwand und dem Radius der Außenwand.

[0017] Die Behälterparameter können in der Inspektionsvorrichtung über geeignete Sensoren, beispielsweise Bildsensoren, oder andere geeignete Sensoren ermittelt werden.

[0018] Der oder die von der eingangs genannten Inspektionsvorrichtung ermittelten Behälterparameter werden über deren Steuereinrichtung an die Auswerteeinheit des Prüfsystems übermittelt, wobei jedem überprüften Behälter die hierbei ermittelten Behälterparameter zugeordnet werden können.

[0019] Bei dem genannten zumindest einen Prozessparameter kann es sich beispielsweise um den Fülldruck und/oder die Fülltemperatur des Füllguts während des eigentlichen Füllvorgangs handeln. Auch der Vorspanndruck bzw. der Druck eines eventuell angewendeten Spül- oder Spanngases kann als Prozessparameter herangezogen werden. Weitere mögliche Prozessparameter könnten der Reinigungsmitteldruck und/oder die Reinigungsmitteltemperatur sein, mit welchen die zu befüllenden Behälter vorab gereinigt werden. Die Behälter- und Prozessparameter werden innerhalb des Prüfalgorithms verarbeitet, um den zu prüfenden Behälter hinsichtlich seiner Stabilität zu charakterisieren. Das Charakterisieren kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass dem Behälter ein Stabilitätsparameter zugeordnet wird oder dass der Behälter in eine von mehreren Stabilitätsklassen oder -kategorien klassifiziert wird. Dies kann in einer Weise erfolgen, dass das Behälterstabilitätssignal basierend auf dem zugeordneten Stabilitätsparameter oder der Einstufung in eine Stabilitätsklasse oder -kategorie ein Maß für eine Wahrscheinlichkeit eines beim Befüllen des zugeordneten Behälters auftretenden Schadereignisses darstellen kann oder ein solches Maß umfasst.

[0020] Das für einen jeweiligen überprüften Behälter zugeordnete Behälterstabilitätssignal kann an die Steuereinrichtung der Füllvorrichtung übermittelt werden, wobei es der Füllvorrichtung aufgrund der Nachverfolgung und/oder Identifizierung des jeweiligen Behälters bis hin zur Füllvorrichtung ermöglicht werden kann, diesen Behälter beim Füllvorgang entsprechend des zugeordneten Behälterstabilitätssignals zu behandeln. Diese Möglichkeiten bestehen beispielsweise darin, den Behälter unter Prozessbedingungen zu befüllen, die den Behälter weniger belasten, oder den Behälter gar nicht zu befüllen. Durch diese präventiven Maßnahmen kann die Häufigkeit reduziert werden, mit welcher in der Füllvorrichtung ein Schadereignis auftritt.

[0021] Allerdings stellt die Ermittlung des Behälterstabilitätssignals stets nur eine Vorhersage dafür dar, wie sich der zugeordnete Behälter während des Füllens verhält und welche Wahrscheinlichkeit dafür besteht, dass der Behälter unter Anwendung einer bestimmten Füllmethode nicht beschädigt wird. Somit ist es nicht ausgeschlossen, dass auch ein als verhältnismäßig stabil charakterisierter Behälter beim nachfolgenden Befüllen beschädigt wird. Unter einem Behälterschaden oder Schadereignis wird insbesondere ein Platzen oder Reißen des Behälters während des Reinigens, des Vorspannens oder unmittelbar vor oder während des Füllvorgangs verstanden. Ein solches Schadereignis kann von der Füllvorrichtung bzw. deren Steuereinrichtung erkannt werden, wobei daraufhin ein Ereignisparameter, welcher dieses Schadereignis charakterisiert, erzeugt und von der Auswerteeinheit empfangen werden kann. Die Auswerteeinheit wird damit in die Lage versetzt, den Prüfalgorithmus entsprechend anzupassen, so dass beispielsweise die Anforderungen an die Integrität eines Behälters, um diesen mit einer bestimmten Stabilität zu charakterisieren, erhöht oder auch reduziert werden können.

[0022] Wie eingangs erläutert wurde, weisen Füllvorrichtungen in der Regel Detektionsvorrichtungen zum Erkennen von Behälterplatzen oder anderen Schadereignissen auf, so dass die Füllvorrichtung ohne weiteres den benötigten Ereignisparameter bereitstellen und an die Auswerteeinheit übermitteln kann.

[0023] Mit dem erfindungsgemäßen Prüfsystem wird es insbesondere möglich, im Rahmen eines in einer Abfüllanlage durchgeführten Abfüllverfahrens die zu füllenden Behälter individuell auf ihre Eignung für den vorgesehenen Abfüllprozess unter Berücksichtigung der zu erwartenden prozessspezifischen Belastungen zu prüfen. Durch das in das Abfüllverfahren integrierbare Prüfsystem können sowohl fabrikneue Einweg- und Mehrwegbehälter als auch bereits benutzte, zur Wiederbefüllung vorgesehene Mehrwegbehälter mit den gleichen Kriterien innerhalb des Abfüllverfahrens und damit zeitnah zum eigentlichen Füllvorgang geprüft werden, so dass etwaige stabilitätsrelevante Verschlechterungen des Behälterzustands zwischen dem Prüfzeitpunkt und dem Füllzeitpunkt aufgrund von Transport- oder Lagerungseinflüssen weitgehend ausgeschlossen werden können.

[0024] Das erfindungsgemäße Prüfsystem eignet sich insbesondere auch zur Nachrüstung existierender Abfüllanlagen.

