

19



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Économie

11

N° de publication :

LU505883

<https://patent.public.lu/fo-eregister/view/>

12

BREVET D'INVENTION

B1

21

N° de dépôt: LU505883

51

Int. Cl.:
G01G 19/42

22

Date de dépôt: 21/12/2023

30

Priorité:

73

Titulaire(s):
SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT – 80333
München (Deutschland)

43

Date de mise à disposition du public: 24/06/2025

72

Inventeur(s):
MAYER Lukas Walter – Deutschland, BARTH Johannes
– Deutschland, RAAB Oliver – Deutschland, WEISBROD
Erik – Deutschland, SCHWARZ Markus – Deutschland

47

Date de délivrance: 24/06/2025

DX

Date d'expiration: 21/12/2043

85

Date d'entrée en phase nationale:

74

Mandataire(s):
SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT –
80333 München (Deutschland)

86

N° de dépôt de la demande internationale:

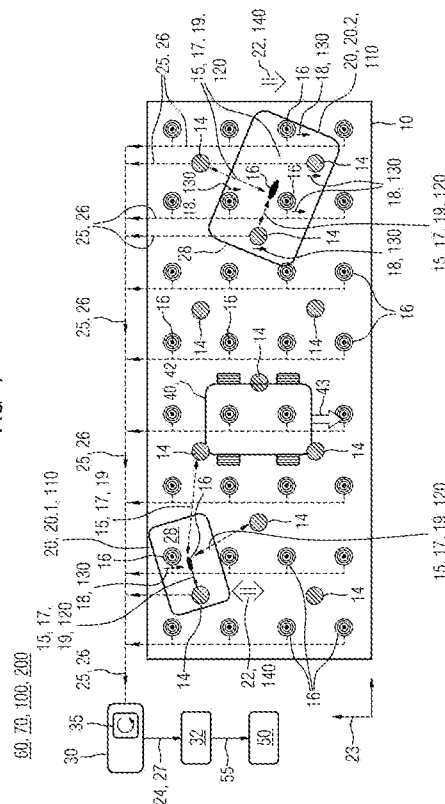
54

Ortsauflösendes Wägesystem und Wägeverfahren.

57

Die Erfindung betrifft ein Wägesystem (70), das einen Untergrundbelag (10) und eine Mehrzahl an Behältern (20, 20.1, 20.2) umfasst. Der Untergrundbelag (10) ist mit einer Mehrzahl an Druckerfassungsmitteln (16) versehen. Erfindungsgemäß sind der Untergrundbelag (10) und die Behälter (20, 20.1, 20.2) jeweils mit Ortungsmitteln (14) zum Orten der Behälter (20, 20.1, 20.2) auf dem Untergrundbelag (10) ausgestattet. Weiter betrifft die Erfindung ein Wägeverfahren (100), das mit einem solchen Wägesystem (70) durchführbar ist. Die Erfindung betrifft ebenso ein dazu ausgebildetes Computerprogrammprodukt (35) und eine damit ausgestattete Auswertungs- einheit 30. Darüber hinaus betrifft die Erfindung eine Verwendung einer Nahfeldkommunikationsantenne (21) als Ortungsmittel (14) zum Orten eines Behälter (20, 20.1, 20.2), wobei die Nahfeldkommunikationsantenne (21) in einem Untergrundbelag (10) angeordnet ist, auf dem der Behälter (20, 20.1, 20.2) bestimmungsgemäß positionierbar ist. Ferner betrifft die Erfindung eine Simulationsverfahren (200) zum Simulieren eines Betriebsverhalten eines solchen Wägesystems (70) und ein dazu eingerichtetes Simulationsprogrammprodukt (60).

FIG 1



Beschreibung

Ortsauflösendes Wägesystem und Wägeverfahren

5 Die Erfindung betrifft ein Wägesystem zum ortsaufgelösten Wägen und ein Wägeverfahren. Die Erfindung betrifft ebenso ein Computerprogrammprodukt zum Durchführen des Wägeverfahrens und eine damit ausgestattete Auswertungseinheit. Darüber hinaus betrifft die Erfindung die Verwendung einer Nahfeldkommunikationsantenne. Weiter betrifft die Erfindung ein zugehöriges Simulationsverfahren und ein Simulationsprogrammprodukt.

Aus der Patentanmeldung US 2023/0196325 A1 ist ein Inventur-
system bekannt, das zum Erfassen eines Warenbestands eines
15 Ladengeschäfts ausgebildet ist. Darin wird an einer Kasse die Anwesenheit eines Kassierers erkannt und ein RFID-Etikett an einem Artikel ausgelesen. Wenn die Anwesenheit eines Kassierers erkannt wird, wird eine auf den Artikel bezogene Transaktion in einer Warendatenbank festgehalten. Wenn kein Kassierer erkannt wird, wird keine auf den Artikel bezogene Transaktion in der Warendatenbank festgehalten. Zum Erkennen der Anwesenheit des Kassierers wird eine Belastung einer Druckmatte und/oder eine Nähe eines RFID-Etiketts des Kassierers erfasst.

25 Wägesysteme werden zur Unterstützung unterschiedlicher Fertigungsprozesse eingesetzt. Fertigungseinrichtungen werden zunehmend flexibel gestaltet. Dies erfordert einen aufwendigen Umbau des zugehörigen Wägesystems. Es besteht somit Bedarf an einem Wägesystem, das ein erhöhtes Maß an Flexibilität bietet, kosteneffizient ist und einfach in der Handhabung. Gleichermaßen wird eine verbesserte Datenanbindung eines solchen Wägesystems angestrebt. Der Erfindung liegt die Aufgabenstellung zugrunde, eine Möglichkeit bereitzustellen, die
30 in zumindest einem dieser Aspekte eine Verbesserung bietet.

Die Aufgabenstellung wird durch ein erfindungsgemäßes Wägesystem gelöst. Das Wägesystem umfasst einen Untergrundbelag

und eine Mehrzahl an Behältern, die dazu geeignet sind, ein Gut aufzunehmen. Das Gut kann ein Stückgut, ein Schüttgut und/oder eine Flüssigkeit sein. Der Untergrundbelag ist beispielsweise auf einem Fußboden oder einer Abstellfläche aus-
5 legbar. Der Untergrundbelag kann beispielsweise als eine Matte oder Folie ausgebildet sein. Der Untergrundbelag ist mit einer Mehrzahl an Druckerfassungsmitteln versehen, die dazu geeignet sind, eine auf den Untergrundbelag einwirkende Druckbeanspruchung zu erfassen. Die Druckerfassungsmittel
10 können beispielsweise als Kraftmesszellen ausgebildet sein, die an der Oberseite, der Unterseite des Untergrundbelags, oder in den Untergrundbelag eingelassen, vergossen oder einlaminiert angeordnet sein können. Ohne Beschränkung der Allgemeinheit umfasst der Ausdruck „Ortungsmittel am Untergrund-
15 belag“ jegliche Anordnung des Ortungsmittels an oder im Untergrundbelag. Insbesondere kann der Untergrundbelag mit den Druckerfassungsmitteln als drucksensitive Matte, bevorzugt als ortsauflösend drucksensitive Matte, ausgebildet sein. Ferner kann der Untergrundbelag durchgängig ausgebildet sein
20 oder modular, also eine Mehrzahl an Untergrundbelag-Modulen umfassen, die zusammensetzbar sind. Erfindungsgemäß sind der Untergrundbelag und die Behälter jeweils mit Ortungsmitteln versehen, die dazu ausgebildet und eingerichtet sind, die Behälter auf dem Untergrundbelag zu orten. Die Ortungsmittel an
25 den Behältern können an einer Außenseite, einer Innenseite und/oder innerhalb einer Wandung des Behälters angeordnet sein. Die Ortungsmittel in den Behältern sind zu einem Zusammenwirken mit den Ortungsmitteln im Untergrundbelag ausgebildet, wobei eine Position eines Behälters durch dieses Zusammenwirken ermittelbar ist.
30

Geeignete Ortungsmittel sind in einfacher Weise, beispielsweise durch Drucken, als integrierte Komponenten an oder in einem Untergrundbelag bzw. Untergrundbelag-Modul herstellbar.
35 Dadurch ist eine Gewichtskraft, die durch einen Behälter auf den Untergrundbelag ausgeübt wird, kontinuierlich überwachbar. Ein Platzieren auf einer Waage ist somit entbehrlich. Dies erlaubt es, beispielsweise in einer

Fertigungseinrichtung Behälter beliebig auf dem Untergrundbelag zu positionieren ohne weitergehende Mittel für eine Wägung der Behälter vorzusehen. Mittels des beanspruchten Wägesystems ist beispielsweise überwachbar, ob an einer Station
5 der Fertigungseinrichtung ausreichend Material in einem Behälter ist. Dadurch, dass das mit den Druckerfassungsmitteln und den Ortungsmitteln des Untergrundbelags für einen Benutzer Teil des Fußbodens oder der damit belegten Abstellfläche ist, ist das erfindungsgemäße Wägesystem platzsparend und er-
10 leichtert eine Umrüstung der Fertigungseinrichtung.

In einer Ausführungsform des beanspruchten Wägesystems sind die Ortungsmittel, mit denen der Untergrundbelag versehen ist, in einem Raster angeordnet. Die Ortungsmittel können
15 beispielsweise als Vielecke wie Dreiecke, Rechtecke, Quadrate, etc. angeordnet sein. Durch ein derartiges Raster ist im Zusammenwirken mit einem Ortungsmittel an einem Behälter dieser präzise ortbar. Durch die Ortung des Behälters auf dem Untergrundbelag ist ermittelbar, auf welches Druckerfassungsmittel durch den Behälter dessen Gewichtskraft ausgeübt wird. Beispielsweise ist durch Aufsummieren von Signalen von den
20 entsprechenden Druckerfassungsmitteln die gesamte vom Behälter und gegebenenfalls dem darin befindlichen Gut ausgeübte Gewichtskraft ermittelbar. Das Raster kann durchgängig
25 gleichförmig ausgebildet sein oder abschnittsweise unterschiedlich ausgebildet sein. Beispielsweise kann in unterschiedlichen Abschnitten die flächenbezogene Dichte an Druckerfassungsmitteln unterschiedlich hoch ausgebildet sein. Je höher die flächenbezogene Dichte an Druckerfassungsmitteln
30 ist, umso präziser sind dort platzierte Behälter ortbar. Dies erlaubt unter anderem die zuverlässige selbsttätige Verwiegung von kleinen Behältern. Weiter können die Ortungsmittel, mit denen der Untergrundbelag versehen ist, auch bogenförmig angeordnet sein. Die Ortungsmittel sind damit im Hinblick auf
35 einen geplanten Betrieb und die damit einhergehende Ergonomie für einen Benutzer anpassbar. Dadurch sind die Ortungsmittel bedarfsgerecht einsetzbar und es wird insgesamt ein erhöhter Benutzungskomfort mit einer reduzierten Anzahl an

Ortungsmittels erzielt. Darüber hinaus können die Druckerfassungsmittel im beschriebenen Wägesystem ein höhere flächenbezogene Dichte aufweisen als die Ortungsmittel. Unter der flächenbezogenen Dichte ist hierbei die Anzahl an Druckerfassungsmitteln bzw. Ortungsmitteln je Flächeneinheit des Wägesystems zu verstehen. Dadurch ist eine vorteilhafte örtliche Auflösung beim Ermitteln der Gewichtskräfte von Behältern erzielbar bei einem Minimum an Ortungsmitteln. Das beschriebene Wägesystem ist damit kosteneffizient herstellbar.

