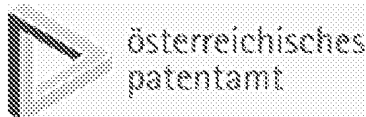


(19)



(10)

AT 516792 A1 2016-08-15

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: A 50054/2015
 (22) Anmeldetag: 28.01.2015
 (43) Veröffentlicht am: 15.08.2016

(51) Int. Cl.: **B61C 15/10** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
 DE 2911959 A1
 DE 3425895 A1
 DE 202013007558 U1
 EP 0212256 A1

(71) Patentanmelder:
 KNORR-BREMSE GESELLSCHAFT MIT
 BESCHRÄNKTER HAFTUNG
 2340 MÖDLING (AT)

(72) Erfinder:
 Fux Raffael BSc
 1140 Wien (AT)
 Krismanic Georg Dipl.Ing. Dr.
 1020 Wien (AT)
 Lang Andreas MSc
 1050 Wien (AT)
 Schneider Albert Ing.
 1020 Wien (AT)

(74) Vertreter:
 Anwälte Burger & Partner Rechtsanwalt GmbH
 4580 Windischgarsten (AT)

(54) **Zellenradschleuse und Sandungsanlage für ein Schienenfahrzeug mit erhöhter Standfestigkeit**

(57) Es wird ein Verfahren zum Betrieb einer Zellenradschleuse (1) angegeben, bei dem der Zellenradschleuse (1) rieselfähiges Schüttgut zugeführt wird und das Verhältnis zwischen der mittleren Korngröße (k_m) des zugeführten Schüttguts und einer Spaltgröße (s , s_1 , s_2 , s_3) zwischen einer Zellenradschaufel (7) und dem Gehäuse (2, 4) kleiner gleich 1,5 beträgt. Insbesondere kann das Verfahren bei einer Sandungsanlage (15) eines Schienenfahrzeugs (18) angewandt werden. Weiterhin wird eine Zellenradschleuse (1) angegeben, bei welcher das Verhältnis zwischen der maximalen lichten Weite (w_1) des Einlasses (3) und/oder Auslasses (5) und der Spaltgröße (s , s_1 , s_2 , s_3) zwischen einer Zellenradschaufel (7) und dem Gehäuse (2, 4) in einem Bereich von 6 bis 150 liegt. Alternativ oder zusätzlich liegt ein solches Verhältnis für eine maximale lichte Weite (w_2) einer Zelle (17) des Zellenrads (6) in einem Bereich von 5 bis 60. Schließlich betrifft die Erfindung auch eine Sandungsanlage (15) sowie ein Schienenfahrzeug (18) mit einer solchen Zellenradschleuse (1).

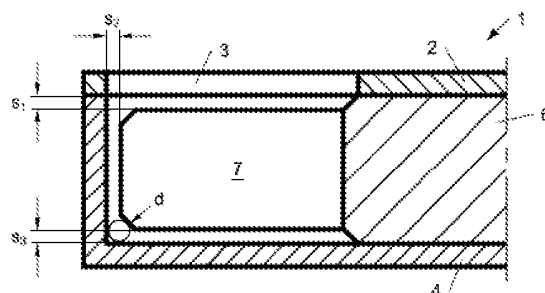


Fig. 2

Zusammenfassung

Es wird ein Verfahren zum Betrieb einer Zellenradschleuse (1) angegeben, bei dem der Zellenradschleuse (1) rieselfähiges Schüttgut zugeführt wird und das Verhältnis zwischen der mittleren Korngröße (k_m) des zugeführten Schüttguts und einer Spaltgröße (s, s_1, s_2, s_3) zwischen einer Zellenradschaufel (7) und dem Gehäuse (2, 4) kleiner gleich 1,5 beträgt. Insbesondere kann das Verfahren bei einer Sandungsanlage (15) eines Schienenfahrzeugs (18) angewandt werden. Weiterhin wird eine Zellenradschleuse (1) angegeben, bei welcher das Verhältnis zwischen der maximalen lichten Weite (w_1) des Einlasses (3) und/oder Auslasses (5) und der Spaltgröße (s, s_1, s_2, s_3) zwischen einer Zellenradschaufel (7) und dem Gehäuse (2, 4) in einem Bereich von 6 bis 150 liegt. Alternativ oder zusätzlich liegt ein solches Verhältnis für eine maximale lichte Weite (w_2) einer Zelle (17) des Zellenrads (6) in einem Bereich von 5 bis 60. Schließlich betrifft die Erfindung auch eine Sandungsanlage (15) sowie ein Schienenfahrzeug (18) mit einer solchen Zellenradschleuse (1).

Fig. 2

Die Erfindung betrifft eine Zellenradschleuse, umfassend ein Gehäuse mit einem Einlass und einem Auslass, ein im Gehäuse drehbar gelagertes Zellenrad mit mehreren Zellen und einen Antrieb für das Zellenrad. Darüber hinaus betrifft die Erfindung eine Sandungsanlage respektive ein Streugerät für ein Schienenfahrzeug, umfassend eine Zellenradschleuse der oben genannten Art, welche einen mit dem Einlass der Zellenradschleuse verbundenen Behälter zur Aufnahme von Bremssand oder eine mit dem Einlass der Zellenradschleuse verbundene Zuleitung zum Antransport von Bremssand umfasst, sowie eine mit dem Auslass der Zellenradschleuse verbundene Ableitung zum Abtransport von Bremssand. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Schienenfahrzeug mit einer Sandungsanlage der oben genannten Art. Schließlich betrifft die Erfindung auch ein Betriebsverfahren für eine solche Zellenradschleuse, eine solche Sandungsanlage und ein solches Schienenfahrzeug.

Eine Zellenradschleuse und ein Betriebsverfahren der oben genannten Art sind aus dem Stand der Technik grundsätzlich bekannt. Beispielsweise offenbart die WO 11127937 A1 dazu eine Horizontalzellenradschleuse zum Fördern von Material, insbesondere zum Austragen und/oder Dosieren von Schüttgut. Die Horizontalzellenradschleuse umfasst ein in einem Zellenradgehäuse angeordnetes Zellenrad, welches um eine vertikale Drehachse drehbar ist, wobei ein durch die Horizontalzellenradschleuse zu förderndes Material von oberhalb des Zellenradgehäuses dem Zellenrad zugeführt wird, innerhalb des Zellenradgehäuses in horizontaler Richtung gefördert wird und aus dem Zellenradgehäuse nach unten entlassen wird.

Zudem offenbart die AT 505 783 A1 ein Streugerät für ein Schienenfahrzeug mit einem aus einem Sandbehälter kommenden Sandzulauf, welcher in ein rotierendes Zellenrad mündet, das mit sternförmig angeordneten Kammern zum Füllen des Sandflusses versehen ist.

Generell liegt der Einsatzbereich der genannten Zellenradschleusen in industriellen Anlagen aber auch in Sandungsanlagen von Schienenfahrzeugen, wo sie für das Dosieren von Brems sand eingesetzt werden. Der vor die Räder des Schienenfahrzeugs gestreute Sand erhöht die Traktion desselben beim Bremsen und Anfahren.