[0025] Gemäß einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung ist jede Steuereinrichtung dazu eingerichtet, jeweilige Identifizierungssignale, bevorzugt mittels Verwendung eines Schieberegisters, zu erzeugen, welche eine Nachverfolgung und/oder Identifizierung eines Behälters während seiner Verweildauer in der zugeordneten Inspektionsvorrichtung, Fördervorrichtung bzw. Füllvorrichtung ermöglichen, wobei die Auswerteeinheit ferner dazu eingerichtet ist, die von jeder Steuereinrichtung empfangenen Identifizierungssignale derart miteinander zu verknüpfen, dass ein jeweiliger Behälter zumindest von einem Zeitpunkt seiner Inspektion bis zu einem Zeitpunkt seines Befüllens nachverfolgbar und/oder identifizierbar ist. Hierdurch wird eine Behälterverfolgung geschaffen, die gewährleistet, dass der Füllvorrichtung bzw. deren Steuereinrichtung für einen jeweiligen zu befüllenden Behälter das individuelle, diesem Behälter zugeordnete Behälterstabilitätssignal zur Verfügung gestellt werden kann und dieser Behälter unter individuellen Bedingungen befüllt werden kann, die an die ermittelte Stabilität dieses Behälters angepasst sind. Umgekehrt ermöglicht die Nachverfolgbarkeit bzw. Identifizierbarkeit dieses Behälters auch, basierend auf dem Ereignisparameter diesem Behälter ein gegebenenfalls auftretendes Schadereignis zuzuordnen. Dies bildet wiederum eine Grundlage dafür, dass die Auswerteeinheit erforderlichenfalls gezielt den Prüfalgorithmus anpassen kann, um eine eventuelle Fehlbeurteilung des Stabilitätszustandes, insbesondere eine falsch-positive Beurteilung, für zukünftig zu prüfende Behälter zu vermeiden. Die Nachverfolgbarkeit oder Identifizierbarkeit über den Zeitraum von der Inspektion bis zur Befüllung gestattet hierbei, rückblickend diejenigen Parameter zu identifizieren, die maßgeblich zur Fehlbeurteilung beigetragen haben, und den Prüfalgorithmus zum Beispiel dahingehend zu modifizieren, dass dieser die betreffenden Parameter anders beurteilt oder gewichtet.

[0026] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführung der Erfindung umfasst das Behälterstabilitätssignal bei einer erkannten Behälterinstabilität Anweisungen an die Füllvorrichtung, den betreffenden Behälter bei einer erkannten potenziellen Behälterinstabilität in einer modifizierten Weise zu befüllen. In dem Fall ist in dem Behälterstabilitätssignal sozusagen bereits eine Anweisung kodiert, welche die Füllvorrichtung in die Lage versetzt, den zu befüllenden Behälter in adäquater Weise zu behandeln. Das Befüllen eines Behälters in einer modifizierten Weise bei einer erkannten potenziellen Behälterinstabilität bedeutet insbesondere, dass die Füllvorrichtung beim Befüllen von potenziell instabilen Behältern oder Behältern mit einer verhältnismäßig geringeren Stabilität im Vergleich zu Behältern, die keine Behälterinstabilität aufweisen, bei ihrer Füllmethode von einer vorgegebenen Standardprozedur oder von Standard-Prozessparametern abweicht. Alternativ oder zusätzlich

kann das Behälterstabilitätssignal bei einer erkannten Behälterinstabilität Anweisungen an eine der Füllvorrichtung vorgeordnete Behälterausleitungsvorrichtung umfassen, den betreffenden Behälter bei einer erkannten potentiellen Behälterinstabilität auszuleiten. Eine derartige Behälterausleitungsvorrichtung kann beispielsweise in die Inspektionsvorrichtung integriert oder dieser nachgeordnet sein.

[0027] Vorteilhafterweise umfassen die Anweisungen an die Füllvorrichtung, den zu befüllenden Behälter nicht oder mit einer reduzierten Füllmenge und/oder einem reduzierten Fülldruck zu befüllen, ein vorgängig zum Befüllen durchgeführtes Spülen mit einem Spülgas oder Spanngas bei einem reduzierten Druck durchzuführen und/oder den befüllten Behälter nicht zu verschließen. Ein Vorteil dieser Ausgestaltung besteht insbesondere darin, dass es nicht zwingend erforderlich ist, als instabil erkannte Behälter vor dem Befüllen auszuleiten. Hierdurch wird der konstruktive Aufwand reduziert. So ist es insbesondere durch eine nur teilweise Befüllung oder ein Nichtverschließen eines nicht oder nur teilweise befüllten Behälters möglich, diesen sozusagen zu kennzeichnen. Dadurch kann mit einer der Füllvorrichtung nachgeordneten Füllhöhenprüfeinrichtung ein solcher Behälter erkannt und entsprechend ausgeleitet werden. Da derartige Füllhöhenprüfeinrichtungen bei den meisten Abfüllanlagen ohnehin vorhanden sind, entsteht für die Aus-sortierung von als instabil erkannten Behältern somit kein apparativer Zusatzaufwand. Auch können durch eine Reduzierung der mechanischen Belastung solche Behälter in schonenderer Weise befüllt werden, die nur eine um ein bestimmtes Maß verminderte Stabilität aufweisen. So kann beispielsweise bei Mehrwegbehältern die Nutzungsdauer verlängert werden.

[0028] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist die Auswerteeinheit dazu eingerichtet, den zu prüfenden Behälter zusätzlich auf der Grundlage eines Behältertypparameters zu charakterisieren, welcher von der Steuereinrichtung der Füllvorrichtung und/oder einer mit dem Prüfsystem verbundenen Eingabevorrichtung empfangen wurde. Bei der Charakterisierung des zu prüfenden Behälters können also zusätzlich ein oder mehrere Behältertypparameter berücksichtigt werden, wobei Beispiele für Behältertypparameter die Größe, die Farbe, die Form, das Material oder eine Soll- oder Mindestwandstärke sind. Somit stellt der Behältertypparameter, welcher sich von dem genannten Behälterparameter unterscheidet, einen weiteren Parameter für die Charakterisierung der zu prüfenden Behälter dar. In der Regel sind ein oder mehrere Behältertypparameter bereits an oder in der Abfüllanlage, insbesondere in der Füllvorrichtung, eingestellt oder einstellbar und können von dem Prüfsystem ausgelesen oder abgefragt werden. Sollte dies nicht möglich oder erwünscht sein, können Behältertypparameter auch mit einer entsprechenden, mit dem Prüfsystem verbundenen Eingabevorrichtung an das Prüfsystem übermittelt werden. Hierfür können in der Eingabevorrichtung beispielsweise Behältertyppara-

meter einzeln eingestellt werden, insbesondere (alpha-)numerisch oder durch Auswahl aus jeweiligen Parameterlisten, oder es kann ein Behältertyp aus einer Auswahlliste ausgewählt werden, in welcher für verschiedene Behältertypen die jeweiligen Behältertypparameter hinterlegt sind.