10

Darüber hinaus kann das zumindest eine Ortungsmittel, das an einem der Behälter angebracht ist, zu einer Identifikation des zugehörigen Behälters ausgebildet sein. Das Ortungsmittel kann hierzu kodiert ausgebildet sein und eine individuelle Identifizierungsangabe und/oder eine Typenbezeichnung des entsprechenden Behälters aufweisen. Die Ortungsmittel, die zum Untergrundbelag gehören, können korrespondierend dazu ausgebildet sein, im Zusammenwirken mit zumindest einem der Behälter, diesen zu identifizieren. Eine erfasste Identität des Behälters ist dazu geeignet, den Behälter und die von ihm mit dem gegebenenfalls darin aufgenommenen Gut ausgeübte Gewichtskraft kontinuierlich oder periodisch zu überwachen. Das Ortungsmittel am Behälter kann zur Identifikation des zugehörigen Behälters beispielsweise eine maschinenlesbare Beschriftung wie einen Strichcode oder einen QR-Code aufweisen. Alternativ oder ergänzend kann das Wägesystem mit mindestens einer Kamera ausgestattet sein, mit der Behälter auf dem Untergrundbelag lokalisierbar sind und/oder eine mit den Ortungsmitteln durchgeführte Ortung mindestens eines Behälters plausibilisierbar ist. Dazu kann das Wägesystem zu einer automatischen Bilderkennung und Bildauswertung mit einer Künstlichen Intelligenz ausgestattet sein, die Bilddaten von der Kamera empfängt und verarbeitet.

35

In einer weiteren Ausführungsform des beanspruchten Wägesystems können Ortungsmittel, die zum Untergrundbelag gehören, mit dem Ortungsmittel an zumindest einem der Behälter kommunikationsfähig ausgebildet sein. Dazu können die

Ortungsmittel beispielsweise jeweils eine Nahfeldkommunikationsantenne, auch NFC-Antenne genannt, und/oder einen Nahfeldkommunikationssensor, also NFC-Sender genannt, aufweisen. Alternativ oder ergänzend können die Ortungsmittel auch eine
5 RFID-Antenne und/oder einen RFID-Sender aufweisen. Weiter alternativ oder ergänzend können die Ortungsmittel auch jegliche andere Form von Antenne und Sender umfassen, die eine Kommunikation zwischen dem Untergrundbelag und einem darauf platzierten Behälter ermöglicht. Antennen, insbesondere NFC-
10 Antennen, sind in einfacher Weise durch Drucken schnell, flexibel und kosteneffizient herstellbar. Ebenso können Anschlussleitungen für Antennen, insbesondere NFC-Antennen, im Untergrundbelag vorgesehen sein. Diese sind ebenso wie die Antennen durch Drucken herstellbar. Die Anschlussleitungen
15 der Antennen können kontaktierbar zu einem Rand des Untergrundbelags bzw. Untergrundbelag-Moduls ausgebildet sein. Die Anzahl an Antennen am bzw. im Untergrundbelag ist hierdurch lediglich durch die Abmessungen der Antennen und ihre Mindestabstände begrenzt. Das Auflösungsvermögen bei der Ortung
20 der Behälter ist folglich in einfacher Weise an den jeweiligen Einsatzbereich des beanspruchten Wägesystems anpassbar.

Ferner kann im beanspruchten Wägesystem zumindest ein Behälter mit einem Speicher versehen sein, in dem zumindest eine
25 Abmessung des Behälters gespeichert ist. Der Speicher kann mit dem Ortungsmittel des Behälters verbunden sein und beispielsweise durch ein Ortungsmittel am Untergrundbelag auslesbar sein. Die Abmessung des Behälters kann unter anderem unmittelbar als Bemaßung gespeichert sein oder mittelbar als
30 Typenbezeichnung des Behälters. Basierend auf einer Position, an der der Behälter geortet ist und der Abmessung des zugehörigen Behälters ist plausibilisierbar, welcher Bereich des Untergrundbelags durch die vom entsprechenden Behälter mit dem gegebenenfalls darin aufgenommenen Gut ausgeübte Ge-
35 wichtskraft beansprucht ist. Ebenso ist mittels der Abmessung plausibilisierbar, ob eine erfasste Gewichtskraft in einem Bereich des Untergrundbelags realistisch ist oder ein Defekt

vorliegt. Dies kann beispielsweise mittels eines Digitalen Zwillings des Wägesystems erfolgen.

5 Beim beanspruchten Wägesystem kann zumindest einer der Behälter mit einer Mehrzahl an Ortungsmitteln versehen sein. Durch eine Mehrzahl an Ortungsmitteln ist unter anderem eine Ausrichtung des Behälters ermittelbar. Dadurch ist noch exakter ermittelbar, wie beispielsweise eine Mehrzahl an Behältern auf dem Untergrundbelag abgestellt ist. Insbesondere ist daraus, beispielsweise in Verbindung mit einer Typenbezeichnung des Behälters, ermittelbar, aus welcher Richtung der Behälter vorzugsweise zu befüllen ist. Eine Materiallogistik, beispielsweise basierend auf autonomen Robotern, wie so weiter unterstützt. Der Einsatz von aufwendigen Bilderkennungssystemen oder Pegelmesseinrichtungen zum Erkennen des Füllstandes eines Behälters sind dadurch entbehrlich. Das beanspruchte Wägesystem vereinfacht dadurch automatisierte Fertigungsvorgänge.

10 20 Des Weiteren können zumindest ein Ortungsmittel am Untergrundbelag und zumindest ein Ortungsmittel an einem der Behälter zu einer gegenseitigen Distanzermittlung ausgebildet sein. Die Ortungsmittel können beispielsweise dazu ausgebildet sein, eine Intensität eines empfangenen Signals, insbesondere eines Identifikationssignals, zu erfassen und hieraus ihre Distanz zu ermitteln. Dadurch ist die Position eines entsprechenden Behälters auf dem Untergrundbelag noch genauer ermittelbar. Die Genauigkeit der Wägung der Behälter mit dem gegebenenfalls darin aufgenommenen Gut wird so gesteigert.

25 30 Eine selbsttätige Befüllung des Behälters, beispielsweise durch einen autonomen Roboter, wird so weiter unterstützt. Alternativ oder ergänzend kann das Wägesystem dazu ausgebildet sein, basierend auf einer Angabe über die Abmessungen eines Behälters und eine Lastverteilung, also einer Angabe über die Lage von erfassten Druckbeanspruchungen, die Position des Behälters auf dem Untergrundbelag ermittelt werden. Das Wägesystem, insbesondere seine zugehörige Auswertungseinheit, kann dementsprechend dazu ausgebildet sein, erfasste

35

Druckbeanspruchungen, eine Identifikation der zugehörigen Druckerfassungsmittel, und einer Angabe über die Abmessungen des entsprechenden Behälters, dessen Position auf dem Untergrundbelag zu ermitteln. Dazu kann ein Computerprogrammprodukt, das auf der Auswertungseinheit ausführbar ist, korrespondierend ausgebildet sein.

Die zugrundeliegende Aufgabenstellung wird ebenso durch ein erfindungsgemäßes Wägeverfahren gelöst. Durch das Wägeverfahren wird ein Behälter verwogen, der dazu geeignet ist, ein Gut aufzunehmen. Der Behälter ist auf einem Untergrundbelag positionierbar, also im Wesentlichen abstellbar. Das erfindungsgemäße Wägeverfahren umfasst einen ersten Schritt, in dem der Behälter bereitgestellt wird und auf dem Untergrundbelag platziert wird. Durch das Platzieren des Behälters übt dieser mit dem gegebenenfalls darin aufgenommenen Gut eine Gewichtskraft auf den Untergrundbelag aus. Weiter gehört ein zweiter Schritt zum Wägeverfahren, in dem durch ein Ortungsmittel ein Identifikationssignal ausgesendet wird. Das Ortungsmittel kann hierbei am Behälter oder am Untergrundbelag angebracht sein. Ferner wird das Identifikationssignal im zweiten Schritt durch ein Ortungsmittel empfangen. Das empfangende Ortungsmittel ist komplementär zum sendenden Ortungsmittel am Untergrundbelag bzw. am Behälter angebracht. Mittels des Identifikationssignals wird eine zumindest einseitige Kommunikation zwischen dem Untergrundbelag und dem Behälter hergestellt, durch die der Behälter auf dem Untergrundbelag ortbar ist.

