



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

EP 3 103 537 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
14.12.2016 Patentblatt 2016/50

(51) Int Cl.:  
A63J 1/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 16173216.9

(22) Anmeldetag: 07.06.2016

(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:  
**MA MD**

(30) Priorität: 09.06.2015 DE 102015210519  
25.06.2015 DE 102015211797

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**  
**70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:  

- **Grus, Daniel**  
97816 Lohr (DE)
- **Weiglein, Gunther**  
97225 Zellingen (DE)

(74) Vertreter: **Thürer, Andreas**  
**Bosch Rexroth AG**  
**DC/IPR**  
**Zum Eisengiesser 1**  
**97816 Lohr am Main (DE)**

### (54) VERFAHREN UND MESSSYSTEM ZUR DIAGNOSE VON EINRICHTUNGEN ZUM BEFÖRDERN VON LASTEN, VERWENDUNG DES MESSSYSTEMS

(57) Offenbart ist ein Messsystem zur Diagnose von Einrichtungen zum Befördern von Lasten, das eine Auswertesystem und ein Überwachungssystem aufweist. Mit dem Überwachungssystem kann eine Beschleunigung an der Last erfasst werden. Das Überwachungssystem weist hierbei Mittel auf, damit es an der Last oder an einer Lastaufnahmeeinrichtung direkt befestigbar ist. Das Messsystem ist dabei derart eingerichtet, dass die Be-

schleunigungen im Normalbetrieb und auch im Störbetrieb messbar sind. Das Messsystem ist hierbei in der Bühnentechnik eingesetzt. Bei einem Verfahren für das Messsystem wird in einem ersten Schritt die Beschleunigung erfasst. In einem zweiten Schritt werden die Beschleunigungswerte in weitere physikalische Größen umgerechnet und in einem dritten Schritt mit den Werten der üblichen vorhandenen Sensorik verglichen.

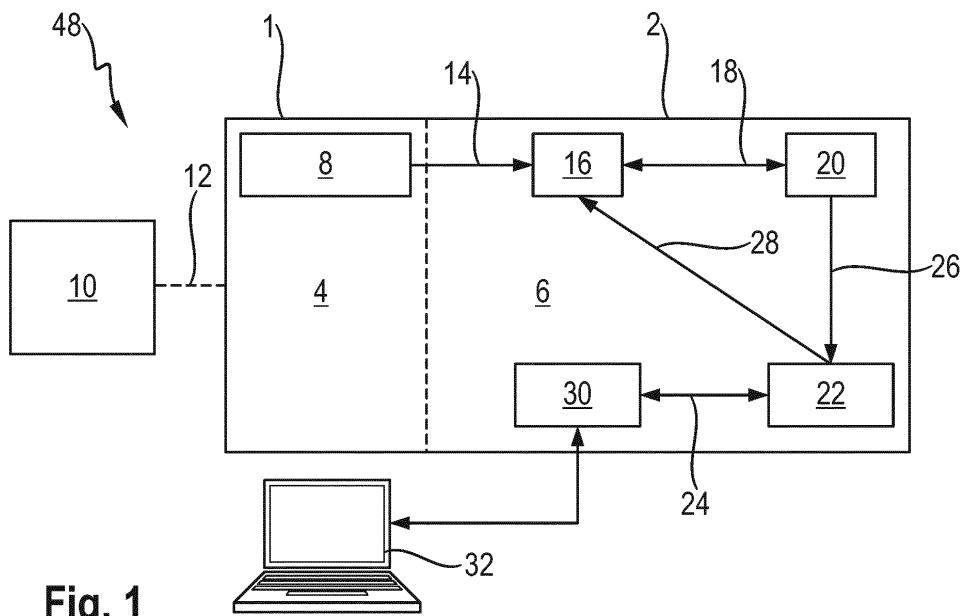


Fig. 1

## Beschreibung

### Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die Erfindung geht aus von einem Messsystem zur Diagnose von Einrichtungen zum Befördern von Lasten gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren für das Messsystem und eine Verwendung des Messsystems.

### Hintergrund der Erfindung

**[0002]** In der Bühnentechnik ist es üblich, dass Lasten, wie beispielsweise Bühnenbilder, über eine Lastaufnahmeeinrichtung von einem Antrieb bewegt werden. Die Bühnentechnik unterliegt besonderen Sicherheitsanforderungen, da sowohl das Bewegen von Personen mit diesen Einrichtungen als auch der Aufenthalt unter ruhenden und bewegten Lasten zugelassen ist. Bei dem Antrieb handelt es sich beispielsweise um einen elektromechanischen oder hydraulischen bühnentechnischen Antrieb.

### Offenbarung der Erfindung

**[0003]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein unabhängiges und universell einsetzbares Messsystem zu schaffen, mit dem sicherheitsrelevante Eigenschaften von Einrichtungen zum Befördern von Lasten erfasst werden können. Des Weiteren liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine unabhängige und universelle Verwendbarkeit des Messsystems vorzusehen. Des Weiteren ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren für das Messsystem zu schaffen, mit dem Einrichtungen zum Befördern von Lasten und deren Sicherheit diagnostiziert werden können.

**[0004]** Die Aufgabe wird hinsichtlich des Messsystems gelöst gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1, hinsichtlich der Verwendung gemäß den Merkmalen des Anspruchs 14 und hinsichtlich des Verfahrens gemäß den Merkmalen des Anspruchs 15.

**[0005]** Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0006]** Vorteilhaftweise ist ein unabhängiges und universell einsetzbares Messsystem zur Diagnose von Einrichtungen zum Befördern von Lasten mit einem Auswertesystem - oder einer Verarbeitungseinheit - und einem Überwachungssystem - oder einer Messeinheit - für Beschleunigungen an einer Last und/oder an Lasten oder an einer Gewichtslast oder an einer Masse vorgesehen. Die Last ist hierbei von einem Antrieb oder von mehreren Antrieben, insbesondere aus der Bühnentechnik, bewegbar. Das Überwachungssystem weist einen Beschleunigungssensor zum Erfassen der Beschleunigungen der Last auf. Der Beschleunigungssensor und/oder das Überwachungssystem ist dabei derart eingerichtet, dass er oder es an der Last und/oder an einer Lastaufnahmeeinrichtung, insbesondere direkt, befestigt ist. Das Messsystem ist derart eingerichtet, dass die auftretenden Beschleunigungen im Normalbetrieb und auch vorteilhaftweise im Störbetrieb oder Störfall gemessen und dokumentiert sind. Das Messsystem ist vorteilhaftweise universell einsetzbar und kann komplett unabhängig von der Einrichtung zum Befördern von Lasten selbst sein.