[0029] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird in dem Prüfalgorithmus für jeden bei der Charakterisierung zu berücksichtigenden Parameter eine jeweilige Grenzwertüberprüfung durchgeführt, wobei jeweils geprüft wird, ob ein oder mehrere für den jeweiligen Parameter definierte Grenzwerte über- oder unterschritten wurden. Das Charakterisieren des zu prüfenden Behälters hinsichtlich seiner Stabilität erfolgt auf der Grundlage einer regelbasierten Kombination der Ergebnisse der durchgeführten Grenzwertüberprüfungen, wobei bevorzugt ein jeweiliger Grenzwert für eine Grenzwertüberprüfung eines bestimmten Parameters auf der Grundlage eines Wertes eines anderen Parameters oder eines Ergebnisses der Grenzwertüberprüfung eines anderen Parameters definiert wird. Für die zu berücksichtigenden Parameter, d.h. insbesondere Behälterparameter, Behältertypparameter und/oder Prozessparameter, werden als Prüfkriterien ein oder mehrere verschiedene Grenzwerte fest oder dynamisch definiert, die dann in geeigneter Weise abgeprüft werden.

[0030] Diese Vorgehensweise soll nachfolgend anhand eines vereinfachten Beispiels erläutert werden. In diesem Beispiel soll die Klassifikation auf der Grundlage von drei Parametern erfolgen, nämlich dem Scuffing-Grad S als Behälterparameter, der Wandstärke als weiterem Behälterparameter und der Soll-Wandstärke als Behältertypparameter, wobei in der Auswertung eine relative Wandstärke W betrachtet wird, welche der ermittelten Wandstärke dividiert durch Soll-Wandstärke entspricht (in Prozent angegeben). Bei dem Scuffing-Grad S handelt es sich ebenfalls um eine relative Größe, wobei auf einer Skala von 1 bis 10 ansteigende Werte einen höheren Verschleißgrad kennzeichnen.

[0031] So kann ein Punktesystem für den Scuffing-Grad S verschiedene Grenzwerte aufweisen, für die gemäß den folgenden Regeln Punkte für den Scuffing-Grad S vergeben werden: $S \leq 2$: 15 Punkte, $S > 2$ und ≤ 3 : 10 Punkte, $S > 3$ und ≤ 4 : 5 Punkte, $S > 4$: 0 Punkte. Für die relative Wandstärke W werden gemäß den folgenden Regeln ebenfalls Punkte vergeben: $W \geq 80\%$: 15 Punkte, $W \geq 60\%$ und $< 80\%$: 10 Punkte, $W < 60\%$: 0 Punkte.

[0032] Diese Punkteregele werden derart kombiniert, dass der Behälter als stabil klassifiziert wird, wenn die Summe der Punkte ≥ 20 Punkte ist und der Behälter als instabil klassifiziert wird, wenn die Summe der Punkte < 20 Punkte ist oder wenigstens einer der Parameter 0 Punkte aufweist.

[0033] Durch die genannte Definition eines bestimmten Parameters auf der Grundlage eines Wertes eines anderen Parameters oder eines Ergebnisses der Grenzwertüberprüfung eines anderen Parameters sind die Grenzwerte nicht fest in dem Prüfalgorithmus vorgege-

ben, sondern können regelbasiert dynamisch an andere Parameter angepasst werden. Insbesondere kann die genannte Anpassung des Prüfalgorithmus auf der Grundlage eines empfangenen Ereignisparameters das Anpassen eines oder mehrerer Grenzwerte umfassen.

[0034] Auch dies soll beispielhaft erläutert werden. In Abwandlung des vorstehend beschriebenen Beispiels kann als weiterer zu berücksichtigender Parameter der Fülldruck als Prozessparameter herangezogen werden. So kann beispielsweise vorgesehen sein, dass die Grenzen für die relative Wandstärke W so wie oben beschrieben gelten, wenn der Fülldruck ≤ 2 bar beträgt. Beträgt der Fülldruck hingegen mehr als 2 bar, so werden die für die relative Wandstärke zu vergebenden Punkte wie folgt definiert: $W \geq 85\%$: 15 Punkte, $W \geq 65\%$ und $< 85\%$: 10 Punkte, $W \leq 65\%$: 0 Punkte.

[0035] Alternativ oder zusätzlich können die im Prüfalgorithmus implementierten Charakterisierungsregeln auch auf der Grundlage von einer oder mehreren algebraischen Funktionen definiert sein.

[0036] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist die Auswerteeinheit dazu eingerichtet, den Prüfalgorithmus zumindest auf der Grundlage eines einzelnen Schadereignisses, bevorzugt unter Berücksichtigung des für den von dem Schadereignis betroffenen Behälter ermittelten zumindest einen Behälterparameters, oder einer Mehrzahl von Schadereignissen, bevorzugt auf der Grundlage einer aus der Mehrzahl von Schadereignissen und einer Gesamtzahl von befüllten Behältern ermittelten Schadquote, derart anzupassen, dass die Erkennung von instabilen Behältern verbessert ist. Die für die genannte Anpassung erforderlichen Informationen werden bevorzugt in Form des genannten Ereignisparameters an die Auswerteeinheit übermittelt.

[0037] Das Ermitteln der Schadquote kann sich insbesondere auf einen bestimmten Zeitraum beziehen, so dass die Schadquote einer Anzahl von Schadereignissen pro Zeitraum dividiert durch die Gesamtzahl von Füllvorgängen in diesem Zeitraum entspricht. Zur Anpassung des Prüfalgorithmus, insbesondere des Grenzwerts des Prüfalgorithmus, auf der Grundlage von einzelnen Schadereignissen wird durch die Nachverfolgbarkeit und/oder Identifizierbarkeit der Behälter unterstützt, da es hierdurch möglich ist, die für einen beschädigten Behälter zuvor ermittelten Parameter zu identifizieren und auf der Grundlage dieser Parameter den Prüfalgorithmus anzupassen, d.h. beispielsweise die Grenzwerte oder die Regeln für die regelbasierte Kombination anzupassen. In diesem Zusammenhang bedeutet die Verbesserung der Erkennung von instabilen Behältern, die Schadquote zu vermindern, d.h. die Quote von falsch-positiven Charakterisierungen von Behältern zu reduzieren. Dies kann beispielsweise im Rahmen eines Einlernvorgangs erfolgen. Optional kann auch ein selbst lernender Prüfalgorithmus, bevorzugt unter Verwendung von Methoden des maschinellen Lernens, implementiert werden, wobei bevorzugt eine Optimierung des Prüfalgorithmus fortlaufend während des Betriebs erfolgt.