Das Wägeverfahren umfasst weiter einen dritten Schritt, in dem zumindest ein Druckerfassungsmittel erkannt wird, das durch das Gewicht des Behälters und gegebenenfalls des darin aufgenommenen Guts belastet ist, also wo eine Gewichtskraft von ausgeübt wird. Dementsprechend wird durch das zumindest eine erkannte Druckerfassungsmittel eine vorliegende Druckbeanspruchung erfasst. In einem weiteren vierten Schritt wird die vom Behälter und dem darin gegebenenfalls aufgenommenen Gut ausgeübte Gewichtskraft basierend auf zumindest der

Druckbeanspruchung des zumindest einen erkannten Druckerfassungsmittels ermittelt. Bei mehreren erkannten Druckerfassungsmitteln wird anhand von je einer erfassten Druckbeanspruchungen von je einem Druckerfassungsmittel die Gewichtskraft ermittelt, die vom Behälter und dem gegebenenfalls darin aufgenommenen Gut ermittelt. Basierend hierauf wird eine Beladungsinformation für den zugehörigen Behälter ermittelt. Die Beladungsinformation kann beispielsweise ein Nettogewicht sein, also die Differenz zwischen dem Bruttogewicht des Behälters mit dem gegebenenfalls darin aufgenommenen Gut und dem Eigengewicht des Behälters, auch Tara, genannt. Die zu ermittelnde Beladungsinformation ist vorgebbar und kann beispielsweise auch das Bruttogewicht des Behälters mit dem darin gegebenenfalls aufgenommenen Gut sein. Die ermittelte Gewichtskraft und/oder die Beladungsinformation werden im vierten Schritt an einen Benutzer und/oder eine Datenschnittstelle ausgegeben. Durch ein Ausgeben der Beladungsinformation bzw. der Gewichtskraft über eine Datenschnittstelle ist diese beispielsweise an eine übergeordnete Steuereinheit übertragbar, durch die ein Fertigungsprozess gesteuert wird, der zumindest teilweise auf dem Untergrundbelag durchgeführt wird. Alternativ oder ergänzend kann die Beladungsinformation auch an ein Simulationsprogrammprodukt, insbesondere einen Digitalen Zwilling, übertragen werden, mit dem das Wägeverfahren überwachbar ist.

In einer Ausführungsform des beanspruchten Wägeverfahrens wird im vierten Schritt die ermittelte Beladungsinformation mit einer Identifikationsangabe des zugehörigen Behälters durchgeführt. Insbesondere können der erste, zweite, dritte und vierte Schritt für eine Mehrzahl an Behältern durchgeführt werden. Im vierten Schritt kann die ermittelte Beladungsinformation bzw. Beladungsinformationen in Verbindung mit einer graphischen Positionsdarstellung des Behälters bzw. der Behälter erfolgen. Dazu kann beispielsweise eine Kartendarstellung des Untergrundbelags über ein Anzeigegerät, beispielsweise einen Monitor, ein Tablet oder ein Smartphone, an den Benutzer ausgegeben werden. Die Beladungsinformation kann

alternativ oder ergänzend in Verbindung mit einer Metainformation zum zugehörigen Behälter ausgegeben werden. Eine Metainformation kann hierbei beispielsweise ein Sollwert für einen Beladungszustand eines Behälters, eine Differenz zum
5 Sollwert und/oder ob eine Befüllung des entsprechenden Behälters bereits angefordert oder eingeleitet ist. Die Beladungsinformation kann auch eine relative Angabe über den Beladungszustand des Behälters umfassen, beispielsweise eine prozentuale Beladung oder eine Dauer, bis bei bestimmungsgemäßem
10 Weiterlaufen des zugehörigen Fertigungsprozesses der Behälter leer ist.

Ferner kann im beanspruchten Wägeverfahren im dritten Schritt anhand einer Angabe über zumindest eine Abmessung des Behälters eine Mehrzahl an Druckmessvorrichtungen ermittelt wird,
15 mit denen jeweils eine Druckbeanspruchung erfasst wird. Weiter wird im vierten Schritt die vom Behälter und dem darin gegebenenfalls befindlichen Gut ausgeübte Gewichtskraft basierend auf den Druckbeanspruchungen ermittelt, die von den
20 ermittelten Druckmessvorrichtungen erfasst werden. Die zugehörigen Druckbeanspruchungen werden hierzu kombiniert, beispielsweise addiert. Das beanspruchte Wägeverfahren ist dadurch dazu geeignet, auch Behälter mit erhöhten Abmessungen zu wägen, die abgestellt auf mehrere Druckmessvorrichtungen
25 Druckbeanspruchungen ausüben. Ebenso sind Behälter mit komplexen Grundrissen ohne Weiteres mit dem beanspruchten Wägeverfahren wägbare. Die Druckmessvorrichtungen können hierbei seriell, also nacheinander erfasst werden. Alternativ können die Druckmessvorrichtungen im Wesentlichen gleichzeitig, also
30 parallel, erfasst werden.

Darüber hinaus kann im vierten Schritt des beanspruchten Wägeverfahrens eine Position des Behälters ermittelt werden und an den Benutzer und/oder die Datenschnittstelle ausgegeben
35 werden. Dazu kann eine Angabe über eine Position verwendet werden, wo am Behälter das zugehörige Ortungsmittel bzw. die zugehörigen Ortungsmittel angebracht sind. Weiter kann eine Distanz zwischen dem Ortungsmittel am Behälter und zumindest

einem Ortungsmittel am Untergrundbelag ermittelt werden und anhand dessen die Position des Behälters bestimmt werden. Bei mehreren Ortungsmitteln am Behälter ist auch dessen Ausrichtung ermittelbar. Ferner kann durch ein Erfassen von Distanzen zwischen zumindest einem Ortungsmittel am Behälter und mehreren Ortungsmitteln am Untergrundbelag eine Peilung, beispielsweise durch Triangulation oder Trilateration, durchgeführt werden um die Position des Behälters zu erfassen. Die Position des Behälters kann im beanspruchten Wägeverfahren über die Datenschnittstelle an die übergeordnete Steuereinheit ausgegeben werden. Dadurch ist ein automatisierter Fertigungsprozess weiter unterstützbar. Insbesondere sind dadurch autonome Roboter leitbar, beispielsweise solche, mit denen ein Behälter nachbefüllbar ist. Ferner kann im beanspruchten Wägeverfahren ein zeitlicher Gradient einer Druckbeanspruchung an mindestens einer Druckmessvorrichtung erfasst werden. Wenn der zeitliche Gradient betragsmäßig unter einem vorgebbaren Schwellenwert liegt, wird erkannt, dass die Druckbeanspruchung durch einen Behälter hervorgerufen ist. Wenn der zeitliche Gradient den vorgebbaren Schwellenwert betragsmäßig übersteigt, wird ein bewegliches Objekt, beispielsweise ein autonomer Roboter oder eine Person erkannt, die sich im Bereich eines Behälters bewegt. Das beanspruchte Wägeverfahren ist somit dazu geeignet, bewegliche Objekte auf dem Untergrundbelag zu erkennen. Angaben zu den erkannten beweglichen Objekten können ebenso über die Datenschnittstelle an die übergeordnete Steuereinheit ausgegeben werden. Hierdurch ist das beanspruchte Wägeverfahren mit Überwachungsverfahren bzw. Überwachungsvorrichtungen kombinierbar, wodurch die Arbeitssicherheit beim zugehörigen Fertigungsprozess weiter steigerbar ist. Alternativ oder ergänzend kann im Wägeverfahren basierend auf einer Angabe über die Abmessungen eines Behälters und einer Lastverteilung, also einer Angabe über die Lage von erfassten Druckbeanspruchungen, die Position des Behälters auf dem Untergrundbelag ermittelt werden. Ein Computerprogramm, mit dem das Wägeverfahren durchgeführt wird, kann dementsprechend dazu ausgebildet sein, erfasste Druckbeanspruchungen, eine Identifikation der zugehörigen

Druckerfassungsmittel, und einer Angabe über die Abmessungen des entsprechenden Behälters zu verarbeiten und, dessen Position auf dem Untergrundbelag zu ermitteln. Darüber hinaus können Positionen von Behältern wiederholt während eines Fertigungsprozesses erfasst werden und für eine statistische Auswertung des Fertigungsprozesses eingesetzt werden. Das beanspruchte Wägeverfahren ist dazu geeignet, eine datenbasierte Optimierung des zugehörigen Fertigungsprozesses zu unterstützen.

Ferner kann das beanspruchte Wägeverfahren mittels eines Wägesystems nach einer der oben skizzierten Ausführungsformen durchgeführt werden. Die Merkmale und Vorteile des Wägesystems sind unmittelbar auf das Wägeverfahren und umgekehrt übertragbar. Dadurch werden die technischen Vorzüge des Wägeverfahrens in erhöhtem Umfang verwirklicht.

Die eingangs beschriebene Aufgabe wird gleichermaßen durch ein erfindungsgemäßes Computerprogrammprodukt gelöst. Das Computerprogrammprodukt ist zu einem Empfangen und Verarbeiten von Signalen von Ortungsmitteln und Druckmessvorrichtungen geeignet ausgebildet. Das Computerprogrammprodukt kann dazu auf einer Auswertungseinheit eines zugehörigen Wägesystems ausführbar ausgebildet sein. Die Ortungsmittel und die Druckmessvorrichtungen sind hierbei an einem Untergrundbelag angebracht. Darunter ist unter anderem zu verstehen, dass die Druckmessvorrichtungen bzw. die Ortungsmittel an einer Oberseite oder einer Unterseite des Untergrundbelags angebracht sein können. Alternativ können die Druckmessvorrichtungen bzw. Ortungsmittel auch im Untergrundbelag angebracht sein, beispielsweise darin eingelassen, vergossen oder einlaminiert. Das Computerprogrammprodukt ist weiter dazu ausgebildet, eine von einem Behälter mit einen gegebenenfalls darin aufgenommenen Gut ausgeübte Gewichtskraft zu ermitteln. Erfindungsgemäß ist das Computerprogrammprodukt dazu ausgebildet, ein Wägeverfahren nach zumindest einer der oben skizzierten Ausführungsformen umzusetzen. Das Computerprogrammprodukt kann monolithisch ausgebildet sein, also ein einer

einzigsten Hardwareplattform ausführbar sein. Alternativ kann das Computerprogrammprodukt modular ausgebildet sein, also eine Mehrzahl an Teilprogrammen umfassen, die auf unterschiedlichen Hardwareplattformen ausführbar sind und die dazu ausgebildet sind, im Zusammenspiel über eine kommunikative Datenverbindung, beispielsweise eine Netzwerkverbindung, eine Internetverbindung und/oder eine Mobilfunkverbindung, die Funktionsweise des zugehörigen Wägeverfahrens bereitzustellen. Das modular ausgebildete Computerprogrammprodukt kann unter anderem auf einer Computercloud ausführbar ausgebildet sein.