**[0007]** Diese Lösung hat den Vorteil, dass mit dem Messsystem Belastungen auch in einem Störfall ermittelbar sind. Hierfür ist der Messbereich der Sensorik üblicher Einrichtungen oder Maschinen zum Befördern von Lasten nicht ausgelegt. Somit kann eine Störfallbelastung ermittelt werden. Mit der Störfallbelastung kann bei einer Abnahme der Einrichtung, beispielsweise durch einen Kunden, einen Planer oder einen Sachverständigen, die Auslegung der Einrichtung gegen geprüft werden, wodurch festgestellt wird, ob deren Sicherheit ausreichend ist. Des Weiteren kann die Störfallbelastung von Herstellern der Einrichtungen als Eingangsgröße für die Auslegung selber genutzt werden, beispielsweise indem die Störfallbelastung durch Messungen an einem Prototyp festgestellt wird. Des Weiteren kann die Störfallbelastung und die ermittelten Beschleunigungen als Eingangsgröße für die Auslegung von mit der Einrichtung zu transportierenden Lasten genutzt werden, wobei es sich bei der Last in der Bühnentechnik beispielsweise um ein Bühnenbild handelt. Des Weiteren ist vorteilhaft, dass mit dem Messsystem Eigenschaften von Einrichtungen in Bestands- und Altanlagen ermittelbar sind. Des Weiteren kann es sich bei dem Messsystem vorteilhaftweise um ein ergänzendes Prüfmittel für Sachkunden- und Sachverständigenprüfungen handeln. Außerdem ist es möglich, dass mit dem Messsystem vorteilhaftweise die Fahrqualität der Einrichtung bei Inbetriebnahme, bei einer Abnahme oder bei einer wiederkehrenden Prüfung ermittelt werden, insbesondere anhand der Auswertung des Ruckles, der durch das Messsystem aus der Beschleunigung ermittelt wird. Durch die Behebung möglicher festgestellter Sicherheitsmängel wird die Sicherheit erhöht.

**[0008]** Da der Beschleunigungssensor eingerichtet ist, um ihn an der Last direkt zu befestigen, wird vorteilhaftweise sichergestellt, dass eine Analyse des Verhaltens der bewegten Last auch dann erfolgt, wenn die Last "abhebt", was beispielsweise bei einer Bremsung während einer Bewegung in Heberichtung eintreten kann, falls zwischen der Lastaufnahme und der Last keine feste Verbindung vorliegt. In einem solchen Fall würde die Last keine Kräfte auf die Einrichtung zum Befördern der Last übertragen, wodurch die maschineneigene Sensorik auch keine Kraft oder Beschleunigung mehr messen könnte. Durch die Beschleunigungsmessung direkt an der Last kann somit vorteilhaftweise auch die Beschleunigung der "abhebenden" Last ermittelt werden, wodurch eine umfassende Diagnose sichergestellt wird. Des Weiteren kann mit dem Messsystem das Verhalten der Einrichtung bei einem Test von Sicherheitseinrichtungen, insbesondere von Bremsen, ermittelt werden.

Außerdem kann beispielsweise ein Anhalteweg, insbesondere bei einem Störfall, ermittelt werden. Zudem sind Übergeschwindigkeiten, insbesondere bei einem Störfall, ermittelbar, was sicherheitsrelevant ist.

**[0009]** In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist das Auswertesystem derart eingerichtet, dass Abweichungen zwischen der Messung und einer im Antrieb oder in der Einrichtung verbauten Sensorik oder Lastmesseinrichtung erkennbar sind. Hierdurch kann vorteilhafterweise die Sensorik der Einrichtung zum Befördern von Lasten oder der hubwerkseigenen Sensorik unabhängig gegeprüft werden, wodurch die Sicherheit der Einrichtung weiter erhöht wird.

**[0010]** Vorzugsweise ist das Messsystem in der Bühnentechnik eingesetzt.

**[0011]** In weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind das Überwachungssystem und das Auswertesystem kompakt in einem gemeinsamen Gehäuse ausgebildet oder angeordnet. Sie können hierbei vorrichtungstechnisch einfach und kostengünstig eine gemeinsame Spannungsversorgung aufweisen. Das gesamte Messsystem kann des Weiteren durch das Gehäuse einfach an der sich bewegenden Last oder an der Lastaufnahmeeinrichtung direkt befestigt werden.

**[0012]** Alternativ ist denkbar, dass das Überwachungssystem und das Auswertesystem jeweils in einem separaten Gehäuse ausgebildet sind. Hierbei ist es ausreichend, dass nur das Überwachungssystem mit dem Beschleunigungssensor an der Last oder der Lastaufnahmeeinrichtung direkt befestigt ist. Vorzugsweise ist bei getrennten Gehäusen jeweils eine eigene Spannungsversorgung für das Überwachungssystem und das Auswertesystem vorgesehen, wodurch die Gehäuse hinsichtlich der Spannungsversorgung nicht miteinander verbunden werden müssen.

**[0013]** Vorzugsweise hat das Überwachungssystem ein Sendesystem oder eine Sendeeinheit, die die vom Beschleunigungssensor ermittelten Beschleunigungen an das Auswertesystem übermittelt. Dies erfolgt vorzugsweise kabellos, insbesondere über ein Wireless Local Area Network (WLAN) oder Bluetooth. Hierdurch kann die Abtast- und Übertragungsrate des Überwachungssystems vergleichsweise hoch sein, da entsprechende Datenübertragungstechnik genutzt wird. Die hohe Abtast- und Übertragungsrate ermöglicht eine genaue und schnelle Prüfung der Beschleunigung. Wird WLAN zur Übermittlung eingesetzt, so sind eine hohe Sendereichweite und eine sichere Verbindung ermöglicht.

**[0014]** Mit Vorteil erfolgt die Spannungsversorgung des Überwachungssystems und/oder des Auswertesystems über einen Akkumulator. Somit kann die Spannungsversorgung mit der Last oder der Lastaufnahmeeinrichtung mit bewegt werden, ohne dass beispielsweise auf eine Kabelführung geachtet werden muss. Der Akkumulator kann am oder im Gehäuse angeordnet sein. Eine Kapazität des Akkumulators ist dabei vorteilhafterweise derart gewählt, dass ein unterbrechungsfreier Messbetrieb ermöglicht ist. Alternativ ist denkbar, eine

kabelgebundene Spannungsversorgung, insbesondere über ein Netzteil, vorzusehen, was allerdings gegenüber dem Akkumulator den Nachteil hat, dass aufgrund der Bewegung der Last und der oftmals großen zurückgelegten Entfernung der Last ein vergleichsweise hoher vorrichtungstechnischer Aufwand insbesondere hinsichtlich der Kabelführung und der Verkabelung betrieben werden muss. Sind das Überwachungssystem und das Auswertesystem in separaten Gehäusen ausgebildet, so ist denkbar, dass das Überwachungssystem von einem Akkumulator versorgt wird und das Auswertesystem kabelgebunden versorgt wird.