[0038] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist die Auswerteeinheit dazu eingerichtet, den Prüfalgorithmus zumindest auf der Grundlage einer Datenbank, in welcher für eine Mehrzahl von Schadereignissen zumindest ein jeweiliger Parameter hinterlegt ist, bevorzugt unter Verwendung von Methoden des maschinellen Lernens, derart anzupassen, dass die Erkennung von instabilen Behältern verbessert ist.

[0039] Derartige Ausgestaltungen zur Anpassung des Prüfalgorithmus können als eine Form einer datenbasierten Modellierung angesehen werden. Eine solche Modellierung oder Modellbildung kann durch verschiedene Methoden des maschinellen Lernens erfolgen. Insbesondere kann bestärkendes Lernen (englisch: "reinforcement learning") zum Einsatz kommen, wobei ein dem Prüfalgorithmus zugrundeliegendes Modell eine positive Rückmeldung erhält, wenn ein Behälter den Füllprozess ohne Beschädigung übersteht, und eine negative Rückmeldung erhält, wenn der Behälter während des Füllens platzt. Um ein Ansteigen einer Nichtbefüllungs- oder Ausleitungsquote über ein erwünschtes Maß hinaus zu vermeiden, bewirkt die Nichtbefüllungs- oder Ausleitungsquote ebenfalls eine negative Rückkopplung. Um das gewünschte Optimierungsziel, weder eigentlich stabile Behälter auszusortieren noch an sich instabile Behälter unter Standardbedingungen zu befüllen, zu erreichen, kann vorgesehen sein, dass die negative Rückmeldung eines Schadereignisses stärker gewichtet wird als die Nichtbefüllungs- oder Ausleitungsquote. Alternativ oder zusätzlich kann eine Verbesserung des Prüfalgorithmus durch maschinelles Lernen über statistische Methoden wie z.B. durch Prädiktion einer übergeordneten Zielgröße erfolgen, die für den Gesamtprozess wesentlich ist. Der Prüfalgorithmus wird also nicht auf der Grundlage von individuellen Ereignissen beim Füllvorgang angepasst ("Schadereignis oder kein Schadereignis"), sondern auf der Basis der Schadquote und der Nichtbefüllungs- oder Ausleitungsquote. Die Auswerteeinheit kann in einem Trainingsvorgang auf Basis von Historiendaten aus der Datenbank dazu ausgebildet werden, die den Behältern zugeordneten Parameter auf ein Zielereignis "Behälterplatzer" abzubilden. Dabei lernt die Auswerteeinheit unter Verwendung von Methoden des maschinellen Lernens, Kombinationen aus Behälter-, Behältertyp- und Prozessparametern mit einem Wahrscheinlichkeits-Score für ein Schadereignis zu assoziieren und mithin Schadereignisse für einen Behälter im Abfüllprozess aus den verfügbaren Daten zu prädictieren. Durch derartige Lernverfahren ist eine fortlaufende Optimierung auch bei sich ändernden Prozessparametern und unterschiedlichen Behältertypen gegeben.

[0040] Für die Ausbildung eines dem Prüfalgorithmus zugrunde liegenden Modells können in allen Fällen verschiedene Methoden des maschinellen Lernens zum Einsatz kommen, wie z.B. Deep Learning, Boosted Trees, Random Forests oder Support Vector Machines. Ein wesentlicher Punkt bei den vorgeschlagenen Ansät-

zen ist, dass die Modellbildung (als Ergebnis eines Lernverfahrens auf der Grundlage von Prozessdaten) zu einem individualisierten Modell der zu überprüfenden Abfüllanlage und der darin verwendeten Behälter führt. Auf der Basis dieses Modells lassen sich dann Ereignisse, die sich aus der konkreten Verwendung der Abfüllanlage zu einem gegebenen Zeitpunkt in Kombination mit den verwendeten Behältern ergibt, spezifisch prädictieren. Dieser Ansatz geht über die Verwendung von Technologien des maschinellen Lernens zur Realisierung von lokalen Funktionen (z.B. einem Einsatz eines tiefen neuronalen Netzes für eine Bilderkennung im Gesamtprozess) hinaus, da der Gesamtprozess selbst modelliert wird und alle relevanten Prozesselemente für die Zielgrößenprädiktion berücksichtigt werden.

[0041] Die Erfindung betrifft ferner eine Abfüllanlage zum Abfüllen von Produkten in Behälter, umfassend ein Prüfsystem zur Prüfung der zu befüllenden Behälter nach einer der vorstehend genannten erfindungsgemäßen oder vorteilhaften Ausführungsformen. Bei der genannten Abfüllanlage handelt es sich beispielsweise um eine Abfüllanlage zum Abfüllen von fließfähigen Produkten in flüssiger oder pulverförmiger Form. Insbesondere handelt es sich um eine Abfüllanlage zum Abfüllen von Lebensmitteln in Behältern, insbesondere zum Abfüllen von Getränken in Flaschen.

[0042] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Abfüllanlage umfasst die Abfüllanlage zumindest eine Inspektionsvorrichtung zur Inspektion der zu befüllenden Behälter, welche dazu eingerichtet ist, zumindest einen Behälterparameter zu ermitteln, eine der Inspektionsvorrichtung nachgeordnete Fördervorrichtung und eine der Fördervorrichtung nachgeordnete, zum Befüllen der Behälter eingerichtete Füllvorrichtung, wobei die Fördervorrichtung dazu eingerichtet ist, die zu befüllenden Behälter in einer Förderrichtung von der Inspektionsvorrichtung zu der Füllvorrichtung zu fördern, wobei die Inspektionsvorrichtung, die Fördervorrichtung und die Füllvorrichtung eine jeweilige zugeordnete Steuereinrichtung aufweisen, welche mit der Auswerteeinheit des Prüfsystems verbunden sind, wobei bevorzugt die Füllvorrichtung ein mit der Auswerteeinheit verbundenes Schaderkennungssystem aufweist, welches dazu eingerichtet ist, einen durch ein Befüllen eines Behälters verursachten Behälterschaden als Schadereignis zu erfassen und zumindest auf der Grundlage des erfassten Schadereignisses den genannten, ein Schadereignis charakterisierenden Ereignisparameter zu erzeugen.