Ferner wird die Aufgabenstellung durch eine erfindungsgemäße Auswertungseinheit gelöst, die zu einem Empfangen und Verarbeiten von Signalen von einem Untergrundbelag mit einer Mehrzahl an Ortungsmitteln und Druckmessvorrichtungen ausgebildet ist. Die Auswertungseinheit kann dazu mit dem Untergrundbelag, also dessen Ortungsmitteln und/oder Druckmessvorrichtungen, koppelbar ausgebildet sein. Erfindungsgemäß ist die Auswertungseinheit mit einem Computerprogrammprodukt nach einer der oben beschriebenen Ausführungsformen ausgestattet. Die Auswertungseinheit kann mit einer übergeordneten Steuereinheit koppelbar ausgebildet sein und dazu über eine geeignete Datenschnittstelle verfügen. Die Auswertungseinheit kann ferner mit einem Anzeigemittel versehen oder verbunden sein, über das einem Benutzer Informationen zum ausgeführten Wägeverfahren anzeigbar sind.

Darüber hinaus wird die eingangs dargelegte Aufgabe durch eine erfindungsgemäße Verwendung einer Nahfeldkommunikationsantenne gelöst. Die Nahfeldkommunikationsantenne wird dabei als Ortungsmittel für einen Behälter eingesetzt, der auf einem Untergrundbelag positionierbar ist. Erfindungsgemäß ist die Nahfeldkommunikationsantenne am oder im Untergrundbelag angeordnet. Dementsprechend kann die Nahfeldkommunikationsantenne an einer Unterseite oder Oberseite des Untergrundbelags angebracht sein. Alternativ kann die Nahfeldkommunikationsantenne auch in den Untergrundbelag eingelassen, vergossen oder

einlaminiert sein. Der Untergrundbelag kann hierbei zu einem Wägesystem nach einer der oben beschriebenen Ausführungsformen ausgebildet sein und/oder dazu ausgebildet sein, ein Wägeverfahren nach einer der oben skizzierten Varianten durchzuführen. Nahfeldkommunikationsantennen sind beispielsweise durch Drucken schnell und kosteneffizient herstellbar. Dadurch sind sie in besonderer Weise dazu geeignet, als zuverlässige und hinreichend genaue Ortungsmittel für eine entsprechende Anwendung zu dienen. Dementsprechend sind die Merkmale des oben dargelegten Wägesystems und des Wägeverfahrens unmittelbar auf die erfindungsgemäße Verwendung übertragbar.

Die oben beschriebene Aufgabenstellung wird auch durch ein erfindungsgemäßes Simulationsverfahren gelöst. Das Simulationsverfahren ist dazu ausgebildet, ein Betriebsverhalten eines Wägesystems nachzustellen. Dazu weist das Simulationsverfahren einen ersten Schritt auf, in dem eine Datensatz bereitgestellt wird, in dem das zu simulierende Wägesystem zumindest teilweise nachgestellt wird. Beispielsweise ist ein elektrisches und/oder signaltechnisches Verhalten eines zugehörigen Untergrundbelags mit Ortungsmitteln und Druckmessvorrichtungen dadurch nachstellbar. Durch den Datensatz kann beispielsweise der Aufbau des Untergrundbelags, insbesondere die Positionen der Druckmessvorrichtungen und der Ortungsmittel nachgestellt sein. Der Datensatz bildet dadurch eine virtuelle Repräsentation des zugrundeliegenden Wägesystems bzw. des damit nachgestellten Teils. In einem zweiten Schritt wird zumindest ein Betriebsparameter vorgegeben, durch den das zu simulierende Betriebsverhalten charakterisiert ist. Zu den Betriebsparametern kann beispielsweise eine Position eines Behälters auf dem Untergrundbelag, ein Eigengewicht des Behälters und/oder eine Angabe über einen Beladungszustand des Behälters mit einem Gut umfassen. Ebenso kann der Betriebsparameter Angaben über das darin enthaltene Gut umfassen, beispielsweise ein Stückgewicht, und/oder Angaben über eine Entnahme des Guts aus dem Behälter bzw. über ein Nachfüllen des Guts in den Behälter.

Ferner umfasst das beanspruchte Simulationsverfahren einen dritten Schritt, in dem ein Leistungsparameter des simulierten Wägesystems ermittelt wird. Dies erfolgt basierend auf dem Datensatz, der im ersten Schritt vorgegeben wird, und dem Betriebsparameter, der im zweiten Schritt vorgegeben wird. Der Leistungsparameter kann beispielsweise eine vom Behälter mit dem darin aufgenommenen Gut ausgeübte Gewichtskraft sein, die vom Wägesystem ermittelt und an einen Benutzer und/oder eine Datenschnittstelle ausgegeben wird. Ebenso kann eine Angabe über eine vom Wägesystem ermittelte Position des Behälters sein. In einem vierten Schritt des erfindungsgemäßen Simulationsverfahrens wird der im dritten Schritt ermittelte Leistungsparameter an einen Benutzer und/oder eine Datenschnittstelle ausgegeben. Über die Datenschnittstelle ist der Leistungsparameter beispielsweise an ein anderes simulationsgerichtetes Computerprogramm übertragbar.

Erfindungsgemäß ist das simulierte Wägesystem gemäß einer der oben skizzierten Ausführungsformen ausgebildet. Die Merkmale des Wägesystems sind daher auf das beanspruchte Simulationsverfahren, insbesondere die darin eingesetzte virtuelle Repräsentation des Wägesystems, unmittelbar übertragbar. Das Simulationsverfahren kann dazu geeignet und eingerichtet sein, von einer Druckmessvorrichtung, also einer realen Druckmessvorrichtung, empfangene Signale auf Plausibilität zu prüfen. Dadurch ist eine defekte Druckmessvorrichtung erkennbar. Die Erfindung basiert unter anderem auf der überraschenden Erkenntnis, dass das zugrundeliegende Wägesystem durch seinen einfachen Aufbau und seine Funktionsweise mit reduziertem Rechenaufwand simulierbar ist, was wiederum eine Echtzeitüberwachung des Wägesystems erlaubt. Alternativ oder ergänzend ist mit dem Simulationsprogrammprodukt ein Fertigungsprozess nachstellbar und die damit einhergehenden Signale von Druckmessvorrichtungen. Das Nachstellen des Fertigungsprozesses kann ein Befahren bzw. Begehen des Untergrundbelags durch autonome Roboter bzw. Personen umfassen. Dadurch ist beispielsweise eine Erkennung von vorliegenden oder bevorstehenden Gefahrensituationen simulierbar. Das

zugrundeliegende Wägesystem ist dazu geeignet, schnell und zuverlässig zwischen Behältern und beweglichen Objekten, also beispielsweise autonomen Robotern und Personen, zu unterscheiden. Folglich erlaubt es das beanspruchte Simulationsverfahren, ein Sicherheitsniveau eines geplanten oder stattfindenden Fertigungsprozesses auf dem Untergrundbelag per Simulation zu ermitteln. Insbesondere ist ermittelbar, bei welcher Anzahl und Häufigkeit an transienten Druckbeanspruchungen durch autonome Roboter und/oder Personen eine hinreichend genaue Situationserfassung nicht mehr gegeben ist. Das zugrundeliegende Wägesystem erlaubt es durch seine Einfachheit im Aufbau, derartige Simulationen mit relativ geringem Rechenaufwand schnell und präzise durchzuführen. Für geplante Umgestaltungen des Fertigungsprozesses notwendigen Sicherheitsprüfungen sind hierdurch unterstützbar und beschleunigbar.

Ferner wird die zugrundeliegende Aufgabe durch ein erfindungsgemäßes Simulationsprogrammprodukt gelöst, das zu einem Nachstellen eines Betriebsverhaltens eines Wägesystems ausgebildet ist. Erfindungsgemäß ist das Simulationsprogrammprodukt dazu ausgebildet, ein Simulationsverfahren nach einer der oben dargelegten Ausführungsformen durchzuführen. Das Simulationsprogrammprodukt kann hierbei als sogenannter Digitaler Zwilling des zugrundeliegenden Wägesystems ausgebildet sein. Der Digitale Zwilling kann hierbei gemäß zumindest einer der Druckschriften US 2017/0268572 A1 und US 2018/0054376 A1 ausgebildet sein. Der Offenbarungsgehalt von US 2017/0268572 A1 und US 2018/0054376 A1 wird durch Verweisung in die vorliegende Anmeldung miteinbezogen. Das Simulationsprogrammprodukt kann ein Physik-Modul umfassen, in dem der Datensatz mit dem Betriebsparameter verarbeitbar ist und den Leistungsparameter zu ermitteln.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand einzelner Ausführungsformen in Figuren näher erläutert. Die Figuren sind insoweit in gegenseitiger Ergänzung zu lesen, dass gleiche Bezugszeichen in unterschiedlichen Figuren die gleiche technische

Bedeutung haben. Die Merkmale der einzelnen Figuren sind untereinander auch kombinierbar. Ferner sind die in den Figuren gezeigten Ausführungsformen mit den oben skizzierten Merkmalen kombinierbar. Es zeigen im Einzelnen:

5

FIG 1 schematisch eine Draufsicht einer ersten Ausführungsform des beanspruchten Wägesystems;

10

FIG 2 schematisch eine Draufsicht einer zweiten Ausführungsform des beanspruchten Wägesystems;

FIG 3 schematisch eine Ausführungsform eines Untergrundbelags in einer Schnittansicht.

15 In FIG 1 ist schematisch eine erste Ausführungsform des beanspruchten Wägesystems 70 in einer Draufsicht dargestellt. Das Wägesystem 70 umfasst einen Untergrundbelag 10, auf dem eine Mehrzahl an Behältern 20 positioniert ist, also abgestellt ist. Exemplarisch sind in FIG 1 ein erster Behälter 20.1 und
20 einer zweiter Behälter 20.2 abgebildet. Die Behälter 20 sind jeweils dazu geeignet, ein nicht näher gezeigtes Gut aufzunehmen. Durch die Behälter 20 und das gegebenenfalls darin befindliche Gut wird auf den Untergrundbelag 10 jeweils eine Gewichtskraft 22 ausgeübt. Der Untergrundbelag 10 umfasst
25 eine Mehrzahl an Ortungsmitteln 14, die am Untergrundbelag 10 befestigt sind. Zumindest eines der Ortungsmittel 14 ist als Nahfeldkommunikationsantennen ausgebildet. Die Ortungsmittel 14 sind dazu geeignet, mit Ortungsmitteln 14 zu kommunizieren, die an den Behältern 20 angebracht sind. Die an den Be-
30 hältern 20 angebrachten Ortungsmittel 14 sind als Ellipsen versinnbildlicht. Die Ortungsmittel 14 am Untergrundbelag 10 und den Behältern 20 sind dazu geeignet, die zwischen ihnen vorliegenden Distanzen 19 zu ermitteln. Zumindest eines der Ortungsmittel 14 ist dazu ausgebildet, ein hierzu geeignetes
35 Identifikationssignal 17 auszusenden, mit dem eine Kommunikation 15 zwischen zwei Ortungsmitteln 14 einleitbar ist. Ferner ist ein Ortungsmittel 14 an einem der Behälter 20, 20.1, 20.2 mit einem nicht näher gezeigten Speicher verbunden, in

dem Angaben über den jeweiligen Behälter 20, 20.1, 20.2 gespeichert sind und die an ein Ortungsmittel 14 am Untergrundbelag 10 übermittelbar sind.