Grundsätzlich problematisch ist die relativ geringe Standzeit einer Zellenradschleuse, denn je nach Abrasivität des geförderten Schüttguts verschleießen das Zellenrad und das Gehäuse vergleichsweise schnell. Durch harte, spitze Teilchen des Förderguts kommt es zu abrasivem Verschleiß beziehungsweise Erosionsverschleiß der Zellenradschleuse. Insbesondere ist dies bei Sand im Allgemeinen und im Speziellen bei Brems sand für Schienenfahrzeuge der Fall. Dieser soll zweckentsprechend ja zu einer hohen Reibung zwischen Schienenfahrzeug und Gleis führen und ist damit vergleichsweise abrasiv. Die erwünschte Wirkung beim Bremsen/Anfahren steht somit im krassen Gegensatz zu einer erwünschten langen Lebensdauer einer Zellenradschleuse. Zudem führt insbesondere Brems sand zu sehr hohen und unerwünschten Antriebsmomenten für das Zellenrad.

Eine Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine verbesserte Zellenradschleuse, eine verbesserte Sandungsanlage und ein verbessertes Schienenfahrzeug sowie ein verbessertes Betriebsverfahren für eine Zellenradschleuse anzugeben. Insbesondere soll die Zellenradschleuse eine gute Genauigkeit beim Portionieren/Dosieren des rieselfähigen Guts ermöglichen und nur geringe Antriebskräfte hervorrufen. Nach Möglichkeit soll zudem der Verschleiß gering gehalten werden, beziehungsweise soll ein nicht zu verhindernder Verschleiß nur geringe Auswirkungen auf die erwähnten Antriebskräfte und die erwähnte Genauigkeit beim Portionieren/Dosieren haben.

Die Aufgabe der Erfindung wird mit einem Betriebsverfahren der eingangs genannten Art gelöst, bei dem ein Verhältnis zwischen einer mittleren Korngröße des der Zellenradschleuse zugeführten rieselfähigen Schüttguts und einer Spaltgröße zwischen einer Zellenradschaufel und dem Gehäuse kleiner gleich 1,5 beträgt, also die auf die Spaltgröße normierte mittlere Korngröße kleiner gleich 1,5 ist. Mit anderen Worten wird der Zellenradschleuse rieselfähiges Schüttgut mit Körnern verschiedener Korngrößen zugeführt, dessen mittlere Korngröße maximal dem 1,5-fachen der Spaltgröße zwischen einer Zellenradschaufel und dem Gehäuse entspricht.

Da die Einlässe und die Auslässe sowie die Zellen nicht beliebig klein ausgeführt werden können, sondern eine der Korngröße entsprechende Dimension aufweisen sollten und damit auch von einer Spaltgröße abhängen, wird die Aufgabe der Erfindung auch durch eine Zellenradschleuse gelöst, bei der

- a) das Verhältnis zwischen der maximalen lichten Weite des Einlasses und/oder Auslasses und der Spaltgröße zwischen einer Zellenradschaufel und dem Gehäuse bei einem Einlass/Auslass je Zellenradschleuse in einem Bereich von 12 bis 150 und bei zwei Einlässen/Auslässen je Zellenradschleuse in einem Bereich von 6 bis 75 liegt und/oder
- b) das Verhältnis zwischen der maximalen lichten Weite einer Zelle des Zellenrads und der Spaltgröße zwischen einer Zellenradschaufel und dem Gehäuse in einem Bereich von 5 bis 60 liegt.

Demzufolge ist es von Vorteil, wenn das Verhältnis zwischen der größten lichten Weite des Einlasses und/oder Auslasses und der mittleren Korngröße bei einem Einlass/Auslass je Zellenradschleuse bei etwa 100 und bei zwei Einlässen/Auslässen je Zellenradschleuse bei etwa 50 liegt, in beiden Fällen jedoch mindestens 10 beträgt. Mit anderen Worten entspricht die größte lichte Weite des Einlasses und/oder Auslasses dann mindestens dem 10-fachen und vorzugsweise dem 100-fachen (ein Einlass/Auslass) beziehungsweise dem 50-fachen (zwei Einlässe/Auslässe) der mittleren Korngröße. Vorteilhaft ist es aber auch, wenn das Verhältnis zwischen der größten lichten Weite einer Zelle des Zellenrads und der mittleren Korngröße etwa 40, mindestens jedoch 10 beträgt. Mit anderen Worten

entspricht die größte lichte Weite einer Zelle des Zellenrads dann mindestens dem 10-fachen und vorzugsweise dem 40-fachen der mittleren Korngröße. Die Angabe "etwa" bedeutet in obigem Zusammenhang insbesondere $\pm 10\%$.

Die Aufgabe der Erfindung wird aber auch durch eine Sandungsanlage gelöst, welche eine Zellenradschleuse der genannten Art aufweist, respektive welche entsprechend dem oben genannten Betriebsverfahren betrieben wird.

Schließlich wird die Aufgabe der Erfindung auch durch ein Schienenfahrzeug gelöst, welches eine Sandungsanlage der genannten Art aufweist, beziehungsweise dessen Sandungsanlage entsprechend dem oben genannten Betriebsverfahren betrieben wird.

Die vorgeschlagenen Maßnahmen erscheinen auf den ersten Blick paradox, da sich die Sandkörner insbesondere bei einem Verhältnis $< 1,0$ ja durch den Spalt zwischen Zellenrad und Gehäuse hindurch bewegen und in diesem verklemmen können. Dennoch ist es von Vorteil, wenn der Wert 1,0 für das Verhältnis zwischen der im Schüttgut vorhandenen Korngrößen und der Spaltgröße zwischen einer Zellenradschaufel und dem Gehäuse in der Verteilung von Korngrößen im Schüttgut inkludiert ist. Dies verringert scheinbar die Portioniergenauigkeit und erhöht vermeintlich die Antriebskräfte für das Zellenrad. Wie sich in umfangreichen Versuchen herausgestellt hat, bietet die genannte Abstimmung jedoch eine vorteilhafte Balance zwischen geringem, erforderlichem Antriebsmoment für das Zellenrad und guter Genauigkeit beim Portionieren des rieselfähigen Guts sowie eine nur geringe Variation der genannten Parameter durch nicht zu verhindernde Bauteiltoleranzen und spezifikationsbedingte Variationen des rieselfähigen Guts. Insbesondere haben Versuche gezeigt, dass bei einer auf die Spaltgröße normierten mittleren Korngröße von größer 1,5 ein markanter Anstieg der für den Betrieb der Zellenradschleuse erforderliche Antriebskräfte auftritt. Durch die oben genannte Wahl kann ein Betrieb der Zellenradschleuse in diesem Bereich jedoch vermieden werden.

Durch die vorgeschlagenen Maßnahmen wird im Speziellen auch die Standzeit des Zellenrads deutlich verbessert. Aufgrund der gewählten Auslegung wirkt sich

auch nicht zu verhindernder Verschleiß nur kaum auf die Portioniergenauigkeit beziehungsweise Dosiergenauigkeit und die Antriebskräfte aus. Das heißt, es wird die Langzeitstabilität der Zellenradschleuse verbessert, und die Zellenradschleuse liefert über einen vergleichsweise langen Zeitraum reproduzierbare Ergebnisse. Mit anderen Worten ändert sich die Austragsmengenkennlinie der Zellenradschleuse nur in geringem Maße. Im Gegensatz dazu setzt eine Degradation bei Zellenradschleusen nach dem Stand der Technik schon nach geringer Betriebsdauer vergleichsweise heftig ein.

Generell kann das genannte Verhältnis auf einen radialen Spalt zwischen einer Zellenradschaufel und dem Gehäuse bezogen sein. Mit anderen Worten entspricht die mittlere Korngröße dann maximal dem 1,5-fachen der Spaltgröße eines radialen Spalts zwischen einer Zellenradschaufel und dem Gehäuse.