[0043] Auftretende Schadereignisse können, in Abhängigkeit von einer Ausgestaltung der Füllvorrichtung bzw. des Schaderkennungssystems, durch einen Druckabfall in einem Füllventil oder durch eine Bewegung eines Zuführelements, auf dem der Behälter positioniert war und von diesem gegen das Füllventil gepresst wurde, detektiert werden. Es versteht sich, dass sich die genannte Fördervorrichtung nicht nur über einen die Inspektionsvorrichtung und die Füllvorrichtung umfassenden Bereich erstrecken muss, sondern auch Bereiche

umfassen kann, die in der Förderrichtung vor der Inspektionsvorrichtung und/oder nach der Füllvorrichtung gelegen sind. In diesen genannten vor- und/oder nachgelagerten Bereichen können alternativ auch weitere Fördereinrichtungen vorgesehen sein. Durch die Fördervorrichtung oder durch gegebenenfalls vorhandene Fördermittel der Inspektionsvorrichtung und/oder der Füllvorrichtung wird eine Förderstrecke für die zu befüllenden Behälter definiert.

[0044] Die Abfüllanlage kann bevorzugt auch eine der Inspektionsvorrichtung vorgeordnete Behälterreinigungsvorrichtung aufweisen.

[0045] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels mit Bezug auf die Zeichnungen beschrieben.

Fig. 1 zeigt ein schematisches Blockdiagramm einer Abfüllanlage mit einem Prüfsystem gemäß einem Ausführungsbeispiel.

[0046] Fig. 1 zeigt schematisch eine Abfüllanlage 20, welche dazu eingerichtet ist, durch die Abfüllanlage 20 zu befüllende, bevorzugt transparente Behälter oder Flaschen 16 entlang einer Förderstrecke 18 in einer durch einen Doppelpfeil gekennzeichneten Förderrichtung zu fördern. Entlang der Förderstrecke 18 sind verschiedene Komponenten vorgesehen, welche hier vereinfacht als Blöcke dargestellt sind.

[0047] Die in Förderrichtung geförderten Behälter oder Flaschen 16 gelangen zunächst in eine Behälterreinigungsvorrichtung 22, in der sie gereinigt werden. Die gereinigten Flaschen 16 werden anschließend in eine Inspektionsvorrichtung 24 gefördert, in welcher eine Inspektion zur Erkennung von fehlerhaften, d.h. beschädigten, verschlissenen und/oder ungenügend gereinigten Flaschen 16 erfolgt. Die Behälter oder Flaschen werden mittels einer Fördervorrichtung 26 zu einer Füllvorrichtung 28 gefördert, welche die zu befüllenden Flaschen 16 mittels eines Spülgases oder eines Spanngases gegebenenfalls vorspannt und mit dem einzufüllenden Produkt, beispielsweise einer Flüssigkeit, insbesondere einem Getränk, befüllt. An der Füllvorrichtung 28 kann ein integriertes oder separates Schaderkennungssystem vorgesehen sein, welches dazu eingerichtet ist, platzende Flaschen 16 zu detektieren.

[0048] Die Inspektionsvorrichtung 24 weist eine Steuereinrichtung 30a, die Fördervorrichtung 26 eine Steuereinrichtung 30b und die Füllvorrichtung 28 eine Steuereinrichtung 30c auf, wobei jede Steuereinrichtung 30a bis 30c mit einer Auswerteeinheit 40 verbunden ist, welche Bestandteil eines erfindungsgemäßen Prüfsystems ist. Bei den Steuereinrichtungen kann es sich z.B. um speicherprogrammierbare Steuereinrichtungen (SPS) handeln.

[0049] In Fig. 1 sind alle Verbindungen zwischen der Auswerteeinheit 40 und den Steuereinrichtungen 30a bis 30c als bidirektionale Kommunikationspfade eingezeichnet. Grundsätzlich ist es jedoch ausreichend, wenn alle

Steuereinrichtungen 30a bis 30c Signale an die Auswertereinheit 40 übermitteln können und nur die Steuereinrichtung 30c der Füllvorrichtung 28 zusätzlich auch Signale von der Auswertereinheit 40 empfangen kann.

[0050] Bevorzugt weist die Abfüllanlage 20 keine übergeordnete, mit den Steuereinrichtungen 30a bis 30c vorgesehene Steuereinheit auf. Insofern arbeiten die Steuereinrichtungen 30a bis 30c jeweils selbstständig, wobei aber nicht ausgeschlossen ist, dass diese untereinander in uni- oder bidirektionaler Weise Signale austauschen können.

[0051] Für die außerhalb der Inspektionsvorrichtung 24, der Fördervorrichtung 26 und der Füllvorrichtung 28 verlaufenden Abschnitte der Förderstrecke 18 können weitere, hier nicht explizit dargestellte Fördervorrichtungen vorgesehen sein. Alternativ kann sich auch die Fördervorrichtung 26 zusätzlich über alle oder einen Teil dieser Bereiche erstrecken und die Förderung der Behälter oder Flaschen 16 bewirken.

[0052] Die Auswertereinheit 40 empfängt von der Steuereinrichtung 30a der Inspektionsvorrichtung 24 als Ergebnis der Inspektion zumindest einen Behälterparameter, beispielsweise einen Verschleißparameter wie den Zerkratungsgrad oder einen Beschädigungsparameter. Weiterhin empfängt die Auswertereinheit 40 von der Steuereinrichtung 30c der Füllvorrichtung 28 einen oder mehrere Prozessparameter, wie beispielsweise den Vorspanndruck, den Fülldruck und/oder die Fülltemperatur, sowie gegebenenfalls einen Ereignisparameter, welcher ein beim Befüllen einer Flasche 16 auftretendes Schadereignis charakterisiert. Der Ereignisparameter kann beispielsweise mit Hilfe eines mit der Füllvorrichtung 28 verbundenen oder eines in der Füllvorrichtung 28 integrierten Schaderkennungssystems (nicht dargestellt) erzeugt werden.