**[0015]** Der Beschleunigungssensor ist derart ausgelegt oder eingerichtet, dass er einen ausreichend hohen Messbereich aufweist, um hohe Beschleunigungen messen zu können, die beispielsweise bei einem Störfall und/oder bei Fahrten mit vergleichsweise geringen Lasten auftreten können.

**[0016]** Vorzugsweise ist der Beschleunigungssensor derart eingerichtet, dass Beschleunigungen in mindestens einer Achsrichtung erfassbar sind. Für einen flexibleren Einsatz des Beschleunigungssensors kann vorgesehen sein, dass die Messung in mindestens drei Achsrichtungen ermöglicht ist. Bei einer Mehr-Achs-Beschleunigungsmessung kann eine weiterführende Diagnose der Einrichtung zum Befördern der Lasten vorgenommen werden, wobei beispielsweise die Beeinflussung von vorhandenen Führungen auf die Bewegungs-kontinuität der Last ermittelbar ist.

**[0017]** Das Messsystem ist derart ausgebildet, dass es robust ist und insbesondere den erforderlichen und/oder üblichen Industriestandard erfüllt.

**[0018]** Das Auswertesystem ist vorteilhafterweise derart eingerichtet, dass aus der Beschleunigung eine oder mehrere weitere für die Diagnose der Bühnentechnik relevante physikalische Größen wie zum Beispiel eine Kraft und/oder eine Geschwindigkeit und/oder ein Weg (Strecke) und/oder ein Ruck ermittelbar sind. Mit einer oder vorzugsweise mehrerer dieser Größen kann aus den Rohdaten der Messung eine aussagekräftige Bewertung über den Betrieb der Einrichtung getroffen werden.

**[0019]** Mit Vorteil hat das Messsystem, insbesondere das Auswertesystem, eine Schnittstelle zum Verbinden mit einer Anzeigevorrichtung oder einem Anzeigegerät.

Hierbei erfolgt vorzugsweise keine Stromversorgung der Anzeigevorrichtung über das Messsystem. Hierdurch ist keine eigene Anzeigevorrichtung für das Messsystem notwendig, was den Stromverbrauch des Messsystems äußerst gering hält, was insbesondere vorteilhaft bei einer Stromversorgung des Messsystems über einen Akkumulator ist. Des Weiteren kann vorteilhafterweise die Messung live mitverfolgt werden und/oder geprüft werden, ob die Messung erfolgreich war.

**[0020]** Bei der Anzeigevorrichtung handelt es sich beispielsweise um einen Computer mit einem Monitor oder um ein Notebook oder um ein Tablet oder um ein Smartphone.

**[0021]** Als Schnittstelle zwischen dem Messsystem

und der Anzeigevorrichtung kann eine Netzwerk-Hardware vorgesehen sein. Diese ist insbesondere bei dem Auswertesystem angeordnet. Die Verbindung erfolgt vorzugsweise kabellos, insbesondere über ein Wireless Local Area Network (WLAN) oder Bluetooth.

**[0022]** In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist eine Recheneinheit vorgesehen, die die Messwerte einliest und digitalisiert. Diese Messwerte sowie die daraus ermittelten physikalischen Größen werden auf einem ebenfalls vorgesehenen Speicher oder Datenspeicher oder einem integrierter Speicher abgelegt. Hierdurch kann auf einfache Weise ein Vergleichen von Messwerten, die insbesondere zu unterschiedlichen Zeitpunkten aufgezeichnet wurden, erfolgen.

**[0023]** Mit Vorteil hat das Messsystem, insbesondere das Auswertesystem, einen Web-Server. Mit Vorteil kann auf den Web-Server über die Anzeigevorrichtung zugegriffen werden. Auf dem Web-Server kann des Weiteren eine Web-Applikation laufen. Über diese ist eine Visualisierung der Messwerte und/oder der physikalischen Größen ermöglicht, indem die Web-Applikation beispielsweise auf dem Anzeigegerät angezeigt ist. Das Anzeigegerät selbst kann hierbei nur zur Anzeige dienen und benötigt beispielsweise außer einem Web-Browser keine spezielle Software. Hierdurch wird erreicht, dass die Software für das Messsystem unabhängig von der Hardware des Anzeigegeräts sein kann, da das Auswertesystem den Web-Server aufweist, auf dem die Web-Applikation läuft. Das Anzeigegerät kann sich dann auf dem Web-Server einwählen und somit nur zur Anzeige dienen, womit, wie vorstehend bereits erläutert keine spezielle Software auf dem Anzeigegerät notwendig ist. Durch die Web-Applikation können weiter vorteilhaftweise unterschiedliche Anzeigegeräte genutzt werden.

**[0024]** In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist, insbesondere für die Ermittlung der Kraft aus der Beschleunigung, die Masse, insbesondere vom Auswertesystem, berücksichtigt. Die Masse kann beispielsweise über eine Nutzer-Eingabe in der Web-Applikation in das Messsystem einspeisbar sein. Denkbar wäre auch, die Last über einen Sensor zu erfassen und dem Auswertesystem zur Verfügung zu stellen.

**[0025]** Die Beschleunigungswerte und/oder eine oder mehrere ermittelte physikalische Größen können auf dem Anzeigesystem, insbesondere anhand von Funktionsgraphen oder Diagrammen, angezeigt werden. Hierbei kann die eine oder die Mehrzahl der ermittelten Größen über die Zeit aufgetragen werden. Weiterhin ist denkbar, dass Maximalwerte und/oder Minimalwerte angezeigt werden. Außerdem ist denkbar, dass ein verschiebbarer Cursor vorgesehen ist, mit dem beliebige Positionen auf dem Funktionsgraphen anwählbar sind, um den Wert oder die Größe an der Position des Cursors anzuzeigen. Zum weiteren Verbessern der Diagnose können mehrere Funktionsgraphen auf der Anzeigevorrichtung angezeigt und/oder übereinander gelegt sein, womit direkte Vergleiche durchführbar sind. Beispielsweise kann ein Soll-Ist-Vergleich durchgeführt werden,

wobei Soll-Werte beispielsweise anhand eines theoretischen Fahrprofils vorgegeben sein können. Ein weiterer Vergleich kann mit den Messwerten der Sensorik der Einrichtung zum Befördern von Lasten erfolgen. Beispielsweise können Kraftmessachsen durch Überlastung verstimmt sein, was durch diesen Vergleich festgestellt werden würde. Des Weiteren kann ein Vergleich mit zulässigen Grenzwerten erfolgen, wie beispielsweise eine Störfallbelastung oder andere Auslegungskriterien.

5 Außerdem ist ein Vergleich mit, insbesondere vergangenen, Messungen des Antriebs denkbar. Außerdem kann auch ein Vergleich mit Messungen von, insbesondere identischen, Einrichtungen zum Befördern von Lasten oder Hubwerken durchgeführt werden. Ergänzend ist eine automatische Warnung denkbar, wenn durch die Vergleiche Abweichungen festgestellt werden.