Das genannte Verhältnis kann aber auch auf einen axialen Spalt zwischen einer Zellenradschaufel und dem Gehäuse bezogen sein. Mit anderen Worten entspricht mittlere Korngröße dann maximal dem 1,5-fachen der Spaltgröße eines axialen Spalts zwischen einer Zellenradschaufel und dem Gehäuse.

Im Allgemeinen kann zur Bestimmung der Korngröße aus einer Vielzahl von Methoden ausgewählt werden, bei denen letztlich zumeist ein Äquivalentdurchmesser bestimmt wird. Die geeignete Methode hängt beispielsweise vom Korngrößenbereich und/oder von Vorschriften ab. Beispielsweise wird von den Betreibern von Schienenfahrzeugen oft nur Brems sand eingesetzt, der eine bestimmte Spezifikation erfüllt. Häufig wird die Korngröße durch Siebung ermittelt. Hierbei wird ein Satz mit nach unten immer feiner werdenden Sieben aufeinander gesetzt. Die zu analysierende Probe wird in das oberste Sieb eingefüllt und der Siebsatz anschließend gerüttelt. Die auf diese Weise ermittelten Korngrößen werden üblicherweise in Millimetern angegeben.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich nun aus den Unteransprüchen sowie aus der Beschreibung in Zusammenhang mit den Figuren.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn das Verhältnis zwischen der Korngröße des der Zellenradschleuse zugeführten Schüttguts bei der unteren Standardabweichung und einer Spaltgröße zwischen einer Zellenradschaufel und dem Gehäuse kleiner gleich 1,0 beträgt. Obwohl unter obiger Voraussetzung mindestens 15,9 % des Schüttguts im Falle einer Normalverteilung eine Korngröße aufweisen, die kleiner als die Spaltgröße ist, ergibt sich in diesem Bereich eine besonders gute Abstimmung zwischen geringem erforderlichem Antriebsmoment für das Zellenrad und guter Genauigkeit beim Portionieren des rieselfähigen Guts sowie vergleichsweise hoher Resistenz beziehungsweise Invarianz der genannten Parameter gegenüber Bauteiltoleranzen und Variationen des rieselfähigen Guts. Zudem wird auch die Resistenz beziehungsweise Invarianz der genannten Parameter bei auftretendem Verschleiß deutlich gesenkt, und der Verschleiß wird auch absolut verringert.

Weiterhin liegt das Verhältnis zwischen der mittleren Korngröße des der Zellenradschleuse zugeführten Schüttguts und einer Spaltgröße zwischen einer Zellenradschaufel und dem Gehäuse vorzugsweise im Bereich von 0,5 bis 1,5. Versuche haben gezeigt, dass sich in diesem Bereich eine besonders gute Abstimmung der oben genannten Parameter ergibt.

Weiterhin ergibt sich eine besonders gute Abstimmung der oben genannten Parameter, wenn das oben genannte Verhältnis im Bereich von 0,5 bis 1,0 liegt, auch wenn hier bereits mindestens 50 % des Schüttguts im Falle einer Normalverteilung eine Korngröße aufweisen, die kleiner als die Spaltgröße ist, und eine Portioniergenauigkeit scheinbar zunichtemachen. Jedoch kann bei einer auf die Spaltgröße normierten mittleren Korngröße von kleiner 1,0 mit hoher Sicherheit davon ausgegangen werden, dass der weiter oben genannte markante Anstieg der für den Betrieb der Zellenradschleuse erforderliche Antriebskräfte außerhalb des Betriebsbereichs der Zellenradschleuse liegt.

Im Speziellen beziehen sich die bereits genannten Wertebereiche auf Sand/Bremssand. Vorzugsweise wird als rieselfähiges Gut demzufolge Sand/Bremssand eingesetzt.

Vorteilhaft ist es weiterhin, wenn das rieselfähige Gut eine Körnungsverteilung aufweist, die im Wesentlichen einer Normalverteilung beziehungsweise einer Gauß'schen Glockenkurve entspricht. Dadurch sind die im Betrieb der Zellenradschleuse auftretenden Kräfte und ein bei einer bestimmten Drehzahl geförderter Massenstrom besonders gut vorhersehbar. Die Angabe "im Wesentlichen" bedeutet in obigem Zusammenhang insbesondere eine Abweichung von $\pm 10\%$ vom Verlauf einer Normalverteilung.

Besonders vorteilhaft ist es weiterhin, wenn die (auf die Spaltgröße normierte) Standardabweichung σ der oben genannten Normalverteilung maximal 0,4 beträgt. Für normalverteilte Zufallsgrößen liegen 68,3 % der Werte im Intervall $\pm \sigma$ um einen Mittelwert. Für eine typische Verteilung der Korngröße von Bremssand liegt die (absolute) Standardabweichung σ' bei etwa 0,33 mm.

Vorteilhaft ist eine Ecke der Zellenradschaufeln abgerundet oder abgeschrägt. Auf diese Weise können Antriebskräfte, und Verschleiß einer Zellenradschleuse ebenfalls verringert sowie die Dosiergenauigkeit, Langzeitstabilität und Resistenz gegenüber Bauteiltoleranzen und Variationen des rieselfähigen Guts verbessert werden. Besonders vorteilhaft ist es dabei, wenn das Verhältnis zwischen der mittleren Korngröße und dem Durchmesser des größten, im Bereich der genannten Ecke zwischen Zellenradschaufel und Gehäuse einschreibbaren Kreises maximal 0,5 beträgt. Mit anderen Worten entspricht die mittlere Korngröße maximal dem 0,5-fachen des Durchmessers des größten im Bereich der genannten Ecke zwischen Zellenradschaufel und Gehäuse einschreibbaren Kreises. In den Ecken der Zellenradschaufeln tritt der bereits genannte Widerspruch scheinbar verringerter Portioniergenauigkeit besonders hervor, da die Lücke zwischen Zellenrad und Gehäuse hier besonders groß ist. Dennoch führt insbesondere auch diese Maßnahme zu einer Verbesserung der Langzeitstabilität der Portioniergenauigkeit.

Schließlich ist es auch von Vorteil, wenn eine Kante des Einlasses, welche die Zellenradschaufel bei Bewegung in einer Drehrichtung zuletzt erreicht, im Querschnitt gesehen abgeschrägt ist. Obwohl diese Formgebung auf den ersten Blick als kontraproduktiv erscheint, da sich die Körner des rieselfähigen Guts in dem enger werdenden Spalt verkeilen können, haben Untersuchungen zu dem überra-

schenden Ergebnis geführt, dass damit die Lebensdauer der Zellenradschleuse erhöht und die Antriebskräfte vermindert werden können.

Vorteilhaft ist es, wenn sich die Abschrägung ab Beginn der Kante des Einlasses über einen Kreisbogen beziehungsweise über eine Bogenlänge im Bereich von 10° bis 50° erstreckt. Das heißt, die "Länge" der Abschrägung weist einen Wert zwischen 10° und 50° auf. Die oben genannten Vorteile werden dann in besonderer Weise erzielt. Weitere bevorzugte Werte für die Bogenlänge liegen in einem Bereich von 25° bis 35° .

Besonders vorteilhaft ist es in obigem Zusammenhang auch, wenn das Verhältnis zwischen mittlerer Korngröße und Tiefe der Abschrägung auf Höhe der Einlasskante in einem Bereich von 0,6 bis 2,4 liegt. Insbesondere beträgt die Tiefe 0,5 mm bis 2 mm. Auch dann werden die oben genannten Vorteile in besonderer Weise erzielt.