[0053] Jede der Steuereinrichtungen 30a bis 30c ist dazu eingerichtet, jeweilige Identifizierungssignale zu erzeugen, welche eine Nachverfolgung und/oder Identifizierung einer Flasche 16 während ihrer Verweildauer in der zugeordneten Inspektionsvorrichtung 24, Fördervorrichtung 26 bzw. Füllvorrichtung 28 ermöglichen, wobei die Identifizierungssignale bevorzugt mittels Verwendung eines Schieberegisters erzeugt werden können. Die Auswertereinheit 40 ist dazu eingerichtet, die von den Steuereinrichtungen 30a bis 30c erzeugten Identifizierungssignale zu empfangen und derart miteinander zu verknüpfen, dass eine jeweilige Flasche 16 zumindest von einem Zeitpunkt ihrer Inspektion in der Inspektionsvorrichtung 24 bis zu einem Zeitpunkt ihres Befüllens in der Füllvorrichtung 28 nachverfolgbar und/oder identifizierbar ist.

[0054] Die Auswertereinheit 40 kann eine Art Datenbank oder Register aufweisen, in welcher die für eine jeweilige Flasche 16 ermittelten Behälterparameter, Behältertypparameter und/oder Prozessparameter sowie gegebenenfalls ein für diese Flasche 16 erzeugter Ereignisparameter, welcher ein diese Flasche 16 betreffendes Schadereignis charakterisiert, gespeichert wer-

den. Die Speicherung kann für die Verweildauer der betreffenden Flasche 16 in der Abfüllanlage 20 oder auch für längere Zeit erfolgen, um eine statistische Auswertung zu ermöglichen.

[0055] In der Auswertereinheit 40 ist somit eine Behälterverfolgung realisiert, welche es ermöglicht, einen individuellen Behälter 16 beim Durchlauf durch die verschiedenen Komponenten der Abfüllanlage, zumindest beim Durchlauf durch die Inspektionsvorrichtung 24, die Fördervorrichtung 26 und die Füllvorrichtung 28, zu verfolgen und diesem Behälter 16 die jeweils ermittelten Parameter einschließlich eines gegebenenfalls in der Füllvorrichtung 28 mittels eines Schaderkennungssystems ermittelten, nachstehend näher erläuterten Ereignisparameters zuzuordnen.

[0056] In der Auswertereinheit 40 wird eine jeweilige zu prüfende Flasche 16 zumindest auf der Grundlage des zumindest einen zugeordneten Behälterparameters und des zumindest einen zugeordneten Prozessparameters unter Anwendung eines Prüfalgorithmus hinsichtlich ihrer Stabilität charakterisiert. Basierend auf dieser Charakterisierung wird ein Behälterstabilitätssignal erzeugt und an die Steuereinrichtung 30c der Füllvorrichtung 28 und alternativ oder zusätzlich an eine der Füllvorrichtung vorgeordnete Behälterausleitungsvorrichtung (nicht dargestellt) übermittelt. Eine derartige Behälterausleitungsvorrichtung kann beispielsweise in die Inspektionsvorrichtung 24 integriert oder dieser nachgeordnet sein.

[0057] Das Charakterisieren einer jeweiligen Flasche 16 kann beispielsweise durch Zuordnen eines Stabilitätsparameters oder durch Klassifizieren der Flasche 16 in verschiedene Stabilitätsklassen oder -kategorien erfolgen.

[0058] Das Behälterstabilitätssignal kann bei einer erkannten Behälterinstabilität Anweisungen an die Steuereinrichtung 30c enthalten, welche die Füllvorrichtung 28 veranlasst, die betreffende Flasche 16 bei einer erkannten potenziellen Behälterinstabilität in einer modifizierten Weise zu befüllen, d.h. den zu befüllenden Behälter nicht oder mit einer reduzierten Füllmenge und/oder einem reduzierten Fülldruck zu befüllen, ein vorgängig zum Befüllen durchgeführtes Spülen mit einem Spülgas oder Spanngas bei einem reduzierten Druck durchzuführen und/oder die befüllte Flasche 16 nicht zu verschließen. Alternativ oder zusätzlich kann das Behälterstabilitätssignal bei einer erkannten Behälterinstabilität Anweisungen an die ggf. vorhandene, der Füllvorrichtung vorgeordnete Behälterausleitungsvorrichtung umfassen, den betreffenden Behälter bei einer erkannten potentiellen Behälterinstabilität auszuleiten. Hierdurch werden Schadereignisse wie Flaschenplatzer in präventiver Weise verhindert.

[0059] Sollte es aufgrund einer fehlerhaften Charakterisierung einer Flasche 16, bei welcher die Flasche 16 fälschlicherweise als stabil charakterisiert wurde oder die Modifizierungen des Füllprozesses nicht ausreichend waren, zu einem nicht erwarteten Schadereignis oder Platzen dieser Flasche 16 gekommen sein, wird von der

Steuereinrichtung 30c ein Ereignisparameter erzeugt und an die Auswerteeinheit 40 übermittelt. Die Auswerteeinheit 40 kann diesen Ereignisparameter dazu verwenden, den Prüfalgorithmus zu verbessern, so dass die Eintrittswahrscheinlichkeit für derartige unerwartete Schadereignisse reduziert werden kann.

[0060] Durch die Prüfung der Behälter oder Flaschen 16 auf Stabilität unter Berücksichtigung von Behälterparametern, Prozessparametern und gegebenenfalls auftretenden Ereignisparametern wird die Wahrscheinlichkeit für ein Auftreten von unerwünschten Behälterplatzern während des Füllvorgangs präventiv vermindert. Die Füllleistung der Abfüllanlage 20 wird durch frühzeitiges Aussortieren bzw. durch eine modifizierte Befüllung potentiell platzgefährdeter Behälter 16 maximiert und die Gefahr für das Personal und den Endverbraucher durch Behälterbruchstücke reduziert.