**[0026]** In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist denkbar, dass die Funktionsgraphen oder Diagramme auf dem Anzeigegerät gespeichert werden. Des Weiteren ist es vorteilhaft, wenn eine Funktion in der Web-Applikation vorgesehen ist, um vordefinierte oder frei konfigurierbare Versuchsberichte, insbesondere ein digitalisiertes Prüfbuch, zu generieren, die, insbesondere auf dem Anzeigegerät, gespeichert werden können. Des Weiteren kann die Speicherung der Diagramme und/oder Versuchsberichte auch auf dem Speicher des Messsystems oder einer Speicherkarte im Messsystem erfolgen.

**[0027]** Vorteilhaftweise kann über das Anzeigegerät in der Web-Applikation ein Schwellwert für eine automatische Triggerung der Messung des Messsystems eingegeben werden. Alternativ oder zusätzlich ist denkbar, eine Triggerung der Messung des Messsystems beispielsweise per Knopfdruck in der Web-Applikation vorzunehmen. Des Weiteren ist denkbar, eine Dauer der Aufzeichnung von Messwerten vor und nach der Triggerung in die Web-Applikation einzugeben.

**[0028]** Bei einer bevorzugten Ausführungsform sind das gemeinsame Gehäuse des Überwachungssystems und des Auswertesystems oder das Gehäuse des Überwachungssystems und/oder das Gehäuse des Auswertesystems fest mit einer Adapterplatte verbunden. Dies hat den Vorteil, dass anhand der Adapterplatte verschiedenen Befestigungsmöglichkeiten ermöglicht sind und somit ein flexibler und universeller Einsatz erfolgt. Die Adapterplatte kann dabei eingerichtet sein, um Befestigungsmittel zum Verbinden mit der Last oder Lastaufnahmeeinrichtung zu befestigen oder anzurorden. Hierzu kann die Adapterplatte beispielsweise Bohrungen und/oder Langlöcher aufweisen.

**[0029]** Beispielsweise kann an die Adapterplatte eine Rohrschelle zum Befestigen an einer Lastaufnahmeeinrichtung oder der Last, insbesondere in Form einer Laststange, vorgesehen sein. Alternativ oder zusätzlich ist denkbar, insbesondere an der Adapterplatte eine Bügelschraube zum Befestigen an der Lastaufnahmeeinrichtung in Form einer Laststange vorzusehen. Des Weiteren kann alternativ oder zusätzlich ein Magnet oder ein Ma-

gnetfuß an der Adapterplatte befestigt sein. Alternativ oder zusätzlich ist denkbar, einen Klemmmechanismus an der Adapterplatte vorzusehen. Des Weiteren ist auch denkbar, alternativ oder zusätzlich eine Anschraubvorrichtung zum Anschrauben der Adapterplatte an die Last oder das Lastaufnahmemittel vorzusehen. Durch die Adapterplatte ist vorteilhafterweise die Möglichkeit geschaffen, dass für jeden Anwendungsfall eine passende Befestigungsmöglichkeit ausgewählt wird. Alternativ zur Adapterplatte wäre denkbar, dass das Gehäuse oder die Gehäuse direkt mit den genannten Befestigungsarten ausgebildet wird oder werden. Die Befestigung des Messsystems soll vorzugsweise derart erfolgen, dass dieses sicher, vorzugsweise formschlüssig, mit der Last oder der Lastaufnahmeeinrichtung verbunden ist, damit ein Abstürzen des Messsystems während einer Bewegung oder Fahrt der Last oder der Lastaufnahme verhindert ist, da ein derartiges Abstürzen zu Personen- und Sachschäden führen kann.

**[0030]** Vorzugsweise ist eine Messrichtung des Überwachungssystems von außen her erkennbar. Hierdurch kann das Messsystem entsprechend der Messrichtung ausgerichtet werden. Eine falsche Ausrichtung oder ein Verrutschen des Messsystems könnte zu einer Fehlmesung führen. Die Messrichtung ist beispielsweise am Gehäuse sichtbar angezeigt, in dem beispielsweise ein Symbol vorgesehen ist. Es ist auch denkbar, die Messrichtung am Gehäuse mit einem Aufkleber anzuzeigen. Des Weiteren kann auch eine Ausrichtung anhand von einer oder mehrerer Libellen oder Wasserwaagen vorgesehen werden, die an dem Gehäuse angebracht sind.

**[0031]** In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist denkbar, das Messsystem mit einem integrierten, insbesondere kleinen, Display und/oder einem oder mehrerer Taster - oder einer Eingabevorrichtung - auszubilden. Hierüber kann eine Bedienung des Messsystems und/oder eine Anzeige eines Betriebszustands ermöglicht sein. Durch das Display und/oder den Taster in Kombination mit einem, insbesondere integrierten, Speicher kann die Messung der Beschleunigung auch ohne ein Anzeigegerät erfolgen. Alternativ oder ergänzend zu dem Display können auch andere Anzeigen für den Betriebszustand, beispielsweise LEDs, vorgesehen werden.

**[0032]** Des Weiteren ist denkbar, eine Temperaturmessung zu Dokumentationszwecken vorzusehen.

**[0033]** Außerdem ist denkbar, dass das Messsystem einen Scanner für maschinenlesbare Codes aufweist. Beispielsweise können dann eine Einrichtung zum Befördern von Lasten und/oder die Lasten jeweils einen Barcode aufweisen, der vor der Messung eingescannt wird. Die Messung kann dann automatisch der entsprechenden Einrichtung zugeordnet werden, und/oder das Messsystem erkennt automatisch die Last.

**[0034]** Des Weiteren ist denkbar, einen Lautsprecher vorzusehen. Beispielsweise kann dann ein akustisches Signal bei einer erfolgreichen Messung ausgegeben werden.

**[0035]** Es ist denkbar, weitere kabelgebundene und/oder kabellose Schnittstellen - insbesondere zwischen dem Überwachungssystem und dem Auswertesystem und/oder zwischen dem Messsystem und dem Anzeigegerät - zur Verfügung zu stellen, um beispielsweise einen Ersatz zu haben, falls eine Verbindung gestört ist.

**[0036]** Weiterhin ist eine Erweiterung des Messsystems denkbar, indem Eingänge für weitere Sensoren vorgesehen sind, wobei die Sensoren beispielsweise auch andere physikalische Größen erfassen können. Durch entsprechende Verarbeitung der weiteren erfassten Messwerte, wie beispielsweise durch eine Summierung, kann der Diagnoseumfang erweitert sein.

**[0037]** Eine kabellose Verbindung ist auch dann vorteilhaft, wenn sich die Last während der Messung an nicht zugänglichen Orten befindet. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn eine Zwischendiagnose durchgeführt werden soll, womit eine direkte Verbindung mit dem Messsystem über Kabel nicht mehr notwendig ist. Des Weiteren ist eine Ergebnisabfrage durch eine kabellose Verbindung äußerst einfach und mit einem geringen Zeitaufwand durchführbar.