An dieser Stelle wird darauf aufmerksam gemacht, dass sich die zur Zellenradschleuse offenbarten Ausführungsvarianten und die daraus resultierenden Vorteile gleichermaßen auf das Betriebsverfahren für eine Zellenradschleuse, auf die Sandungsanlage sowie auf das Schienenfahrzeug beziehen und umgekehrt.

Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

Es zeigen jeweils in stark vereinfachter, schematischer Darstellung:

Fig. 1 ein erstes schematisch dargestelltes Beispiel für eine Zellenradschleuse;

Fig. 2 einen Schnitt durch die Zellenradschleuse aus Fig. 1;

Fig. 3 wie Fig. 2, nur mit Zellenradschaufeln mit abgerundeten Ecken;

Fig. 4 eine Draufsicht auf die Zellenradschleuse aus Fig. 1 mit teilweise abgenommenem Gehäuseoberteil;

- Fig. 5 ein Beispiel für eine Normalverteilung eines rieselfähigen Guts;
- Fig. 6 ähnlich wie Fig. 5, nur mit eingezeichneter Standardabweichung;
- Fig. 7 ein schematisch dargestelltes Beispiel für eine Sandungsanlage in einem Schienenfahrzeug und
- Fig. 8 ein Diagramm der Motorleistung beziehungsweise des Massenstroms über der normierten mittleren Korngröße.

Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen. Weiterhin können auch Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den gezeigten und beschriebenen unterschiedlichen Ausführungsbeispielen für sich eigenständige, erfinderische oder erfindungsgemäße Lösungen darstellen.

Fig. 1 zeigt ein erstes, schematisch dargestelltes Beispiel einer Zellenradschleuse 1, welche ein Gehäuse mit einem Gehäuseoberteil 2 mit obenliegenden Einlässen 3 und einem Gehäuseunterteil 4 mit untenliegenden Auslässen 5 sowie ein im Gehäuse 2, 4 drehbar gelagertes Zellenrad 6 mit mehreren Schaufeln oder Flügeln 7 aufweist. Weiterhin umfasst die Zellenradschleuse 1 einen mit dem Zellenrad 6 gekoppelten Antrieb 8, der hier beispielhaft als Elektromotor ausgebildet ist. Konkret ist der Antrieb 8 über ein Getriebe 9 und eine Welle 10 mit dem Zellenrad 6 verbunden. Zudem umfasst die Anordnung einen optionalen mit den Einlässen 3 der Zellenradschleuse 1 verbundenen Schüttgutbehälter 11 zur Aufnahme eines rieselfähigen Guts respektive ein Zuführrohr zum Antransport des rieselfähigen Guts und eine optionale mit den Auslässen 5 der Zellenradschleuse 1 verbundene Ableitung 12 zum (Ab)Transport des rieselfähigen Guts. Die Ableitung 12

ist in diesem Beispiel über einen optionalen Sammler 13 an die Zellenradschleuse 1 angebunden. Zusätzlich umfasst Zellenradschleuse 1 einen optionalen mit der Welle 10 gekoppelten Aktivator/Rührer 14, welcher im Behälter 11 angeordnet ist.

In der Fig. 1 ist der Behälter 11 zwecks der besseren Darstellbarkeit durchsichtig dargestellt. Das Zuführrohr beziehungsweise der Schüttgutbehälter 11, der Sammler 13 und das Abführrohr 12 sind nicht unbedingt Teil der Zellenradschleuse 1 und deshalb mit dünnen Linien dargestellt. Zudem ist die Welle 10 gegebenenfalls länger dargestellt, als sie in der Realität ist, um die Kopplung zwischen dem Zellenrad 6 und dem Antrieb 8 auch in der Explosionszeichnung deutlich darstellen zu können.

Die Funktion der Zellenradschleuse 1 ist nun wie folgt:

Über das Zuführrohr / den Schüttgutbehälter 11 wird rieselfähiges Gut, zum Beispiel Granulat, Sand oder dergleichen an die Zellenradschleuse 1 herangeführt. Über die beiden Einlässe 3 dringt es in die Kammern/Zellen des Zellenrads 6 vor, gelangt im Stillstand des Zellenrads 6 von dort aber nicht weiter. Wird das Zellenrad 6 in Rotation versetzt, so schieben die Zellenradschaufeln/Zellenradflügel 7 das in den Zellenradkammern befindliche Material zu den Auslässen 5, wo es hindurch in den Sammler 13 fällt und von dort über das Abführrohr 12 abtransportiert wird, beispielsweise mit Hilfe von Druckluft. Über den von der Welle 10 angetriebenen Aktivator/Rührer 14 wird verhindert, dass das rieselfähige Gut verklumpt und sichergestellt, dass die Zellen ordnungsgemäß befüllt werden. Dieser kann zu diesem Zweck wie dargestellt Rippen aufweisen, jedoch auch mit etwas weiter auskragenden Rührflügeln ausgestattet sein.

In dem in Fig. 1 dargestellten Beispiel weist das Gehäuse 2, 4 zwei Einlässe 3 und zwei Auslässe 5 auf. Weiterhin weist das Zellenrad 6 sechs Flügel 7 beziehungsweise Kammern auf. Selbstverständlich ist dies nur als illustratives Beispiel zu sehen. Natürlich kann die Zahl der Einlässe 3 und Auslässe 5 sowie der Flügel 7 / Kammern auch von der Darstellung abweichen.

Im Speziellen kann die in der Fig. 1 dargestellte Anordnung eine Sandungsanlage beziehungsweise ein Streugerät 15 eines Schienenfahrzeugs bilden oder Teil einer solchen sein. Das rieselfähige Gut wird in diesem Fall durch Bremssand gebildet, welcher durch die Zellenradschleuse 1 portioniert zu den Rädern eines Schienenfahrzeugs geleitet wird und dort dessen Traktion beim Anfahren und Bremsen verbessert (siehe auch Fig. 7)

In der Fig. 1 sind die Drehachse des Zellenrads 6 und die Motorwelle parallel zueinander. Denkbar wäre aber auch, dass die beiden Achsen quer aufeinander stehen (insbesondere 90° aufeinander) oder im Falle eines Direktantriebs koaxial angeordnet sind. Das Getriebe 9 kann beispielsweise als Riemengetriebe, Kettenantrieb oder auch als Stirnradgetriebe ausgebildet sein. Als Riemen kommen zum Beispiel Flachriemen, Rundriemen, Zahnriemen, Keilriemen oder Keilrippenriemen in Betracht. Bei einer winkelligen Ausrichtung der Zellenradachse und der Motorachse kommen beispielsweise Kegelradgetriebe, Kronenradgetriebe, Schneckengetriebe oder auch Torusgetriebe (erhältlich bei der Firma Tedec AG, <http://torus-gear.com>) in Betracht.

Fig. 2 zeigt nun einen Halbschnitt durch das Gehäuse 2, 4 im Bereich eines Einlasses 3. Aus der Fig. 2 ist insbesondere die Form der Zellenradschaufeln 7 entnehmbar. Eine Zellenradschaufel 7 weist in diesem konkreten Beispiel sowohl axiale Spalte an der Oberseite und Unterseite als auch einen radialen Spalt zum Gehäuse 2, 4 auf. Die Breite des axialen Spalts an der Oberseite beträgt s_1 , die Breite des radialen Spalts s_2 und die Breite des axialen Spalts an der Unterseite s_3 . Die Ecken der Zellenradschaufeln 7 sind in diesem Beispiel abgeschrägt. Zusätzlich ist daher in der unteren Ecke der größte, im Bereich der genannten Ecke zwischen Zellenradschaufel 7 und Gehäuse 4, einschreibbare Kreis mit dem Durchmesser d dargestellt.