5 Die Ortungsmittel 14 sind am Untergrundbelag 10 in einem im Wesentlichen rechteckigen Raster angeordnet. Des Weiteren ist der Untergrundbelag 10 mit einer Mehrzahl an Druckerfassungsmitteln 16 versehen, die in einem Raster am Untergrundbelag 10 angeordnet sind. Die Druckerfassungsmittel 16 sind dazu
10 ausgebildet, eine Druckbeanspruchung 18 zu erfassen, die auf das jeweilige Druckerfassungsmittel 16 ausgeübt wird. Zumindest eines der Druckerfassungsmittel 16 ist als Kraftmesszelle ausgebildet. Die Ortungsmittel 14 und die Druckerfassungsmittel 16 sind in den Untergrundbelag 10 eingelassen,
15 also darin vergossen oder einlaminiert. Die Ortungsmittel 14 sind durch Drucken hergestellt und sind über geeignete Leitungen 26 mit einer Auswertungseinheit 30 verbunden, die ebenso zum Wägesystem 70 gehört. Auf der Auswertungseinheit 30 ist ein Computerprogrammprodukt 35 ausführbar gespeichert,
20 mit dem ein beanspruchtes Wägeverfahren 100 durchführbar ist. Die Auswertungseinheit 30 ist über eine kommunikative Datenverbindung 55 mit einer übergeordneten Steuereinheit 50 verbunden, mit der ein Fertigungsprozess steuerbar ist, der zumindest teilweise auf dem Untergrundbelag 10 abläuft.

25

Das Wägeverfahren 100 umfasst einen ersten Schritt 110, in dem die Behälter 20, 20.1, 20.2, die zu verwiegen sind, auf dem Untergrundbelag 10 platziert werden, also abgestellt werden. Die Behälter 20, 20.1, 20.2 können mit einem Gut zumindest teilweise befüllt sein. Weiter umfasst das Wägeverfahren
30 100 einen zweiten Schritt 120, in dem ein Identifikationssignal 17 ausgesendet wird. Das Identifikationssignal 17 kann von einem Ortungsmittel 14 am Untergrundbelag 10 ausgesendet und von einem Ortungsmittel 14 am Behälter 20, 20.1, 20.2
35 empfangen werden oder umgekehrt. Durch das Identifikationssignal 17 wird eine Kommunikation 15 zwischen den entsprechenden Ortungsmitteln 14 eingeleitet. Im Zuge der Kommunikation zwischen den Ortungsmitteln 14 ist eine

Identifizierungsangabe und/oder eine Typenbezeichnung des jeweiligen Behälters 20.1, 20.2 an das zugehörige Ortungsmittel 14 am Untergrundbelag 10 übertragbar. Bei den Behältern 20.1, 20.2 gemäß FIG. 1 wird jeweils zwischen einem Ortungsmittel 14 an einem Behälter 20.1, 20.2 und drei Ortungsmitteln 14 am Untergrundbelag 10 eine Kommunikation 15 eingeleitet. Durch Erfassen von Intensitäten von empfangenen Signalen an den entsprechenden Ortungsmitteln 14 werden die jeweiligen Distanzen 19 zum Ortungsmittel 14 am jeweiligen Behälter 20.1, 20.2 ermittelt. Durch die Typenbezeichnung und/oder die Identifizierungsangabe der Behälter 20.1, 20.2 ist bekannt, an welcher Position dessen Ortungsmittel 14 am Behälter 20.1, 20.2 selbst angeordnet ist. Basierend hierauf wird ermittelt, an welcher Position sich der Behälter 20.1, 20.2 befindet. Die Position der Behälter 20.1, 20.2 ist hierbei auf ein ebenes Koordinatensystem 23 bezogen, das in einer Ebene des Untergrundbelags 10 liegt.

Zum Wägeverfahren 100 gehört ebenso ein dritter Schritt 130, in dem zumindest ein Druckerfassungsmittel 16 erkannt wird, das durch die vom jeweiligen Behälter 20.1, 20.2 ausgeübte Gewichtskraft 22 mit einer Druckbeanspruchung 18 beaufschlagt ist. Beim ersten Behälter 20.1 wird erkannt, dass dieser lediglich ein einzelnes Druckerfassungsmittel 16 mit einer Druckbeanspruchung 18 beaufschlagt. Beim zweiten Behälter 20.2 wird erkannt, dass dieser zwei Druckerfassungsmittel 16 mit jeweils einer Druckbeanspruchung 18 beaufschlagt. Die erfassten Druckbeanspruchungen 18 werden als Signale 25 an die Auswertungseinheit 30 über die zugehörigen Leitungen 26 übertragen. Das Wägeverfahren 100 umfasst ebenso einen vierten Schritt 140, in dem eine vom ersten Behälter 20.1 und vom zweiten Behälter 20.2 und dem darin gegebenenfalls befindlichen Gut jeweils ausgeübte Gewichtskraft 22 ermittelt wird. Basierend auf den ermittelten Gewichtskräften 22 wird für jeden der beiden Behälter 20.1, 20.2 eine Beladungsinformation 27 ermittelt. Die Beladungsinformation 27 kann beispielweise eine Angabe darüber umfassen, wieviel vom entsprechenden Gut sich im jeweiligen Behälter 20.1, 20.2 befindet und/oder wie

weit ein Sollwert für den Füllstand des jeweiligen Behälters 20.1, 20.2 überschritten oder unterschritten wird. Die Beladungsinformation 27 kann unter Berücksichtigung einer Typenbezeichnung des jeweiligen Behälters 20.1, 20.2 ermittelt werden, die ein Eigengewicht des jeweiligen Behälters 20.1, 20.2 umfasst. Ebenso wird für jeden der Behälter 20.1, 20.2 eine Positionsangabe 24 ermittelt. Das Erfassen und Verarbeiten der Signale 25 von den Ortungsmitteln 14 am Untergrundbelag 10 und den Druckerfassungsmitteln 16 erfolgt mittels eines Computerprogrammprodukts 35, das auf der Auswertungseinheit 30 ausgeführt wird. Das Computerprogrammprodukt 35 ist insbesondere dazu ausgebildet, die Beladungsinformationen 27 und die Positionsangaben 24 für die Behälter 20.1, 20.2 zu ermitteln. Die Beladungsinformationen 27 und die Positionsangaben 24 für die Behälter 20.1, 20.2 werden im vierten Schritt 140 über ein Anzeigemittel 32, das mit der Auswertungseinheit 30 verbunden ist, an einen Benutzer ausgegeben. Ebenso werden die Beladungsinformationen 27 und die Positionsangaben 24 über die Datenschnittstelle 33 an die übergeordnete Steuereinheit 50 ausgegeben. Die beschriebenen Schritte 110, 120, 130, 140 können jeweils für die Behälter 20.1, 20.2 hintereinander ausgeführt werden oder zumindest teilweise gleichzeitig. Die Anzahl an wägbaren Behältern 20 ist hierbei lediglich von der Datentransportkapazität der Leitungen 26 und der Verarbeitungsgeschwindigkeit der Auswertungseinheit 30 bzw. ihres Computerprogrammprodukts 35 begrenzt. Dadurch sind die Behälter 20, 20.1, 20.2 in puncto Beladungszustand im Wesentlichen in Echtzeit überwachbar.

Weiter wird im beschriebenen Wägeverfahren 100 eine Druckbeanspruchung 18 an Druckerfassungsmitteln 16 erfasst, die durch ein bewegliches Objekt 40 hervorgerufen werden, das als autonomer Roboter 42 ausgebildet ist. Eine Bewegung 43 ist in FIG 1 durch einen Pfeil versinnbildlicht. Im Wägeverfahren 100 werden zeitliche Gradienten von Druckbeanspruchungen 18 an Druckerfassungsmitteln 16 erkannt um zu identifizieren, ob diese durch das bewegliche Objekt 40 oder einen Behälter 20 ohne funktionstüchtiges Ortungsmittel 14 hervorgerufen

werden. Wenn der zeitliche Gradient einer Druckbeanspruchung 18 an einem Druckerfassungsmittel 16 einen vorgebbaren Schwellenwert betragsmäßig übersteigt, wird erkannt, dass dieser durch das bewegliche Objekt 40 hervorgerufen sein

5 kann. Wenn ein betragsmäßig ähnlicher zeitlicher Gradient einer Druckbeanspruchung 18 an einem benachbarten Druckerfassungsmittel 16 erfasst wird, wird ein Vorhandensein des beweglichen Objekts 40 erkannt. Korrespondierend wird eine Warnung vor einem bestimmungswidrigen Behälter 20 auf dem Unter-

10 grundbelag 10 unterdrückt. Das bewegliche Objekt 40 ist dadurch im Koordinatensystem 23 des Untergrundbelags 10 ortbar und eine zugehörige Positionsangabe 24 ermittelt, die wiederum an die übergeordnete Steuereinheit 50 ausgegeben wird.