**[0038]** Vorzugsweise ist das Messsystem derart ausgebildet, dass es universell einsetzbar und komplett unabhängig von der Einrichtung zum Befördern von Lasten selbst ist.

**[0039]** Erfindungsgemäß ist eine Verwendung des Messsystems gemäß einem der vorhergehenden Aspekte in der Bühnentechnik vorgesehen.

**[0040]** Ein erfindungsgemäßes Verfahren für ein Messsystem gemäß einem der vorhergehenden Aspekte kann folgende Schritte aufweisen:

- 35 - Messen und/oder Überwachen der Beschleunigung der Last über den Beschleunigungssensor,
- Vergleichen der ermittelten Größen, insbesondere mit den, insbesondere ermittelten, Messwerten oder Beschleunigungen der im Antrieb verbauten Sensorik oder Lastmesseinrichtung und/oder Vergleichen der ermittelten Größen mit, insbesondere zulässigen, Grenzwerten und/oder Vergleichen der ermittelten Größen mit älteren Messwerten und/oder Vergleichen der ermittelten Größen mit Messwerten von anderen, insbesondere identischen, Einrichtungen zum Befördern von Lasten.

**[0041]** Folgender zusätzlicher Schritt kann vorgesehen sein:

- 50 - Umrechnen der Beschleunigung in weitere für die Diagnose (der Bühnentechnik) relevante physikalische Größen wie zum Beispiel eine Kraft und/oder eine Geschwindigkeit und/oder ein Weg (Strecke) und/oder ein Ruck.

**[0042]** Die Messwerte können hierbei digitalisiert und abgespeichert werden. Des Weiteren können die Mess-

werte, wie vorstehend bereist erläutert, in eine oder mehrere physikalische Größen umgerechnet werden. Außerdem können die Messwerte und/oder die ermittelte Größe oder die ermittelten Größen auf der Anzeigevorrichtung angezeigt werden.

**[0043]** Es ist weiter denkbar eine Bühnenanordnung mit einer Lastaufnahmeeinrichtung zum Aufnehmen einer Last vorzusehen, wobei die Lastaufnahme und/oder die Last von einem Antrieb aus der Bühnentechnik bewegbar sind. Vorteilhafterweise ist ein Messsystem gemäß einem der vorhergehenden Aspekte vorgesehen, wobei das Messsystem oder das Überwachungssystem eingerichtet ist, um es an der beweglichen Last und/oder an der beweglichen Lastaufnahmeeinrichtung zu befestigen. Hierdurch kann die Sicherheit der Bühnentechnik ermittelt werden. Die Anmelderin behält sich vor auf die Bühnenanordnung einen unabhängigen Anspruch zu richten.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0044]** Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im Folgenden anhand schematischer Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 in einem Blockschaltbild ein Messsystem gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel,

Figur 2 in einem Blockschaltbild das Messsystem gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel,

Figur 3 in einer perspektivischen Darstellung ein Gehäuse des Messsystems mit einer Adapterplatte und

Figur 4 in einem Ablaufdiagramm ein erfindungsgemäßes Verfahren für das Messsystem.

#### Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

**[0045]** Gemäß Figur 1 ist ein Messsystem 1 mit einem Gehäuse 2 gezeigt. In diesem sind ein Überwachungssystem 4 und ein Auswertesystem 6 ausgebildet. Das Überwachungssystem 4 hat einen Beschleunigungssensor 8 zum Messen einer Beschleunigung einer Last 10. Das Messsystem 1 ist mit seinem Gehäuse 2 über Festigungsmittel 12 an der Last 10 oder dessen Lastaufnahmeeinrichtung direkt befestigt. Somit wird der Beschleunigungssensor 8 mit der Last 10 mitbewegt und kann eine Beschleunigung der Last 10 erfassen. Diese ist von einem Antrieb einer Bühnentechnik bewegbar. Über eine Verbindung 14 ist der Beschleunigungssensor 8 mit einer Recheneinheit 16 verbunden, um Messwerte zu übertragen. Die Recheneinheit 16 weist einen Prozessor (CPU) und einen elektronischen Speicher (RAM) auf. Die Recheneinheit 16 wiederum ist über eine Verbindung 18 mit einem digitalen Speicher 20 verbunden, um Messwerte zu speichern oder auszulesen. Die vom

Beschleunigungssensor 8 erfassten Messwerte werden somit eingelesen, digitalisiert und auf dem Speicher 20 abgelegt. Zudem werden die Messwerte in weitere für die Diagnose relevante physikalische Größen umgewandelt, indem über die Recheneinheit 16 aus der erfassten Beschleunigung weitere physikalische Größen errechnet werden. So kann eine Kraft ermittelt werden, wobei hierfür die Masse der Last 10 erforderlich ist, die beispielsweise von einem Nutzer eingegeben oder vorgegeben werden kann. Des Weiteren kann aus der Beschleunigung ( $m/s^2$  oder  $g$ ) die Geschwindigkeit berechnet werden, wobei ein Zeitintegral der Beschleunigung gebildet wird. Des Weiteren kann ein Weg ermittelt werden, bei dem es sich um ein Zeitintegral der Geschwindigkeit handelt oder es kann ein Ruck berechnet werden, bei dem es sich um eine Ableitung der Beschleunigung nach der Zeit handelt. Die Messwerte der Beschleunigung und die berechneten physikalischen Größen können in dem Speicher 20 hinterlegt werden und aus diesem ausgelesen werden.

**[0046]** Das Messsystem 1 hat des Weiteren einen Web-Server 22, auf dem eine Web-Applikation 24 bereit gestellt werden kann. Für die Webapplikation 24 werden über eine Verbindung 26 zum Speicher 20 berechnete physikalische Größen oder Parameter und die erfassten Messwerte der Beschleunigung ausgelesen werden. Des Weiteren kann über den Web-Server 22 über eine Verbindung 28 zur Recheneinheit 16 die Messung gesteuert werden (z. B. durch Nutzereingaben in der Web-Applikation). Um auf den Web-Server 22 und die dortige Web-Applikation 24 zuzugreifen, ist eine Netzwerk-Hardware 30 vorgesehen. Bei der Netz-Hardware handelt es sich beispielsweise um ein Local Area Network (LAN) oder um ein WLAN (Wireless Local Area Network) oder um eine Bluetooth-Schnittstelle. Ein externes Anzeigegerät 32 kann dann über die Netzwerk-Hardware 30 mit dem Web-Server 22 verbunden werden. Bei dem Anzeigegerät 32 handelt es sich in der Ausführungsform gemäß Figur 1 exemplarisch um ein Notebook. Über das Anzeigegerät 32 kann von einem Nutzer beispielsweise die Last eingegeben werden, um die Kraft in der Recheneinheit 16 zu ermitteln. Auf dem Anzeigegerät können dann die ermittelten physikalischen Größen und die Beschleunigung angezeigt werden.