Fig. 3 zeigt ein weiteres Beispiel, das der in Fig. 2 dargestellten Anordnung sehr ähnlich ist. Im Unterschied dazu sind die Ecken der Zellenradschaufeln 7 nun aber nicht abgeschrägt sondern abgerundet. Zudem ist die Schnittführung gegenüber der Fig. 2 verändert, sodass der Einlass 3 von der Seite her dargestellt ist und somit in radialer Richtung betrachtet wird. Aus der Fig. 3 geht insbesondere her-

vor, dass eine Kante 16 des Einlasses 3, welche die Zellenradschaufel 7 bei Bewegung in der Pfeilrichtung zuletzt erreicht, im Querschnitt gesehen abgeschrägt ist. In der Fig. 3 ist dies die linke Kante 16 des Einlasses 3. Obwohl diese Formgebung auf den ersten Blick als kontraproduktiv erscheint, da sich die Körner des rieselfähigen Guts in dem enger werdenden Spalt verkeilen können, haben Untersuchungen zu dem überraschenden Ergebnis geführt, dass damit die Lebensdauer der Zellenradschleuse 1 erhöht und die Antriebskräfte vermindert werden können. Vorzugsweise erstreckt sich die Abschrägung ab Beginn der Kante des Einlasses über eine Bogenlänge α im Bereich von 10° bis 50° . Auf Höhe der Kante 16 liegt das Verhältnis zwischen mittlerer Korngröße k_m und Tiefe t der Abschrägung bevorzugt in einem Bereich von 0,6 bis 2,4. Weitere bevorzugte Werte für die genannte Bogenlänge α liegen in einem Bereich von 25° bis 35° und weitere bevorzugte Werte für die Tiefe t in einem Bereich von 0,5 mm bis 2 mm.

Generell kann vorgesehen sein, dass der radiale Spalt s_2 oder die axialen Spalte s_1 bzw. s_3 zwischen dem Gehäuse 2, 4 und einer Zellenradschaufel 7 weggelassen werden und das Zellenrad 6 demzufolge dort das Gehäuse 2, 4 berührt. Auch kann vorgesehen sein, dass das Zellenrad 6 nur einen axialen Spalt s_1 oder s_3 zum Gehäuse 2, 4 hin aufweist (in Kombination mit dem radialen Spalte s_2 oder ohne einen solchen). Schließlich kann der Winkel der Abschrägung an den Ecken der Zellenradschaufeln 7 ein anderer sein. Insbesondere kann der Winkel zwischen der Vertikalen und der Abschrägung kleiner sein als dargestellt, das heißt kleiner als 45° sein. Möglich ist auch, dass nur eine der Ecken abgerundet/abgeschrägt ist oder die Ecken unterschiedliche Form aufweisen. Die Abschrägung/Abrundung kann auch soweit ausgedehnt sein, dass der vertikale Abschnitt der Schaufelkante vollständig wegfällt. Angemerkt wird an dieser Stelle auch, dass die Kanten einer Zellenradschaufel 7 nicht notwendigerweise gerade beziehungsweise kreisbogenförmig verlaufen, so wie dies in den Figuren 2 und 3 dargestellt ist. Denkbar ist vielmehr auch, dass die genannten Kanten einen von einer Gerade / einem Kreisbogen abweichenden Verlauf aufweisen.

Fig. 4 zeigt die Zellenradschleuse 1 nun in Draufsicht mit teilweise abgenommenem Gehäuseoberteil 2. Wie erwähnt, weist das Zellenrad 6 sechs Zellenrad-

schaufeln/Zellenradflügel 7 und demzufolge sechs Zellen/Kammern 17 auf. Der Gehäuseoberteil 2 weist zwei Einlässe 3 auf, und der Gehäuseunterteil 4 weist zwei Auslässe 5 auf (letztere sind der besseren Darstellbarkeit halber in der Fig. 4 jedoch nicht gezeigt). Sowohl die Zellen 17 als auch die Einlässe 3 und die Auslässe 5 sind gleichmäßig über den Umfang verteilt. Dies ist zwar vorteilhaft, jedoch nicht zwingend für die Erfindung. In der Fig. 4 sind zusätzlich noch die maximale lichte Weite w_1 des Einlasses 3, sowie die maximale lichte Weite w_2 der Zelle 17 dargestellt. In diesem Beispiel wird darüber hinaus angenommen, dass der Auslass 5 gleich groß ist wie der Einlass 3. Somit entspricht w_1 auch der maximalen lichten Weite des Auslasses 5. Dies ist jedoch keine notwendige Bedingung. Notwendig ist auch nicht, dass die lichten Weiten w_1 und w_2 so gemessen werden wie in der Darstellung der Fig. 4. Denkbar ist auch, dass die lichte Weite w_1 zwischen den äußeren beiden Eckpunkten des Einlasses 3 liegt, wenn dieser einen größeren radialen Bereich abdeckt. Gleichermäßen ist auch denkbar, dass die lichte Weite w_2 zwischen einem äußeren und einem inneren Eckpunkt der Zelle 17 liegt, wenn diese einen kleineren radialen Bereich abdeckt.

Die Zellenradschleuse 1 beziehungsweise ein Betriebsverfahren für dieselbe weisen nun folgende Merkmale auf:

Das Verhältnis zwischen der mittleren Korngröße des zugeführten Schüttguts und einer Spaltgröße s_1, s_2, s_3 zwischen einer Zellenradschaufel 7 und dem Gehäuse 2, 4 liegt bei kleiner gleich 1,5. Mit anderen Worten wird der Zellenradschleuse 1 rieselfähiges Schüttgut zugeführt, dessen mittlere Korngröße maximal dem 1,5-fachen der Spaltgröße s_1, s_2, s_3 zwischen einer Zellenradschaufel 7 und dem Gehäuse 2, 4 entspricht.

Fig. 5 zeigt eine typische Verteilung der Korngröße eines zugeführten Schüttguts. Konkret ist die prozentuale Verteilung der auf die Spaltgröße s normierten Korngröße k/s , also des Verhältnisses zwischen der Korngröße k und einer Spaltgröße s dargestellt. Bei einer mittleren Korngröße k_m/s weist die Kurve ein Maximum auf. Wie aus der Fig. 5 hervorgeht, liegt das Verhältnis zwischen der mittleren Korngröße k_m des zugeführten Schüttguts und einer Spaltgröße s zwischen einer Zellenradschaufel 7 und dem Gehäuse 2, 4 bei kleiner 1,5. Das Verhältnis kann