15 Parallel zum beschriebenen Wägeverfahren 100 läuft ein Simulationsverfahren 200 ab, in dem das Betriebsverhalten des Wägesystems 70 nachgestellt wird. Darin wird ein Simulationsprogrammprodukt 60 eingesetzt, das einen Digitalen Zwilling

20 zumindest eines Teils des Wägesystems 70 umfasst und somit dessen virtuelle Repräsentanz bildet. Im Zuge des Simulationsverfahrens 200 werden die von virtuellen Repräsentanzen der Behälter 20.1, 20.2 ausgeübte Gewichtskräfte 22 und die daraus resultierenden Druckbeanspruchung 18 simuliert, die

25 durch die entsprechenden Druckerfassungsmittel 16, also deren virtuellen Repräsentanzen, erfasst werden. Ebenso wird die daraus ermittelte Beladungsinformation 27 ermittelt. Gleichermaßen werden Signale 25 an entsprechenden Ortungsmitteln 14 am Untergrundbelag 10, also dessen virtueller Repräsentanz,

30 und die daraus resultierenden Positionsangaben 24 nachgestellt. Es werden als Leistungsparameter Differenzen zwischen den real ermittelten Positionsangaben 24 und/oder Beladungsinformationen 27 und den simulierten Positionsangaben 24 bzw. Beladungsinformationen 27 ermittelt. Übersteigen die entsprechenden Differenzen einen vorgebbaren Toleranzwert, wird ein

35 defektes Ortungsmittel 14 und/oder defektes Druckerfassungsmittel 16 erkannt. Das Simulationsverfahren 100 und das zugehörige Simulationsprogrammprodukt 60 sind somit zu einem

Plausibilisieren von Signalen 25 von einem Ortungsmittel 14 und/oder Druckerfassungsmittel 16 am Untergrundbelag 10 ausgebildet.

5 Eine zweite Ausführungsform des beanspruchten Wägesystems 70 ist in FIG 2 schematisch in einer Draufsicht dargestellt. Das Wägesystem 70 umfasst einen Untergrundbelag 10, auf dem ein Behälter 20 positioniert ist, also abgestellt ist. Der Behälter ist dazu geeignet, ein nicht näher gezeigtes Gut aufzu-
10 nehmen. Durch den Behälter 20 und das gegebenenfalls darin befindliche Gut wird auf den Untergrundbelag 10 eine Gewichtskraft 22 ausgeübt. Der Untergrundbelag 10 umfasst eine Mehrzahl an Ortungsmitteln 14, die am Untergrundbelag 10 befestigt sind. Zumindest eines der Ortungsmittel 14 ist als
15 Nahfeldkommunikationsantennen ausgebildet. Die Ortungsmittel 14 sind dazu geeignet, mit Ortungsmitteln 14 zu kommunizieren, die am Behälter 20 angebracht sind. Die am Behälter 20 angebrachten Ortungsmittel 14 sind als Ellipsen versinnbildlicht und nebeneinander angeordnet. Die Ortungsmittel 14 am
20 Untergrundbelag 10 und dem Behälter 20 sind dazu geeignet, die zwischen ihnen vorliegenden Distanzen 19 zu ermitteln. Zumindest eines der Ortungsmittel 14 ist dazu ausgebildet, ein hierzu geeignetes Identifikationssignal 17 auszusenden, mit dem eine Kommunikation 15 zwischen zwei Ortungsmitteln 14
25 einleitbar ist. In Zuge der Kommunikation 15 kommuniziert jedes der Ortungsmittel 14 am Behälter 20 mit mehreren Ortungsmitteln 14 am Untergrundbelag 10. Ferner ist zumindest eines der Ortungsmittel 14 am Behälter 20 mit einem nicht näher gezeigten Speicher verbunden, in dem Angaben über den Behälter
30 20 gespeichert sind und die an ein Ortungsmittel 14 am Untergrundbelag 10 übermittelbar sind. Die Ortungsmittel 14 sind am Untergrundbelag 10 in einem im Wesentlichen rechteckigen Raster angeordnet. Des Weiteren ist der Untergrundbelag 10 mit einer Mehrzahl an Druckerfassungsmitteln 16 versehen, die
35 in einem Raster am Untergrundbelag 10 angeordnet sind. Die Druckerfassungsmittel 16 sind dazu ausgebildet, eine Druckbeanspruchung 18 zu erfassen, die auf das jeweilige Druckerfassungsmittel 16 ausgeübt wird. Zumindest eines der

Druckerfassungsmittel 16 ist als Kraftmesszelle ausgebildet. Die Ortungsmittel 14 und die Druckerfassungsmittel 16 sind in den Untergrundbelag 10 eingelassen, also darin vergossen oder einlaminieren. Die Ortungsmittel 14 sind durch Drucken hergestellt und sind über geeignete Leitungen 26 mit einer Auswertungseinheit 30 verbunden, die ebenso zum Wägesystem 70 gehört. Auf der Auswertungseinheit 30 ist ein Computerprogrammprodukt 35 ausführbar gespeichert, mit dem ein beanspruchtes Wägeverfahren 100 durchführbar ist. Die Auswertungseinheit 30 ist über eine kommunikative Datenverbindung 55 mit einer übergeordneten Steuereinheit 50 verbunden, mit der ein Fertiigungsprozess steuerbar ist, der zumindest teilweise auf dem Untergrundbelag 10 abläuft.

Das Wägeverfahren 100 umfasst einen ersten Schritt 110, in dem der Behälter 20, der zu verwiegen ist, auf dem Untergrundbelag 10 platziert wird, also abgestellt wird. Der Behälter 20 kann mit einem Gut zumindest teilweise befüllt sein. Weiter umfasst das Wägeverfahren 100 einen zweiten Schritt 120, in dem ein Identifikationssignal 17 ausgesendet wird. Das Identifikationssignal 17 kann von einem Ortungsmittel 14 am Untergrundbelag 10 ausgesendet und von einem Ortungsmittel 14 am Behälter 20 empfangen werden oder umgekehrt. Durch das Identifikationssignal 17 wird eine Kommunikation 15 zwischen den entsprechenden Ortungsmitteln 14 eingeleitet. Im Zuge der Kommunikation zwischen den Ortungsmitteln 14 ist eine Identifizierungsangabe und/oder eine Typenbezeichnung des Behälters 20 an das zugehörige Ortungsmittel 14 am Untergrundbelag 10 übertragbar. Beim Behälter 20 gemäß FIG 2 wird jeweils zwischen den daran angebrachten Ortungsmitteln 14 und drei Ortungsmitteln 14 am Untergrundbelag 10 eine Kommunikation 15 eingeleitet. Durch Erfassen von Intensitäten von empfangenen Signalen an den entsprechenden Ortungsmitteln 14 werden die jeweiligen Distanzen 19 zu den Ortungsmitteln 14 am Behälter 20 ermittelt. Durch die Typenbezeichnung und/oder die Identifizierungsangabe der Behälter 20.1, 20.2 ist bekannt, an welcher Position dessen Ortungsmittel 14 am Behälter 20 selbst angeordnet sind. Basierend

hierauf wird ermittelt, an welcher Position sich der Behälter 20 befindet. Die Position des Behälters 20 ist hierbei auf ein ebenes Koordinatensystem 23 bezogen, das in einer Ebene des Untergrundbelags 10 liegt. Ausgehend von den Positionen der Ortungsmittel 14 am Behälter 20 wird auch eine Ausrichtung des Behälters 20 ermittelt. Dadurch ist noch genauer ermittelbar, in welchem Bereich des Untergrundbelags 10 der Behälter 20 aufliegt und Druckbeanspruchungen 18 auf Druckerfassungsmittel 16 ausübt. Dadurch sind Druckerfassungsmittel 16 noch zuverlässiger einem bestimmten Behälter 20 zuordenbar. Dies erlaubt es, auch eine erhöhte Anzahl an Behältern 20 dicht nebeneinander auf dem Untergrundbelag 10 zu platzieren und diese exakt zu verwiegen. Hierzu kann weiter die Identifizierungsangabe und/oder Typenbezeichnung des Behälters 20 eingesetzt werden, die zumindest eine Abmessung des Behälters 20 umfasst, so dass ein Umriss einer Kontaktfläche des Behälters 20 mit dem Untergrundbelag 10 vorgegeben oder ermittelbar ist.

Zum Wägeverfahren 100 gehört ebenso ein dritter Schritt 130, in dem zumindest ein Druckerfassungsmittel 16 erkannt wird, das durch die vom Behälter 20 ausgeübte Gewichtskraft 22 mit einer Druckbeanspruchung 18 beaufschlagt ist. Beim Behälter 20 wird erkannt, dass dieser zwei Druckerfassungsmittel 16 mit je einer Druckbeanspruchung 18 beaufschlagt. Die erfassten Druckbeanspruchungen 18 werden als Signale 25 an die Auswertungseinheit 30 über die zugehörigen Leitungen 26 übertragen. Das Wägeverfahren 100 umfasst ebenso einen vierten Schritt 140, in dem eine vom Behälter 20 und dem darin gegebenenfalls befindlichen Gut jeweils ausgeübte Gewichtskraft 22 ermittelt wird. Basierend auf der ermittelten Gewichtskraft 22 wird für den Behälter 20 eine Beladungsinformation 27 ermittelt. Die Beladungsinformation 27 kann beispielsweise eine Angabe darüber umfassen, wieviel vom entsprechenden Gut sich im Behälter 20 befindet und/oder wie weit ein Sollwert für den Füllstand des Behälters 20 überschritten oder unterschritten wird. Die Beladungsinformation 27 kann unter Berücksichtigung einer Typenbezeichnung des Behälters 20

ermittelt werden, die ein Eigengewicht des Behälters 20 umfasst. Ebenso wird für den Behälter 20 eine Positionsangabe 24 ermittelt. Das Erfassen und Verarbeiten der Signale 25 von den Ortungsmitteln 14 am Untergrundbelag 10 und den Druckerfassungsmitteln 16 erfolgt mittels eines Computerprogrammprodukts 35, das auf der Auswertungseinheit 30 ausgeführt wird. Das Computerprogrammprodukt 35 ist insbesondere dazu ausgebildet, die Beladungsinformation 27 und die Positionsangabe 24 für den Behälter 20 zu ermitteln. Die Beladungsinformation 27 und die Positionsangabe 24 für den Behälter 20 werden im vierten Schritt 140 über ein Anzeigemittel 32, das mit der Auswertungseinheit 30 verbunden ist, an einen Benutzer ausgegeben. Ebenso werden die Beladungsinformation 27 und die Positionsangabe 24 über die Datenschnittstelle 33 an die übergeordnete Steuereinheit 50 ausgegeben. Die beschriebenen Schritte 110, 120, 130, 140 können neben dem Behälter 20 auch für weitere Behälter hintereinander ausgeführt werden oder zumindest teilweise gleichzeitig. Die Anzahl an wägbaren Behältern 20 ist hierbei lediglich von der Datentransportkapazität der Leitungen 26 und der Verarbeitungsgeschwindigkeit der Auswertungseinheit 30 bzw. ihres Computerprogrammprodukts 35 begrenzt. Dadurch sind Behälter 20 in puncto Beladungszustand im Wesentlichen in Echtzeit überwachbar.