**[0047]** Zur Spannungsversorgung des Messsystems 1 kann ein Akkumulator vorgesehen sein, der am oder im Gehäuse 2 angeordnet ist.

**[0048]** Insbesondere ist mit dem Messsystem 1, das als Einheit an der Last 10 befestigbar ist, die Überprüfung mit einer Messung einer im Antrieb der Last 10 vorhandenen Messeinrichtung ermöglicht, um die Sicherheit festzustellen. Des Weiteren ist das Messsystem 1 derart ausgebildet, dass damit auch Beschleunigungen und Kräfte in einem Störfall korrekt erfassbar sind.

**[0049]** In Figur 2 ist eine zweite Ausführungsform des Messsystems 1 dargestellt. Hierbei ist das Überwachungssystem 4 in einem Gehäuse 34 und das Auswertesystem 6 in einem separaten Gehäuse 36 angeordnet.

Das Gehäuse 34 ist mit der Last 10 oder dessen Lastaufnahmeeinrichtung fest verbunden. Das Überwachungssystem 4 weist entsprechend der Ausführungsform in Figur 1 den Beschleunigungssensor 8 auf. Zusätzlich ist eine Sende-Einheit 38 im Überwachungssystem 4 vorgesehen, mit der der Beschleunigungssensor 8 über eine Verbindung 40 zum Übertragen der ermittelten Messwerte verbunden ist. Die Sende-Einheit 38 wiederum ist über eine Verbindung 42, bei der es sich vorzugsweise um eine kabellose Verbindung, beispielsweise WLAN oder Bluetooth, handelt, mit der Netzwerk-Hardware 30 verbunden, die im Gehäuse 36 angeordnet ist. Über die Verbindung 42 werden die erfassten Messwerte von der Sende-Einheit 38 zur Netzwerk-Hardware 30 übertragen. Diese wiederum überträgt über eine Verbindung 44 die erfassten Messwerte zur Recheneinheit 16. Die Recheneinheit 16, der Speicher 20, der Web-Server 22 und die Netzwerk-Hardware 30 sind im Übrigen entsprechend der Ausführungsform in Figur 1 miteinander in Verbindung. Des Weiteren ist das Anzeigegerät 32 ebenfalls mit der Netzwerk-Hardware 30 verbunden.

**[0050]** Das Messsystem 1 gemäß Figur 2 besteht somit aus zwei Komponenten mit jeweils einem separaten Gehäuse 34 und 36. Das Überwachungssystem 4 und das Auswertesystem 6 weisen dabei jeweils eine separate Spannungsversorgung auf. Die Spannungsversorgung des Überwachungssystems 4 erfolgt dabei über einen Akkumulator, der im oder am Gehäuse 34 befestigt ist und eine ausreichende Kapazität für mehrere Stunden Messbetrieb aufweist. Die Spannungsversorgung für das Auswertesystem 6 im Gehäuse 36 kann dabei hardwaregebunden sein, da dieses nicht mit der Last 10 mitbewegt wird.

**[0051]** Gemäß Figur 3 ist zum Befestigen des Messsystems 1 über das Gehäuse 2 oder das Gehäuse 34, siehe Figur 1 oder 2, ein Befestigungsmittel vorgesehen, das eine Adapterplatte 46 aufweist. Diese ist dabei fest mit dem Gehäuse 2 oder 34 verbunden. Des Weiteren kann die Adapterplatte 46 verschiedene Bohrungen und/oder Langlöcher aufweisen, um weitere Befestigungsmittel anzubringen, wie beispielsweise eine Rohrschelle, eine Bügelschraube, einen Magnetfuß, einen Klemmmechanismus oder eine Verschraubung.

**[0052]** Gemäß Figur 1 und 2 bildet die Last 10 mit der nicht gezeigten Lastaufnahme und dem Messsystem 1 eine Messanordnung in der Bühnentechnik 48.

**[0053]** Figur 4 zeigt Verfahrensschritte eines Verfahrens für das Messsystem 1 aus den Figuren 1 und 2. Hierbei wird in einem ersten Schritt 50 die Beschleunigung der Last 10 über den Beschleunigungssensor 8 gemessen. In einem Schritt 52 werden die Beschleunigungswerte in weitere für die Diagnose (der Bühnentechnik) relevante physikalische Größen wie beispielsweise eine Kraft und/oder eine Geschwindigkeit und/oder ein Weg (Strecke) und/oder ein Ruck umgerechnet. In einem Schritt 53 werden die ermittelten Größen mit den Messwerten der im Antrieb verbauten Sensorik verglichen.

**[0054]** Offenbart ist ein Messsystem zur Diagnose von Einrichtungen zum Befördern von Lasten, das eine Auswertesystem und ein Überwachungssystem aufweist. Mit dem Überwachungssystem kann eine Beschleunigung an der Last erfasst werden. Das Überwachungssystem weist hierbei Mittel auf, damit es an der Last oder an einer Lastaufnahmeeinrichtung direkt befestigbar ist. Das Messsystem ist dabei derart eingerichtet, dass die Beschleunigungen im Normalbetrieb und auch im Störbetrieb messbar sind. Das Messsystem ist hierbei in der Bühnentechnik eingesetzt. Bei einem Verfahren für das Messsystem wird in einem ersten Schritt die Beschleunigung erfasst. In einem zweiten Schritt werden die Beschleunigungswerte in weitere physikalische Größen umgerechnet und in einem dritten Schritt mit den Werten der üblichen vorhandenen Sensorik verglichen.

#### Bezugszeichenliste

#### 20 **[0055]**

1	Messsystem
2	Gehäuse
4	Überwachungssystem
5	
6	Auswertesystem
8	Beschleunigungssensor
10	Last
12	Befestigungsmittel
14	Verbindung
15	
16	Recheneinheit
18	Verbindung
20	Speicher
22	Web-Server
24	Web-Applikation
25	
26	Verbindung
28	Verbindung
30	Netzwerk-Hardware
32	Anzeigegerät
34	Gehäuse
36	Gehäuse
38	Sende-Einheit
40	Verbindung
42	Verbindung
44	Verbindung
45	
46	Adapterplatte
48	Messanordnung (in der Bühnentechnik)
50	Schritt
52	Schritt
53	Schritt
55	

#### Patentansprüche

1. Messsystem zur Diagnose von Einrichtungen zum Befördern von Lasten (10) mit einem Auswertesystem (6) und einem Überwachungssystem (4) zum Überwachen von Beschleunigungen an der Last (10), die von einem Antrieb bewegbar ist, wobei das

Überwachungssystem (4) einen Beschleunigungssensor (8) zum Messen der Beschleunigungen aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Messsystem (1) und/oder der Beschleunigungssensor (8) eingerichtet ist, um es und/oder ihn an der Last (10) und/oder an einer Lastaufnahmeeinrichtung zu befestigen, wobei das Messsystem (1) eingerichtet ist, um die Beschleunigungen im Normalbetrieb und im Störfall zu messen und zu dokumentieren.