dabei auf den axialen Spalt s_1 , s_3 oder den radialen Spalt s_2 bezogen sein. Mit anderen Worten liegt dann das Verhältnis k_m/s_1 , k_m/s_3 oder k_m/s_2 bei kleiner gleich 1,5. Zusätzlich ist in der Fig. 5 der Wert $k/s=1$ eingetragen, bei welchem die Korngröße k gleich der Spaltgröße s ist. Aus der Fig. 5 geht hervor, dass es in dem zugeführten Schüttgut Körner mit einer Korngröße $k < s$ gibt, welche den Spalt s prinzipiell passieren können. Das heißt die Verteilung der Korngröße k ist so breit und die mittlere Korngröße k_m so gewählt, dass der Wert $k/s=1$ innerhalb der genannten Verteilung liegt. Der Wert k_m/s kann auch als "normierte mittlere Korngröße" aufgefasst beziehungsweise bezeichnet werden.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn das Verhältnis zwischen der mittleren Korngröße k_m des der Zellenradschleuse 1 zugeführten Schüttguts und einer Spaltgröße s , s_1 , s_2 , s_3 zwischen einer Zellenradschaufel 7 und dem Gehäuse 2, 4 im Bereich von 0,5 bis 1,5 liegt, das heißt wenn gilt $0,5 \leq k_m/s \leq 1,5$. In diesem Wertebereich funktioniert die Zellenradschleuse 1 besonders gut. Dies erscheint auf den ersten Blick zwar paradox, da sich die Körner insbesondere bei einem Verhältnis $k_m/s < 1,0$ wie bereits erwähnt ja durch den Spalt s hindurch bewegen und in diesem verklemmen können. Wie bereits weiter oben erläutert wurde, bietet diese Abstimmung jedoch eine vorteilhafte Balance zwischen geringem erforderlichen Antriebsmoment für das Zellenrad 6 und guter Genauigkeit beim Portionieren des rieselfähigen Guts. Zudem wird die Abhängigkeit der genannten Parameter von Bauteiltoleranzen und Verschleiß verringert, und der Verschleiß wird auch absolut gesehen verringert (siehe hierzu auch die Fig. 8). Die obigen Vorteile ergeben sich im Speziellen für $0,5 \leq k_m/s \leq 1,0$, und dies obwohl im Falle eines normalverteilten Schüttguts zumindest 50% der im Schüttgut vorhandenen Körner prinzipiell den Spalt s passieren können und somit scheinbar eine Portioniergenauigkeit zu-nichtemachen.

Für die Funktion der Zellenradschleuse 1 ist es auch von Vorteil, wenn das Verhältnis zwischen s_1/s_2 in einem Bereich von 2,0 bis 2,5 und das Verhältnis s_1/s_3 in einem Bereich von 1,5 bis 2,0 liegt.

Fig. 6 zeigt nun eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung, bei der nicht nur $0,5 \leq k_m/s \leq 1,5$ gilt, sondern auch das Verhältnis zwischen der Korngröße

ße $k_{m-\sigma}$ bei der unteren Standardabweichung $-\sigma$ und der Spaltgröße s kleiner gleich 1,0 beträgt. Das heißt, dass im Falle eines normalverteilten Schüttguts zu-
mindest 15,9% der im Schüttgut vorhandenen Körner prinzipiell den Spalt s pas-
sieren können.

Im Besonderen gilt das bisher Gesagte für Sand, insbesondere Bremsand für
Schienenfahrzeuge.

Das Schüttgut beziehungsweise rieselfähige Gut weist in obigem Beispiel eine
Körnungsverteilung auf, die im Wesentlichen einer Normalverteilung beziehungs-
weise einer Gauß'schen Glockenkurve entspricht. Grundsätzlich gilt das Gesagte
aber auch für andere Verteilungen der Körnung.

Da die Einlässe 3 und die Auslässe 5 sowie die Zellen 17 nicht beliebig klein aus-
geführt werden können, sondern eine der Korngröße k entsprechende Dimension
aufweisen sollten, kann die oben angeführte technische Lehre auch auf die maxi-
male lichte Weite w_1 eines Einlasses 3 (respektive eines Auslasses 5) sowie auf
die maximale lichte Weite w_2 einer Zelle 17 bezogen werden. Mit anderen Worten
beträgt das Verhältnis der größten lichten Weite w_1 des Einlasses 3 und/oder Aus-
lasses 5 zu der mittleren Korngröße k_m mindestens 10 (und vorzugsweise 100 bei
einem Einlass 3 / Auslass 5 je Zellenradschleuse 1 beziehungsweise 50 bei zwei
Einlässen 3 / Auslässen 5 je Zellenradschleuse 1), und/oder das Verhältnis zwi-
schen der größten lichten Weite w_2 der Zelle 17 und der mittleren Korngröße k_m
beträgt mindestens 10 (und vorzugsweise 40).

Demzufolge kann die Zellenradschleuse 1 dann vorteilhaft betrieben werden,
wenn

- a) das Verhältnis zwischen der maximalen lichten Weite w_1 des Einlasses 3
und/oder Auslasses 5 und der Spaltgröße s_1, s_2, s_3 zwischen einer Zellenrad-
schaufel 7 und dem Gehäuse 2, 4 bei einem Einlass 3 / Auslass 5 je Zellenrad-
schleuse 1 in einem Bereich von 12 bis 150 und bei zwei Einlässen 3 / Ausläs-
sen 5 je Zellenradschleuse 1 in einem Bereich von 6 bis 75 liegt und/oder
- b) das Verhältnis zwischen der maximalen lichten Weite w_2 einer Zelle 17 des
Zellenrads 6 und der Spaltgröße s_1, s_2, s_3 zwischen einer Zellenradschaufel 7 und

dem Gehäuse 2, 4 in einem Bereich von 5 bis 60 liegt.

Das heißt, es gilt $12 \leq w_1/s \leq 150$ beziehungsweise $6 \leq w_1/s \leq 75$ (Fall a) respektive $5 \leq w_2/s \leq 60$ (Fall b).

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform beträgt die (auf die Spaltgröße s normierte) Standardabweichung σ der Normalverteilung maximal 0,4. Für normalverteilte Zufallsgrößen liegen 68,3 % der Werte im Intervall $k_m \pm \sigma$. Für einen typischen Bremssand liegt die mittlere Korngröße k_m bei etwa 1,2 mm und die (absolute) Standardabweichung σ' bei etwa 0,33 mm.

Von Vorteil ist es weiterhin, wenn das Verhältnis zwischen der mittleren Korngröße k_m und dem Durchmesser d des größten im Bereich einer Ecke zwischen Zellenradschaufel 7 und Gehäuse 2, 4 einschreibbaren Kreises maximal 0,5 beträgt.

Fig. 7 zeigt schließlich ein konkretes Anwendungsgebiet für eine Zellenradschleuse 1. Diese ist in dem in der Fig. 7 dargestellten Beispiel Teil einer Sandungsanlage 15 eines Schienenfahrzeugs 18. Die Sandungsanlage 15 umfasst eine Zellenradschleuse 1, einen Sandbehälter 11, einen Sammler 13, einen Motor 8 sowie eine Steuerung/Regelung 19. Der Sammler 13 ist an einen Kompressor 20 angeschlossen und auch mit einer Abführleitung 12 mit einem Fallrohr 21 verbunden. Im konkreten Beispiel umfasst das Schienenfahrzeug 18 zwei Sandungsanlagen 15, die mit einer zentralen Steuerung 22 verbunden sind.

Bei einer Bremsung veranlasst die zentrale Steuerung 22 die Motorsteuerung 19 der Zellenradschleuse 1 zum Aktivieren des Motors 8 und damit zum Drehen des Zellenrads 6. Dabei ist ein Einschaltbefehl für den Motor 8 mit einem Befehl (z.B. Bremsbefehl oder Befehl zum Anfahren) für das Schienenfahrzeug 18 gekoppelt. Gleichzeitig wird auch der Kompressor 20 oder, sofern der Kompressor 20 ohnehin läuft, lediglich ein Magnetventil in der Druckluftleitung aktiviert. Dadurch wird Bremssand dosiert vom Behälter 11 zum Fallrohr 21 transportiert und fällt von dort vor die Räder des Schienenfahrzeugs 18, um die Traktion beim Bremsen und beim Anfahren zu erhöhen.

Wenn kein Bremssand mehr benötigt wird, beispielsweise weil das Schienenfahrzeug 18 zum Stillstand gekommen ist, wird von der zentralen Steuerung 22 ein Ausschaltbefehl an die Steuerung 19 gesendet oder einfach der Einschaltbefehl aufgehoben. Nach Wegfall des Sandungssignals vom Schienenfahrzeug 18 ist es von Vorteil, wenn der Kompressor 20 respektive das Magnetventil noch so lange angesteuert wird, bis der noch in der Leitung 12 befindliche Sand ausgebracht wurde.