Parallel zum beschriebenen Wägeverfahren 100 läuft ein Simulationsverfahren 200 ab, in dem das Betriebsverhalten des Wägesystems 70 nachgestellt wird. Darin wird ein Simulationsprogrammprodukt 60 eingesetzt, das einen Digitalen Zwilling zumindest eines Teils des Wägesystems 70 umfasst und somit dessen virtuelle Repräsentanz bildet. Im Zuge des Simulationsverfahrens 200 wird die durch die virtuelle Repräsentanz des Behälters 20 ausgeübte Gewichtskraft 22 und die daraus resultierenden Druckbeanspruchung 18 simuliert, die durch die entsprechenden Druckerfassungsmittel 16, also deren virtuellen Repräsentanzen, erfasst werden. Ebenso wird die daraus ermittelte Beladungsinformation 27 ermittelt. Gleichermäßen werden Signale 25 an entsprechenden Ortungsmitteln 14 am Untergrundbelag 10, also dessen virtueller Repräsentanz, und

die daraus resultierende Positionsangabe 24 nachgestellt. Es werden als Leistungsparameter Differenzen zwischen der real ermittelten Positionsangabe 24 und/oder der Beladungsinformation 27 und der simulierten Positionsangabe 24 bzw. Beladungsinformation 27 ermittelt. Übersteigen die entsprechenden Differenzen einen vorgebbaren Toleranzwert, wird ein defektes Ortungsmittel 14 und/oder defektes Druckerfassungsmittel 16 erkannt. Das Simulationsverfahren 100 und das zugehörige Simulationsprogrammprodukt 60 sind somit zu einem Plausibilisieren von Signalen 25 von einem Ortungsmittel 14 und/oder Druckerfassungsmittel 16 am Untergrundbelag 10 ausgebildet.

In FIG 3 ist schematisch eine Ausführungsform eines Untergrundbelags 10 in einer Schnittansicht dargestellt. Die Ausführungsform nach FIG 3 ist vollständig oder teilweise mit den Ausführungsformen gemäß FIG 1 oder FIG 2 kombinierbar. Der Untergrundbelag 10 weist ein Ortungsmittel 14 auf, das an dessen Oberseite 11 angeordnet ist. Das Ortungsmittel 14 ist teilweise in die Oberseite 11 abgesenkt eingelassen und ragt teilweise auf der Oberseite 11 heraus. Das so an der Oberseite 11 angebrachte Ortungsmittel 14 ist durch einen Benutzer einfach inspizierbar und austauschbar. Weiter ist eine Dämpfung von Kommunikation 15, insbesondere Identifikationssignalen 17, durch Material des Untergrundbelags 10 für das Ortungsmittel 14 an der Oberseite 11 minimiert. Dadurch weist das Ortungsmittel 14 entlang der Oberseite 11 eine erhöhte Reichweite für eine Kommunikation 15 mit einem Ortungsmittel 14 an einem Behälter 20 erhöht. Je höher die Reichweite des Ortungsmittels 14 bei der Kommunikation 15 ist, umso weniger Ortungsmittel 14 im Untergrundbelag 10 sind notwendig. Insbesondere ist eine Berücksichtigung von elektromagnetischen Dämpfungseigenschaften des Materials des Untergrundbelags 10 entbehrlich, wodurch eine vergrößertes Spektrum an Werkstoffen in vorteilhafter Weise einsetzbar ist.

35

Ein weiteres Ortungsmittel 14 ist im Wesentlichen mittig in den Untergrundbelag 10 eingelassen und vollständig von dessen Material umgeben. Dadurch ist das Ortungsmittel 14 gegen

Beschädigung durch übermäßige Druckbeanspruchungen 18 geschützt. Eine Beschädigung des mittig im Untergrundbelag 10 eingelassenen Ortungsmittels 14 bei einem Aufbau des zugehörigen Wägesystems 70 wird so vermieden. Weiter ist das entsprechende Ortungsmittel 14 in gesteigertem Umfang vor übermäßigen Druckbeanspruchungen 18 geschützt, die durch Gewichtskräfte 22 von Behältern 20 ausgeübt werden.

Darüber hinaus weist der Untergrundbelag 10 ein Ortungsmittel 14 auf, das an dessen Unterseite 13 angebracht ist. Das Ortungsmittel 14 ist teilweise in den Untergrundbelag 10 an dessen Unterseite 13 eingelassen und ragt teilweise an der Unterseite 13 hervor. Die Befestigung des Ortungsmittel 14 an der Unterseite 13 kann im Wesentlichen analog der Befestigung des Ortungsmittels 14 an der Oberseite 11 ausgebildet sein. Das an der Unterseite 13 angebrachte Ortungsmittel 14 ist in weiter gesteigertem Umfang von übermäßigen Druckbeanspruchungen 18 durch von Behältern 20 ausgeübten Gewichtskräften 22 geschützt. Ortungsmittel 14 sind am gezeigten Untergrundbelag 10 somit unterschiedlich anbringbar. Für unterschiedliche Anwendungsfälle ist der Untergrundbelag 10 in puncto Reichweite der einzelnen oder aller Ortungsmittel 14 und deren Bedarf an physikalischem Schutz anpassbar. Das zugehörige Wägesystem 70 weist dadurch ein breites Einsatzspektrum auf. Die Ortungsmittel 14, wie in FIG 3 gezeigt, können in den gezeigten Varianten in beliebiger Kombination in Wägesystemen 70 wie in FIG 1 oder FIG 2 verwendet werden. Das Wägesystem 70 ist dementsprechend dazu ausgebildet, ein Wägeverfahren 100, wie exemplarisch in FIG 1 und FIG 2 gezeigt, durchzuführen. Die Ortungsmittel 14 nach FIG 3 sind als Nahfeldkommunikationsantennen 21, beispielsweise sogenannte NFC-Antennen ausgebildet, die durch Drucken herstellbar sind. Der Aufbau und/oder die Funktionsweise des Untergrundbelags 10 ist in einem Simulationsprogrammprodukt 60 nachstellbar. Das Simulationsprogrammprodukt 60 ist dazu ausgebildet, ein Simulationsverfahren 200 durchzuführen, mit dem das Betriebsverhalten des Wägesystems 70 oder zumindest des Untergrundbelags 10 nachzustellen.

Patentansprüche

1. Wägesystem (70), umfassend einen Untergrundbelag (10) und eine Mehrzahl an Behältern (20, 20.1, 20.2), wobei der Unter-
5 grundbelag (10) mit einer Mehrzahl an Druckerfassungsmitteln (16) versehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Untergrundbelag (10) und die Behälter (20, 20.1, 20.2) jeweils mit Ortungsmitteln (14) zum Orten der Behälter (20, 20.1, 20.2) auf dem Untergrundbelag (10) ausgestattet sind.
10
2. Wägesystem (70) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ortungsmittel (14) am Untergrundbelag (10) in einem Raster angeordnet sind.
- 15 3. Wägesystem (70) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Ortungsmittel (14) an einem der Behälter (20, 20.1, 20.2) zu einer Identifikation des zugehörigen Behälters (20, 20.1, 20.2) ausgebildet ist.
- 20 4. Wägesystem (70) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Ortungsmittel (14) am Untergrundbelag (10) mit Ortungsmitteln (14) an Behältern (20, 20.1, 20.2) kommunikationsfähig ausgebildet sind.
- 25 5. Wägesystem (70) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, zumindest ein Behälter (20, 20.1, 20.2) mit einem Speicher ausgestattet ist, in dem eine Abmessung des Behälters (20, 20.1, 20.2) gespeichert ist.
- 30 6. Wägesystem (70) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einer der Behälter (20, 20.1, 20.2) zum Ermitteln seiner räumlichen Ausrichtung mit einer Mehrzahl an Ortungsmitteln (14) ausgestattet ist.
- 35 7. Wägesystem (70) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Ortungsmittel (14) am Untergrundbelag (10) und ein Ortungsmittel (14) an einem

Behälter (20, 20.1, 20.2) zu einer gegenseitigen Distanzermittlung ausgebildet sind.

8. Wägeverfahren (100) für einen Behälter (20, 20.1, 20.2) zum Aufnehmen eines Guts, der auf einem Untergrundbelag (10) positionierbar ist, umfassend die Schritte:

a) Platzieren des Behälters (20, 20.1, 20.2) auf dem Untergrundbelag (10);

b) Aussenden eines Identifikationssignals (17) durch ein Ortungsmittel (14), das am Untergrundbelag (10) oder am Behälter (20, 20.1, 20.2) angebracht ist; Empfangen des Identifikationssignals (17) durch ein Ortungsmittel (14) am Untergrundbelag (10) bzw. am Behälter (20, 20.1, 20.2);

c) Erkennen zumindest eines Druckerfassungsmittels (16), das durch das Gewicht des Behälters (20, 20.1, 20.2) belastet ist und Erfassen einer Druckbeanspruchung (18) am Druckerfassungsmittel (16);

d) Ermitteln einer durch den Behälter (20, 20.1, 20.2) und ein darin befindliches Gut ausgeübten Gewichtskraft (22), Ermitteln einer Beladungsinformation (27) für den Behälter (20, 20.1, 20.2) und Ausgeben der ermittelten Gewichtskraft (22) und/oder der Beladungsinformation (27) an einen Benutzer und/oder eine Datenschnittstelle (33).

9. Wägeverfahren (100) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass im Schritt d) die ermittelte Gewichtskraft () mit einer Identifikationsangabe () des Behälters () ausgegeben wird.

10. Wägeverfahren (100) nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass im Schritt c) anhand einer Angabe über zumindest eine Abmessung des Behälters (20, 20.1, 20.2) eine Mehrzahl an Druckerfassungsmitteln (16) ermittelt wird und im Schritt d) die vom Behälter (20, 20.1, 20.2) und dem darin

befindlichen Gut ausgeübte Gewichtskraft (22) basierend auf Druckbeanspruchungen (18) ermittelt wird, die an den ermittelten Druckerfassungsmitteln (16) erfasst werden.