Bezugszeichenliste

[0061]

16	Behälter, Flasche
18	Förderstrecke
20	Abfüllanlage
22	Reinigungsvorrichtung
24	Inspektionsvorrichtung
26	Fördervorrichtung
28	Abfüllvorrichtung
30a bis 30c	Steuereinrichtung
40	Auswerteeinheit

Patentansprüche

1. Prüfsystem zur Prüfung von zu befüllenden Behältern (16) und Identifizierung von instabilen Behältern (16) in einer Abfüllanlage (20), wobei die Abfüllanlage (20) zumindest eine Inspektionsvorrichtung (24) zur Inspektion der zu befüllenden Behälter (16), welche dazu eingerichtet ist, für einen jeweiligen Behälter (16) zumindest einen Behälterparameter zu ermitteln, eine der Inspektionsvorrichtung (24) nachgeordnete Fördervorrichtung (26) und eine der Fördervorrichtung (26) nachgeordnete, zum Befüllen der Behälter (16) eingerichtete Füllvorrichtung (28), wobei die Fördervorrichtung (26) dazu eingerichtet ist, die zu befüllenden Behälter (16) in einer Förderrichtung von der Inspektionsvorrichtung (24) zu der Füllvorrichtung (28) zu fördern, wobei die Inspektionsvorrichtung (24), die Fördervorrichtung (26) und die Füllvorrichtung (28) eine jeweilige zugeordnete Steuereinrichtung (30a - 30c) aufweisen,

wobei das Prüfsystem eine Auswerteeinheit (40) aufweist, welche mit jeder der Steuereinrichtungen (30a - 30c) (30a - 30c) zumindest zum Empfang von jeweiligen Signalen koppel-

bar ist, wobei die empfangenen Signale zumindest Identifizierungssignale und/oder Parameter umfassen, wobei die Auswerteeinheit (40) dazu eingerichtet ist,

- von der Steuereinrichtung (30a) der Inspektionsvorrichtung (24) zumindest einen Behälterparameter und von der Steuereinrichtung (30c) der Füllvorrichtung (28) zumindest einen Prozessparameter und gegebenenfalls einen Ereignisparameter, welcher ein beim Befüllen eines Behälters (16) auftretendes Schadereignis charakterisiert, zu empfangen,
- zumindest auf der Grundlage der empfangenen Identifizierungssignale einen jeweiligen Behälter (16) unter Zuordnung zumindest des für diesen Behälter (16) ermittelten zumindest einen Behälterparameters nachzuverfolgen und/oder zu identifizieren,
- den zu prüfenden Behälter (16) zumindest auf der Grundlage des zumindest einen zugeordneten Behälterparameters und des zumindest einen Prozessparameters unter Anwendung eines Prüfalgorithmus hinsichtlich seiner Stabilität zu charakterisieren und darauf basierend ein Behälterstabilitätssignal zu erzeugen und an die Steuereinrichtung (30c) der Füllvorrichtung (28) und/oder an eine der der Füllvorrichtung (28) vorgeordnete Behälterausleitungsvorrichtung zu übermitteln, und
- den Prüfalgorithmus zumindest auf der Grundlage eines empfangenen Ereignisparameters anzupassen.

2. Prüfsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Steuereinrichtung (30a - 30c) dazu eingerichtet ist, jeweilige Identifizierungssignale, bevorzugt mittels Verwendung eines Schieberegisters, zu erzeugen, welche eine Nachverfolgung und/oder Identifizierung eines Behälters (16) während seiner Verweildauer in der zugeordneten Inspektionsvorrichtung (24), Fördervorrichtung (26) beziehungsweise Füllvorrichtung (28) ermöglichen, wobei die Auswerteeinheit (40) ferner dazu eingerichtet ist, die von jeder Steuereinrichtung (30a - 30c) empfangenen Identifizierungssignale derart miteinander zu verknüpfen, dass ein jeweiliger Behälter (16) zumindest von einem Zeitpunkt seiner Inspektion bis zu einem Zeitpunkt seines Befüllens nachverfolgbar und/oder identifizierbar ist.
3. Prüfsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

dass das Behälterstabilitätssignal bei einer erkannten Behälterinstabilität Anweisungen an die Füllvorrichtung (28), den betreffenden Behälter (16) bei einer erkannten potentiellen Behälterinstabilität in einer modifizierten Weise zu befüllen, und/oder Anweisungen an eine der Füllvorrichtung vorgeordnete Behälterausleitungsvorrichtung umfasst, den betreffenden Behälter (16) bei einer erkannten potentiellen Behälterinstabilität auszuleiten.

4. Prüfsystem nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Anweisungen an die Füllvorrichtung (28) umfassen,

- den zu befüllenden Behälter (16) nicht oder mit einer reduzierten Füllmenge und/oder einem reduzierten Fülldruck zu befüllen,
- ein vorgängig zum Befüllen durchgeführtes Spülen mit einem Spülgas oder Spanngas bei einem reduzierten Druck durchzuführen und/oder
- den befüllten Behälter (16) nicht zu verschließen.

5. Prüfsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Auswerteeinheit (40) dazu eingerichtet ist, den zu prüfenden Behälter (16) zusätzlich auf der Grundlage eines Behältertypparameters zu charakterisieren, welcher von der Steuereinrichtung (30c) der Füllvorrichtung (28), und/oder einer mit dem Prüfsystem verbundenen Eingabevorrichtung empfangen wurde.

6. Prüfsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass in dem Prüfalgorithmus für jeden der bei der Charakterisierung zu berücksichtigenden Parameter eine jeweilige Grenzwertüberprüfung durchgeführt wird, wobei jeweils geprüft wird, ob ein oder mehrere für den jeweiligen Parameter definierte Grenzwerte über- oder unterschritten wurden, und dass das Charakterisieren des zu prüfenden Behälters (16) hinsichtlich seiner Stabilität auf der Grundlage einer regelbasierten Kombination der Ergebnisse der durchgeführten Grenzwertüberprüfungen erfolgt, wobei bevorzugt ein jeweiliger Grenzwert für eine Grenzwertüberprüfung eines bestimmten Parameters auf der Grundlage eines Wertes eines anderen Parameters oder eines Ergebnisses der Grenzwertüberprüfung eines anderen Parameters definiert wird.

7. Prüfsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Auswerteeinheit (40) dazu eingerichtet ist, den Prüfalgorithmus zumindest auf der Grundlage eines einzelnen Schadereignisses, bevorzugt unter Berücksichtigung des für den von dem Schadereignis betroffenen Behälter(16) ermittelten zumindest einen Behälterparameters, oder einer Mehrzahl von Schadereignissen, bevorzugt auf der Grundlage einer aus der Mehrzahl von Schadereignissen und einer Gesamtzahl von befüllten Behältern (16) ermittelten Schadquote, derart anzupassen, dass die Erkennung von instabilen Behältern (16) verbessert ist.

8. Prüfsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Auswerteeinheit (40) dazu eingerichtet ist, den Prüfalgorithmus zumindest auf der Grundlage einer Datenbank, in welcher für eine Mehrzahl von Schadereignissen zumindest ein jeweiliger Parameter hinterlegt ist, bevorzugt unter Verwendung von Methoden des maschinellen Lernens, derart anzupassen, dass die Erkennung von instabilen Behältern (16) verbessert ist.

9. Abfüllanlage (20) zum Abfüllen von Produkten in Behältern (16) umfassend ein Prüfsystem zur Prüfung der zu befüllenden Behälter (16) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

10. Abfüllanlage (20) nach Anspruch 9,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Abfüllanlage (20) zumindest eine Inspektionsvorrichtung (24) zur Inspektion der zu befüllenden Behälter (16), welche dazu eingerichtet ist, zumindest einen Behälterparameter zu ermitteln, eine der Inspektionsvorrichtung (24) nachgeordnete Fördervorrichtung (26) und eine der Fördervorrichtung (26) nachgeordnete, zum Befüllen der Behälter (16) eingerichtete Füllvorrichtung (28) umfasst, wobei die Fördervorrichtung (26) dazu eingerichtet ist, die zu befüllenden Behälter (16) in einer Förderrichtung von der Inspektionsvorrichtung (24) zu der Füllvorrichtung (28) zu fördern, wobei die Inspektionsvorrichtung (24), die Fördervorrichtung (26) und die Füllvorrichtung (28) eine jeweilige zugeordnete Steuereinrichtung (30a - 30c) aufweisen, welche mit der Auswerteeinheit (40) des Prüfsystems verbunden sind, wobei bevorzugt die Füllvorrichtung (28) ein mit der Auswerteeinheit (40) verbundenes Schaderkennungssystem aufweist, welches dazu eingerichtet ist, einen durch ein Befüllen eines Behälters (16) verursachten Behälterschaden als Schadereignis zu erfassen und zumindest auf der Grundlage des erfassten Schadereignisses den genannten, ein Schadereignis charakterisierenden Ereignisparameter zu erzeugen.

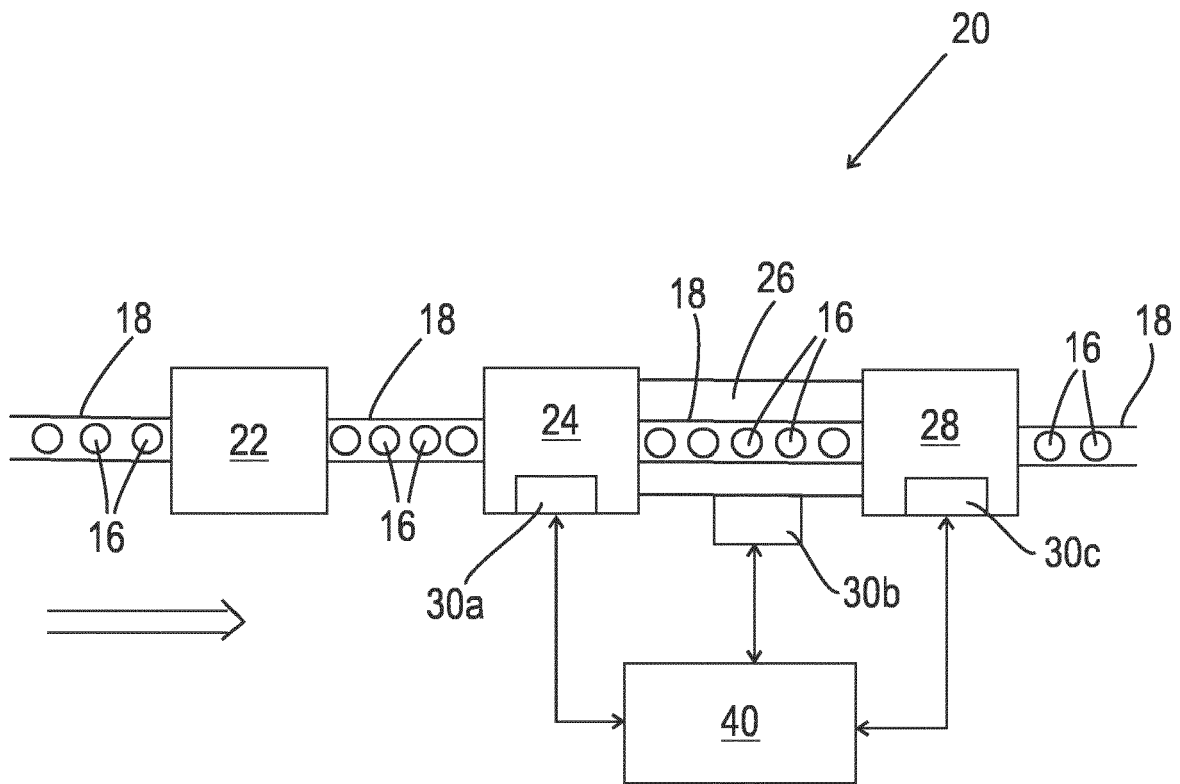


Fig. 1



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 22 18 9261

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 3 819 097 A1 (SICK AG [DE]) 12. Mai 2021 (2021-05-12) * das ganze Dokument * -----	1-10	INV. B67C3/00
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B67C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 6. Januar 2023	Prüfer Wartenhorst, Frank
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

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

EP 22 18 9261

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

06-01-2023

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	EP 3819097	A1	12-05-2021	DE 102019129726 A1	06-05-2021
				EP 3819097 A1	12-05-2021
15	-----				
20					
25					
30					
35					
40					
45					
50					
55					

EPO FORM P0461

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