2. Messsystem nach Anspruch 1, wobei das Auswertesystem (6) derart eingerichtet ist, dass Abweichungen zwischen der Messung des Überwachungssystems (4) und einer Messung einer im Antrieb verbauten Messeinrichtung erkennbar sind.

3. Messsystem nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Überwachungssystem (4) und das Auswertesystem (6) in einem gemeinsamen Gehäuse (2) ausgebildet sind, wobei das Überwachungssystem (4) und das Auswertesystem (6) jeweils in einem separaten Gehäuse (34, 36) ausgebildet sind.

4. Messsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Überwachungssystem (4) und das Auswertesystem (6) jeweils eine eigene Spannungsversorgung aufweisen, oder wobei das Überwachungssystem (4) und das Auswertesystem (6) eine gemeinsame Spannungsversorgung aufweisen.

5

5. Messsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Überwachungssystem (4) ein Sendesystem (38) aufweist, das die vom Beschleunigungssensor (8) ermittelten Beschleunigungen an das Auswertesystem (6) übermittelt.

10

6. Messsystem nach Anspruch 4 oder 5, wobei eine Spannungsversorgung durch einen Akkumulator erfolgt.

15

7. Messsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Beschleunigungssensor (8) die Beschleunigungen in zumindest einer Achsrichtung, insbesondere in zwei oder drei Achsrichtungen, erfasst.

20

8. Messsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei dieses eine Schnittstelle oder eine Netzwerk-Hardware (30) zum Verbinden mit einer Anzeigevorrichtung (32) hat.

25

9. Messsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei dieses einen Web-Server (22) aufweist.

30

10. Messsystem nach Anspruch 9, wobei auf dem Web-Server (22) eine Web-Applikation (24) läuft.

35

11. Messsystem nach Anspruch 10, wobei die Web-Applikation (24) auf dem Anzeigegerät (32) darstellbar ist und/oder wobei auf die Web-Applikation (24) über die Anzeigevorrichtung (32) zugreifbar ist.

12. Messsystem nach einem der Ansprüche 3 bis 11, wobei das gemeinsame Gehäuse (2) des Überwachungssystems (4) und des Auswertesystems (6) oder das Gehäuse (34) des Überwachungssystems (4) mit einer Adapterplatte (46) verbunden ist.

13. Messsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei dieses derart ausgebildet ist, dass Beschleunigungswerte in weitere für die Diagnose, insbesondere der Bühnentechnik, relevante physikalische Größen wie eine Kraft und/oder eine Geschwindigkeit und/oder ein Weg (Strecke) und/oder ein Ruck umrechenbar sind.

14. Verwendung des Messsystems gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche in der Bühnentechnik.

15. Verfahren für ein Messsystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13 mit den Schritten:

- Messen und/oder Überwachen der Beschleunigung der Last (10) über den Beschleunigungssensor (8); insbesondere
- Umrechnen der Beschleunigung in weitere für die Diagnose, insbesondere der Bühnentechnik, relevante physikalische Größen wie Kraft und/oder eine Geschwindigkeit und/oder ein Weg (Strecke) und/oder ein Ruck;
- Vergleichen der ermittelten Größen mit Messwerten einer im Antrieb verbauten Messeinrichtung.