- 5 11. Wägeverfahren (100) nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt d) eine Position des Behälters (20, 20.1, 20.2) ermittelt wird und an den Benutzer und/oder die Datenschnittstelle (33) ausgegeben wird.
- 10 12. Wägeverfahren (100) nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Wägeverfahren (100) mittels eines Wägesystems (70) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 durchgeführt wird.
- 15 13. Computerprogrammprodukt (35) zum Empfangen und Verarbeiten von Signalen (25) von Ortungsmitteln (14) und Druckerfassungsmitteln (16) an einem Untergrundbelag (10), wobei das Computerprogrammprodukt (35) dazu ausgebildet ist, eine von einem Behälter (20, 20.1, 20.2) mit einem darin befindlichen
20 Gut ausgeübte Gewichtskraft (22) zu ermitteln, dadurch gekennzeichnet, dass das Computerprogrammprodukt (35) dazu ausgebildet ist, ein Wägeverfahren (100) nach einem der Ansprüche 8 bis 12 durchzuführen.
- 25 14. Auswertungseinheit (30), die zu einem Empfangen und Verarbeiten von Signalen (25) von einem Untergrundbelag (10) mit einer Mehrzahl an Ortungsmitteln (14) und Druckerfassungsmitteln (16) ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswertungseinheit (30) mit einem Computerprogrammprodukt
30 (35) nach Anspruch 13 ausgestattet ist.
15. Verwendung einer Nahfeldkommunikationsantenne (21) als Ortungsmittel (14) für einen Behälter (20, 20.1, 20.2), dadurch gekennzeichnet, dass die Nahfeldkommunikationsantenne
35 (21) in einem Untergrundbelag (10) angeordnet ist, auf dem der Behälter () positionierbar ist.

16. Simulationsverfahren (200) zum Nachstellen eines Betriebsverhaltens eines Wägesystems (70), umfassend die Schritte:

- 5 a) Bereitstellen eines Datensatzes, durch den das zu simulierende Wägesystem (70) zumindest teilweise abgebildet ist;
- b) Vorgeben zumindest eines Betriebsparameters, durch den das zu simulierende Betriebsverhalten charakterisiert ist;
- 10 c) Ermitteln zumindest eines Leistungsparameters des simulierten Wägesystems (70) anhand des Datensatzes und des Betriebsparameters;
- 15 d) Ausgeben des ermittelten Leistungsparameters an einen Benutzer und/oder eine Datenschnittstelle (33);

dadurch gekennzeichnet, dass das simulierte Wägesystem (70) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 ausgebildet ist.

20

17. Simulationsprogrammprodukt (60) zum Nachstellen eines Betriebsverhaltens eines Wägesystems (70) ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Simulationsprogrammprodukt (60) zum Durchführen eines Simulationsverfahrens (200) nach
- 25 Anspruch 16 ausgebildet ist.

FIG 1

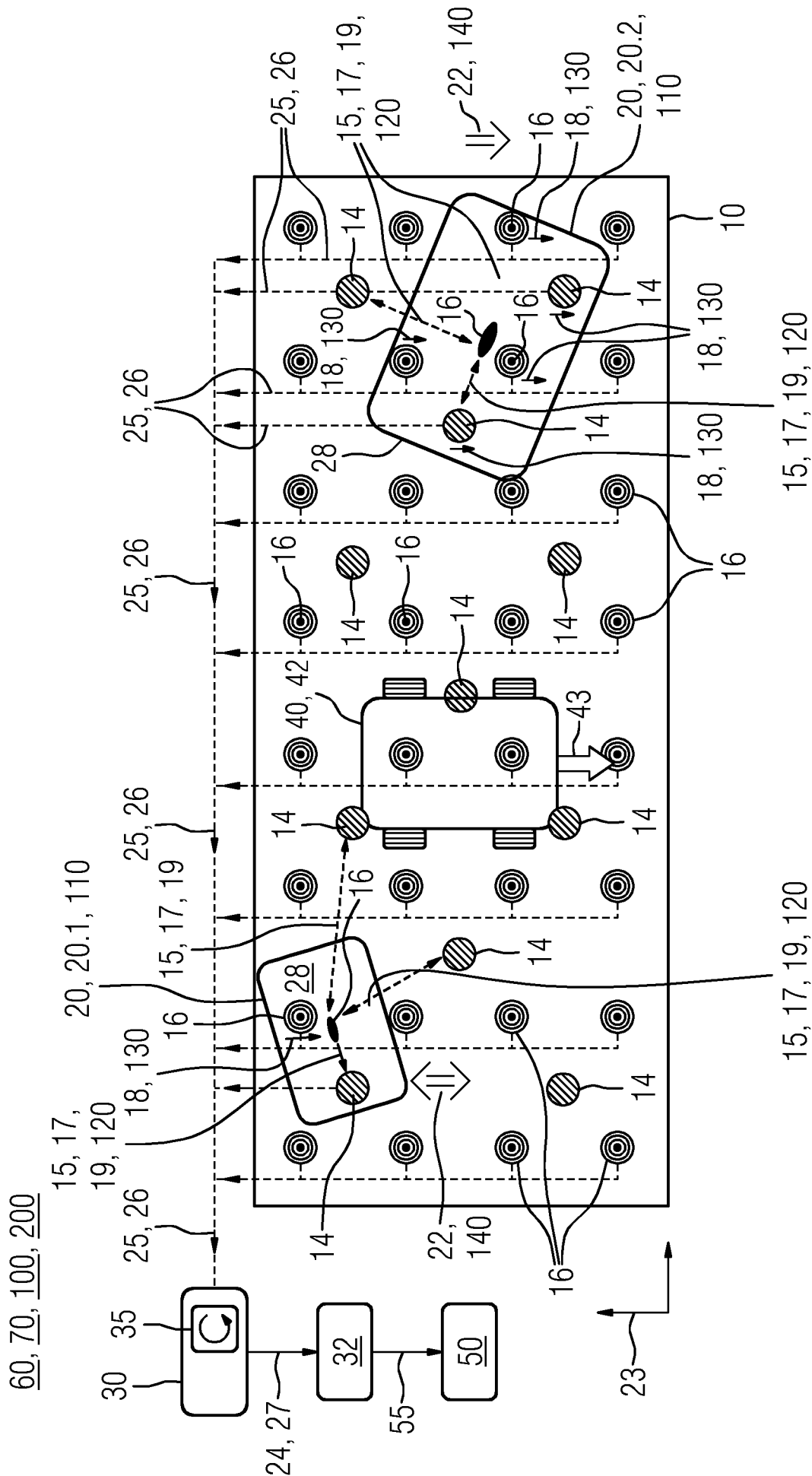


FIG 2

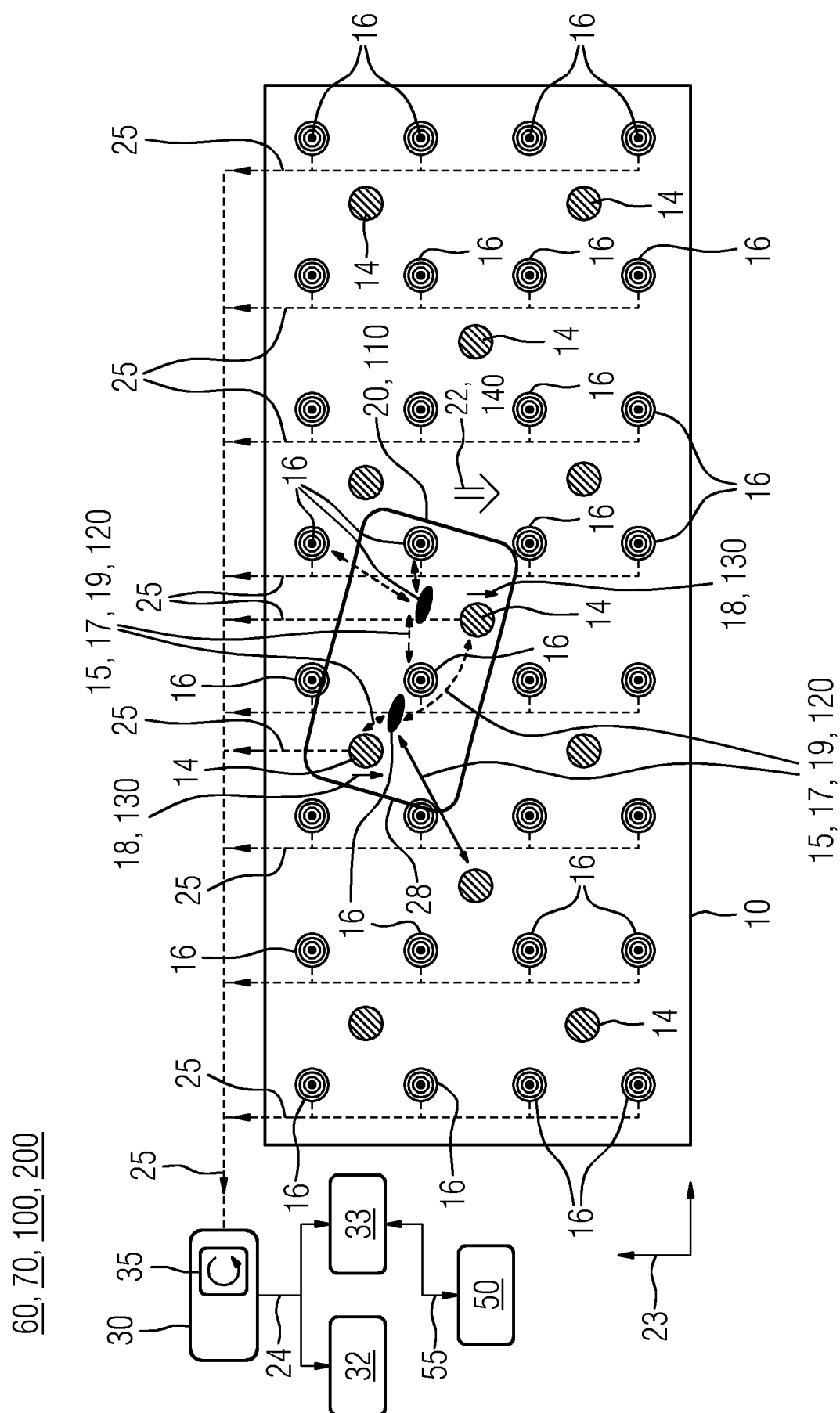


FIG 3