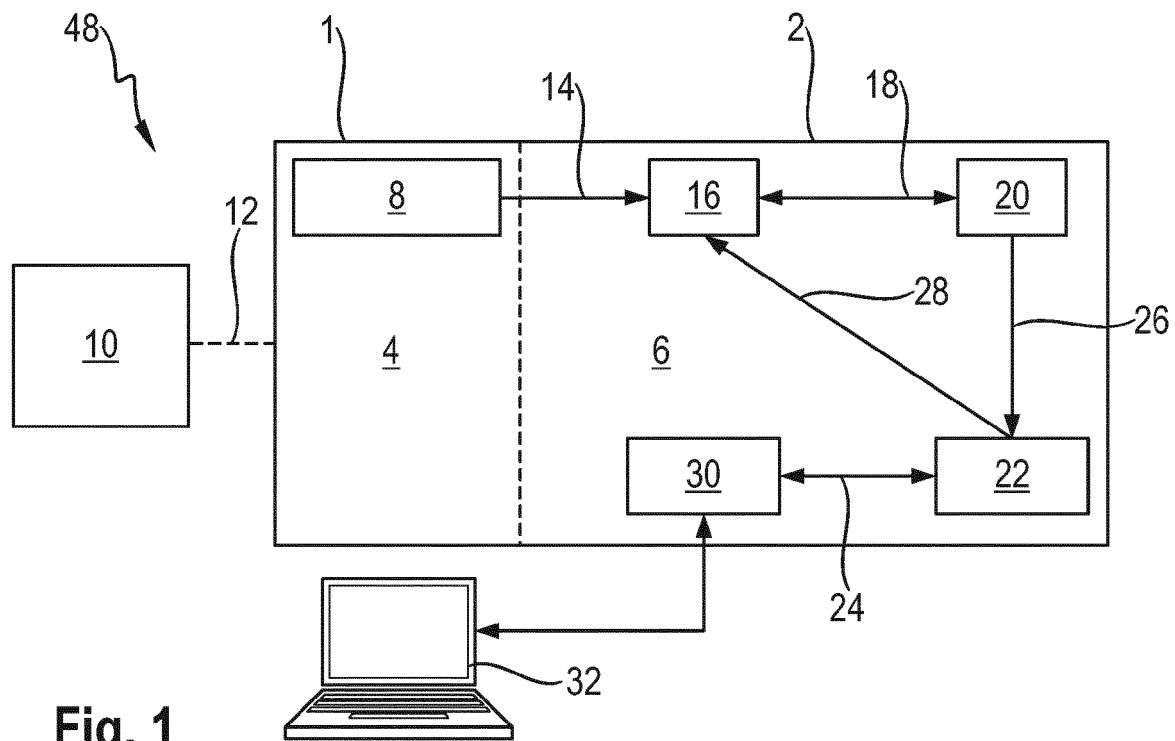


Fig. 1

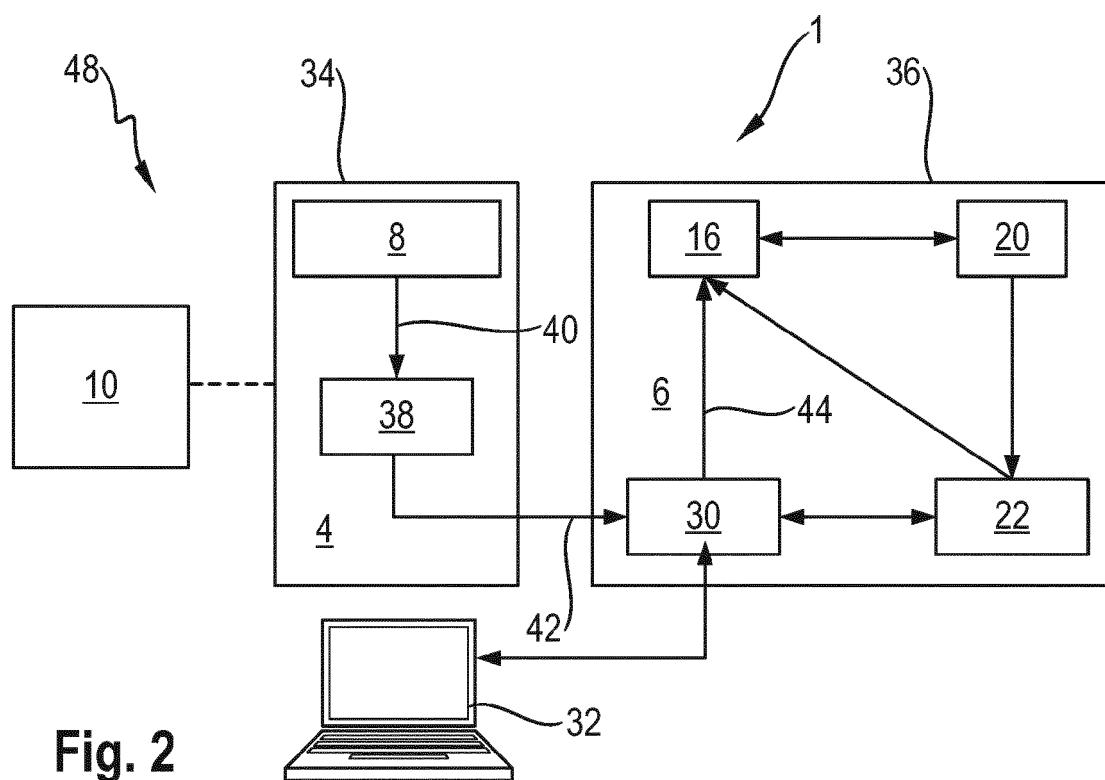


Fig. 2

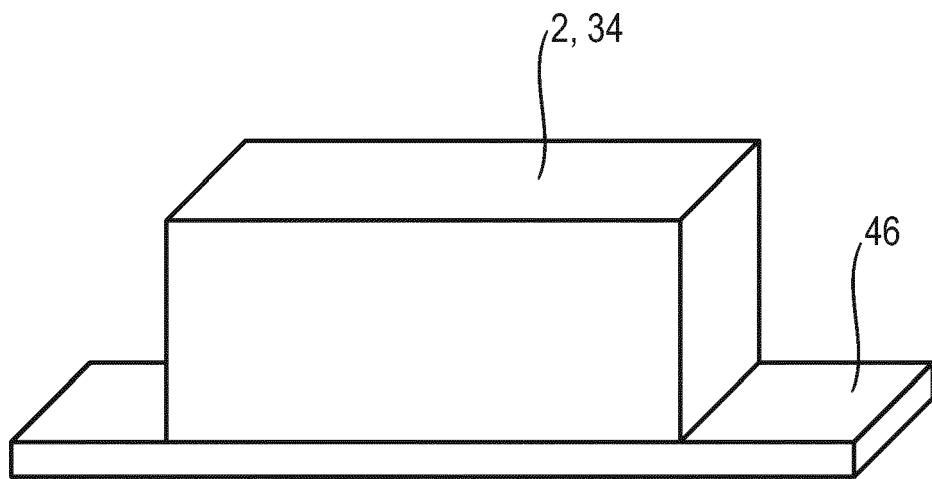


Fig. 3

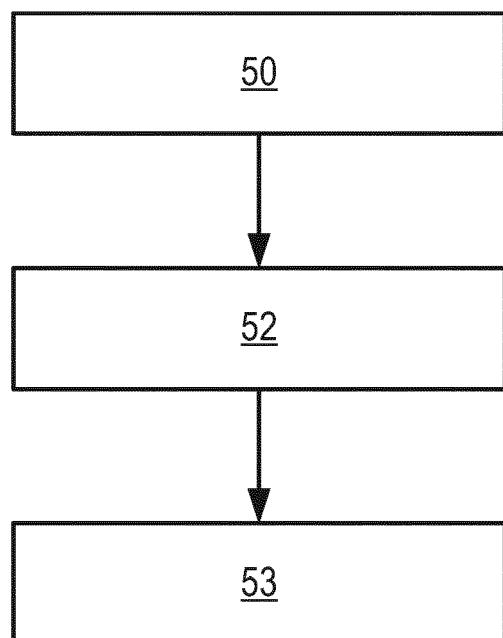


Fig. 4



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 16 17 3216

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrieff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
10 X	WO 2014/124890 A1 (INVENTIO AG [CH]) 21. August 2014 (2014-08-21) * Seite 8, Zeile 2 - Seite 11, Zeile 13; Abbildungen *	1-15	INV. A63J1/02
15 X	US 2005/077117 A1 (SHRUM WILLIAM M [US] ET AL) 14. April 2005 (2005-04-14) * Absatz [0041] - Absatz [0051]; Abbildungen *	1-4,6,15	
20 X	WO 92/08665 A1 (BAYERN TECH UEBERWACH VEREIN [DE]) 29. Mai 1992 (1992-05-29) * Seite 8, Zeile 18 - Seite 15, Zeile 3; Abbildungen *	1-4	
25 A	US 2004/099852 A1 (HOFFEND DONALD A [US] ET AL) 27. Mai 2004 (2004-05-27) * Absatz [0186] - Absatz [0200]; Abbildungen *	1-15	
30 A	KR 2003 0060036 A (SEO WON INDUSTRY CO LTD [KR]) 12. Juli 2003 (2003-07-12) * das ganze Dokument *	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC) A63J
35			
40			
45			
50 1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
55	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 24. Oktober 2016	Prüfer Lucas, Peter
	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
	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		

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

EP 16 17 3216

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten  
Patentdokumente 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.

24-10-2016

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	WO 2014124890 A1	21-08-2014	KEINE	
15	US 2005077117 A1	14-04-2005	KEINE	
	WO 9208665 A1	29-05-1992	AT 134356 T DE 9015495 U1 EP 0573432 A1 ES 2087312 T3 GR 3019068 T3 JP H06502376 A US 5522480 A WO 9208665 A1	15-03-1996 02-01-1992 15-12-1993 16-07-1996 31-05-1996 17-03-1994 04-06-1996 29-05-1992
20	US 2004099852 A1	27-05-2004	US 2004099852 A1 US 2007001158 A1	27-05-2004 04-01-2007
25	KR 20030060036 A	12-07-2003	KEINE	
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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