An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass das Zellenrad 6 in der Fig. 7 zwecks der besseren Aussagekraft der schematischen Darstellung mit horizontal ausgerichteter Drehachse des Zellenrads 6 gezeichnet wurde. Selbstverständlich bezieht sich die Fig. 7 uneingeschränkt auch auf Zellenräder 6 mit vertikal ausgerichteter Drehachse und somit insbesondere auf die in den Figuren 1 bis 4 dargestellten Ausführungsformen. Generell gilt die im Zusammenhang mit den Figuren 1 bis 4 offenbarte Lehre natürlich nicht nur für Zellenräder 6 mit vertikal ausgerichteter Drehachse, sondern uneingeschränkt auch auf Zellenräder 6 mit horizontal ausgerichteter Drehachse.

Fig. 8 soll abschließend die Vorteile der Erfindung auch visuell darstellen. Fig. 8 zeigt ein Diagramm der Motorleistung P beziehungsweise des Massenstroms $\dot{m}$ bei einer bestimmten Drehzahl n über der normierten mittleren Korngröße k_m/s . Rein beispielhaft ist auch eine konkrete konstruktive Auswahl für k_m/s bei 1,30 eingetragen. Da sich die Bauteile der Zellenradschleuse 1 nicht beliebig genau herstellen lassen und auch das verwendete rieselfähige Gut / der verwendete Bremssand hinsichtlich der Korngröße streut, ist auch ein Toleranzbereich von $\pm 0,05$ eingezeichnet.

Aus dem Diagramm ist ersichtlich, dass sich der Massenstroms $\dot{m}$ nur wenig über die normierte mittlere Korngröße k_m/s ändert und lediglich für relativ kleine Spalte s einen merklichen Anstieg zeigt. Überraschenderweise hat sich in Versuchen jedoch herausgestellt, dass der Verlauf der Motorleistung P zwischen zwei eher flachen Abschnitten einen markanten Anstieg aufweist. Dieser Anstieg liegt bei einer normierten mittleren Korngröße $k_m/s > 1,5$. Demzufolge ist es von Vorteil, eine Zellenradschleuse 1 konstruktiv so auszulegen, dass sich bei Betrieb mit einem für

die Zellenradschleuse 1 spezifizierten rieselfähigen Gut/Bremssand eine normierte mittlere Korngröße $k_m/s < 1,5$ einstellt. Da zum Beispiel die Art des Bremssands und insbesondere dessen mittlere Korngröße k_m in der Regel vom Betreiber eines Schienenfahrzeugs 18 vorgegeben wird, ergibt sich unmittelbar eine vorteilhafte Spaltgröße s .

Wie bereits erwähnt und wie aus der Fig. 8 ersichtlich, ergibt sich für $k_m/s < 1,5$ eine vorteilhafte Abstimmung der Zellenradschleuse 18. Insbesondere ist der Betrieb derselben mit einem relativ geringem Antriebsmoment beziehungsweise mit einer relativ geringen Antriebsleistung P möglich. Zudem wirken sich Bauteiltoleranzen nur wenig aus. In dem in Fig. 8 angegebenen Toleranzbereich von $1,25 \leq k_m/s \leq 1,35$ rund um den konstruktiv gewählten (Soll)Wert $k_m/s = 1,30$ ergibt sich nur eine sehr geringe Variation der erforderlichen Antriebsleistung P respektive des ausgetragenen Massenstroms $\dot{m}$. Würde dagegen etwa ein konstruktiv gewählter Wert von $k_m/s = 1,55$ vorgesehen werden, so würde insbesondere die Antriebsleistung P in dem Toleranzbereich derselben Breite, nämlich bei $1,50 \leq k_m/s \leq 1,60$ sehr stark streuen. Bei noch höheren Werten von k_m/s ist bei nur geringfügig erhöhtem Massenstrom $\dot{m}$ überhaupt eine vergleichsweise hohe Antriebsleistung P erforderlich. Insbesondere bei Werten $k_m/s > 1,65$ ist der Betrieb der Zellenradschleuse 1 daher sehr ineffizient (siehe das Verhältnis von Antriebsleistung zu Massenstroms $P/\dot{m}$).

Generell ist anzumerken, dass die konkreten Werte von k_m/s von der Art des gewählten Schüttguts (spitze Körner, runde Körner) sowie von der Bauart der Zellenradschleuse 1 abhängen. Die Fig. 8 soll daher lediglich dazu dienen, die bei Versuchen erhobenen Zusammenhänge qualitativ wiederzugeben. Selbstverständlich kann der starke Anstieg der Antriebsleistung P auch bei anderen Werten und insbesondere auch bei Werten rund um $k_m/s = 1,50$ liegen. Bei Werten $k_m/s \leq 1,00$ kann aber in der Regel davon ausgegangen werden, dass die Zellenradschleuse 1 mit Sicherheit in dem flachen Teil der Kennlinie der Antriebsleistung P links von dem erwähnten starken Anstieg betrieben wird. Insofern sind Werte $k_m/s \leq 1,00$ für die konstruktive Auslegung der Zellenradschleuse 1 von Vorteil.

Schließlich ist aus der Fig. 8 auch ersichtlich, dass eine eventuelle Abnutzung der Zellenradschleuse 1 nur geringfügige Auswirkungen auf die Antriebsleistung P und den Massenstroms $\dot{m}$ hat. Das heißt die Zellenradschleuse 1 kann für lange Zeit innerhalb relativ eng spezifizierter Betriebsparameter betrieben werden.

Die Ausführungsbeispiele zeigen generell mögliche Ausführungsvarianten einer erfindungsgemäßen Zellenradschleuse 1, einer erfindungsgemäßen Sandungsanlage 15 sowie eines erfindungsgemäßen Schienenfahrzeugs 18, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass die Erfindung nicht auf die speziell dargestellten Ausführungsvarianten desselben eingeschränkt ist, sondern vielmehr auch diverse Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind und diese Variationsmöglichkeit aufgrund der Lehre zum technischen Handeln durch gegenständliche Erfindung im Können des auf diesem technischen Gebiet tätigen Fachmannes liegt. Es sind also auch sämtliche denkbaren Ausführungsvarianten, die durch Kombination einzelner Details der dargestellten und beschriebenen Ausführungsvarianten möglich sind, vom Schutzzumfang mit umfasst.

Im Speziellen wird darauf hingewiesen, dass obwohl ein Teil der Ausführungsbeispiele auf eine Anwendung der vorgestellten Zellenradschleuse 1 in einer Sandungsanlage 15 eines Schienenfahrzeugs 18 gerichtet sind, die Zellenradschleuse 1 natürlich auch in anderen technischen Gebieten eingesetzt werden kann, beispielsweise in industriellen und/oder chemischen Anlagen zum Portionieren beziehungsweise Dosieren von zu verarbeitenden Stoffen.

Insbesondere wird festgehalten, dass die dargestellten Vorrichtungen in der Realität auch mehr oder auch weniger Bestandteile als dargestellt umfassen können. Weiterhin wird darauf hingewiesen, dass sich die offenbarte technische Lehre auf den Neuzustand der Zellenradschleuse 1 bezieht und sich die dargelegten Werte im Laufe des Betriebs ändern können.

Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus der Zellenradschleuse 1, der Sandungsanlage 15 sowie des Schienenfahrzeugs 18 diese/dieses bzw. deren/dessen Bestandteile teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

Die den eigenständigen erfinderischen Lösungen zugrundeliegende Aufgabe kann der Beschreibung entnommen werden.

Bezugszeichenliste

1	Zellenradschleuse
2	Gehäuseoberteil
3	Einlass
4	Gehäuseunterteil
5	Auslass
6	Zellenrad
7	Zellenradflügel/Zellenradschaufel
8	Antrieb/Motor
9	Getriebe
10	Welle
11	Sandbehälter/Sandkasten
12	Abführrohr/Ableitung
13	Sammler
14	Aktivator/Rührer
15	Sandungsanlage/Streugerät
16	Einlasskante
17	Zelle/Kammer
18	Schienenfahrzeug
19	Steuerung für Zellenradschleuse
20	Verdichter
21	Fallrohr
22	zentrale Steuerung
d	einschreibbarer Kreisdurchmesser in der Ecke
k	Korngröße
k_m	mittlere Korngröße
s	Spaltbreite
s_1	Spaltbreite axialer Spalt oben
s_2	Spaltbreite radialer Spalt
s_3	Spaltbreite axialer Spalt unten
t	Tiefe Abschrägung Einlass
w_1	lichte Weite Einlass
w_2	lichte Weite Zelle
σ	Standardabweichung
α	Kreisbogen Abschrägung Einlass

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Zellenradschleuse (1), aufweisend ein Gehäuse (2, 4) mit einem Einlass (3) und einem Auslass (5), ein im Gehäuse (2, 4) drehbar gelagertes Zellenrad (6) und einen Antrieb (8) für das Zellenrad (6), dadurch gekennzeichnet, dass
der Zellenradschleuse (1) rieselfähiges Schüttgut mit Körnern verschiedener Korngrößen (k) zugeführt wird und das Verhältnis zwischen der mittleren Korngröße (k_m) des zugeführten Schüttguts und einer Spaltgröße (s, s_1, s_2, s_3) zwischen einer Zellenradschaufel (7) und dem Gehäuse (2, 4) kleiner gleich 1,5 beträgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Wert 1,0 für das Verhältnis zwischen der genannten Korngröße (k) und der genannten Spaltgröße (s, s_1, s_2, s_3) in der Verteilung von Korngrößen (k) im Schüttgut inkludiert ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis zwischen der Korngröße ($k_{m-\sigma}$) des der Zellenradschleuse (1) zugeführten Schüttguts bei der unteren Standardabweichung ($-\sigma$) und einer Spaltgröße (s, s_1, s_2, s_3) zwischen einer Zellenradschaufel (7) und dem Gehäuse (2, 4) kleiner gleich 1,0 beträgt.
4. Verfahren nacheinem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis zwischen der mittleren Korngröße (k_m) des der Zellenradschleuse (1) zugeführten Schüttguts und einer Spaltgröße (s, s_1, s_2, s_3) zwischen einer Zellenradschaufel (7) und dem Gehäuse (2, 4) im Bereich von 0,5 bis 1,5 liegt.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis zwischen der mittleren Korngröße (k_m) des der Zellenradschleuse (1) zuge-

fürten Schüttguts und einer Spaltgröße (s , s_1 , s_2 , s_3) zwischen einer Zellenrad-schaukel (7) und dem Gehäuse (2, 4) im Bereich von 0,5 bis 1,0 liegt.

6. Verfahren nacheinem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Zellenradschleuse (1) als Schüttgut Sand zugeführt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis auf einen axialen Spalt (s_1 , s_3) zwischen einer Zellenrad-schaukel (7) und dem Gehäuse (2, 4) bezogen ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis auf einen radialen Spalt (s_2) zwischen einer Zellenradschau-fel (7) und dem Gehäuse (2, 4) bezogen ist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das rieselfähige Gut eine Körnungsverteilung aufweist, die im Wesentlichen einer Normalverteilung beziehungsweise einer Gauß'schen Glockenkurve ent-spricht.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die auf die Spaltgröße (s) bezogene Standardabweichung (σ) **der Korngrö-ßenverteilung** maximal 0,4 beträgt.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeich-net, dass das Verhältnis zwischen der größten lichten Weite (w_1) des Einlasses (3) und/oder Auslasses (5) und der mittleren Korngröße (k_m) mindestens 10 beträgt.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeich-net, dass das Verhältnis zwischen der lichten Weite (w_2) einer Zelle (17) des Zel-lenrads (6) und der mittleren Korngröße (k_m) mindestens 10 beträgt.

13. Verwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12 in einer Sandungsanlage (15) eines Schienenfahrzeugs (18).
14. Zellenradschleuse (1), umfassend
- ein Gehäuse (2, 4) mit einem Einlass (3) und einem Auslass (5),
 - ein im Gehäuse (2, 4) drehbar gelagertes Zellenrad (6) mit mehreren Zellen (17) und
 - einen Antrieb (8) für das Zellenrad (6),
- dadurch gekennzeichnet, dass
- a) das Verhältnis zwischen der maximalen lichten Weite (w_1) des Einlasses (3) und/oder Auslasses (5) und der Spaltgröße (s, s_1, s_2, s_3) zwischen einer Zellenradschaukel (7) und dem Gehäuse (6) bei einem Einlass (5) / Auslass (5) je Zellenradschleuse (1) in einem Bereich von 12 bis 150 und bei zwei Einlässen (5) / Auslässen (5) je Zellenradschleuse (1) in einem Bereich von 6 bis 75 liegt und/oder
- b) das Verhältnis zwischen der maximalen lichten Weite (w_2) einer Zelle (17) des Zellenrads (6) und der Spaltgröße (s, s_1, s_2, s_3) zwischen einer Zellenradschaukel (7) und dem Gehäuse (2, 4) in einem Bereich von 5 bis 60 liegt.
15. Zellenradschleuse (1) nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass eine Ecke der Zellenradschaukeln (7) abgerundet oder abgeschrägt ist.
16. Zellenradschleuse (1) nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis zwischen der mittleren Korngröße (k_m) und dem Durchmesser (d) des größten, im Bereich der genannten Ecke zwischen Zellenradschaukel (7) und Gehäuse (2, 4), einschreibbaren Kreises maximal 0,5 beträgt.
17. Zellenradschleuse (1) nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass eine Kante (16) des Einlasses (3), welche die Zellenradschaukel (7) bei Bewegung zuletzt erreicht, im Querschnitt gesehen abgeschrägt ist.

18. Zellenradschleuse (1) nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Abschrägung ab Beginn der Kante des Einlasses (3) über eine Bogenlänge (α) im Bereich von 10° bis 50° erstreckt.
19. Zellenradschleuse (1) nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis zwischen mittlerer Korngröße (k_m) und Tiefe (t) der Abschrägung auf Höhe der Kante (16) in einem Bereich von 0,6 bis 2,4 liegt.
20. Sandungsanlage (15) für ein Schienenfahrzeug (18), umfassend eine Zellenradschleuse (1) nach einem der Ansprüche 14 bis 19, gekennzeichnet durch
- einen mit dem Einlass (3) der Zellenradschleuse (1) verbundenen Behälter (11) zur Aufnahme von Bremssand oder eine mit dem Einlass (3) der Zellenradschleuse (1) verbundene Zuleitung zum Transport von Bremssand und
 - eine mit dem Auslass (5) der Zellenradschleuse (1) verbundene Ableitung (12) zum Transport von Bremssand.
21. Schienenfahrzeug (18), gekennzeichnet durch eine Sandungsanlage (15) nach Anspruch 20.

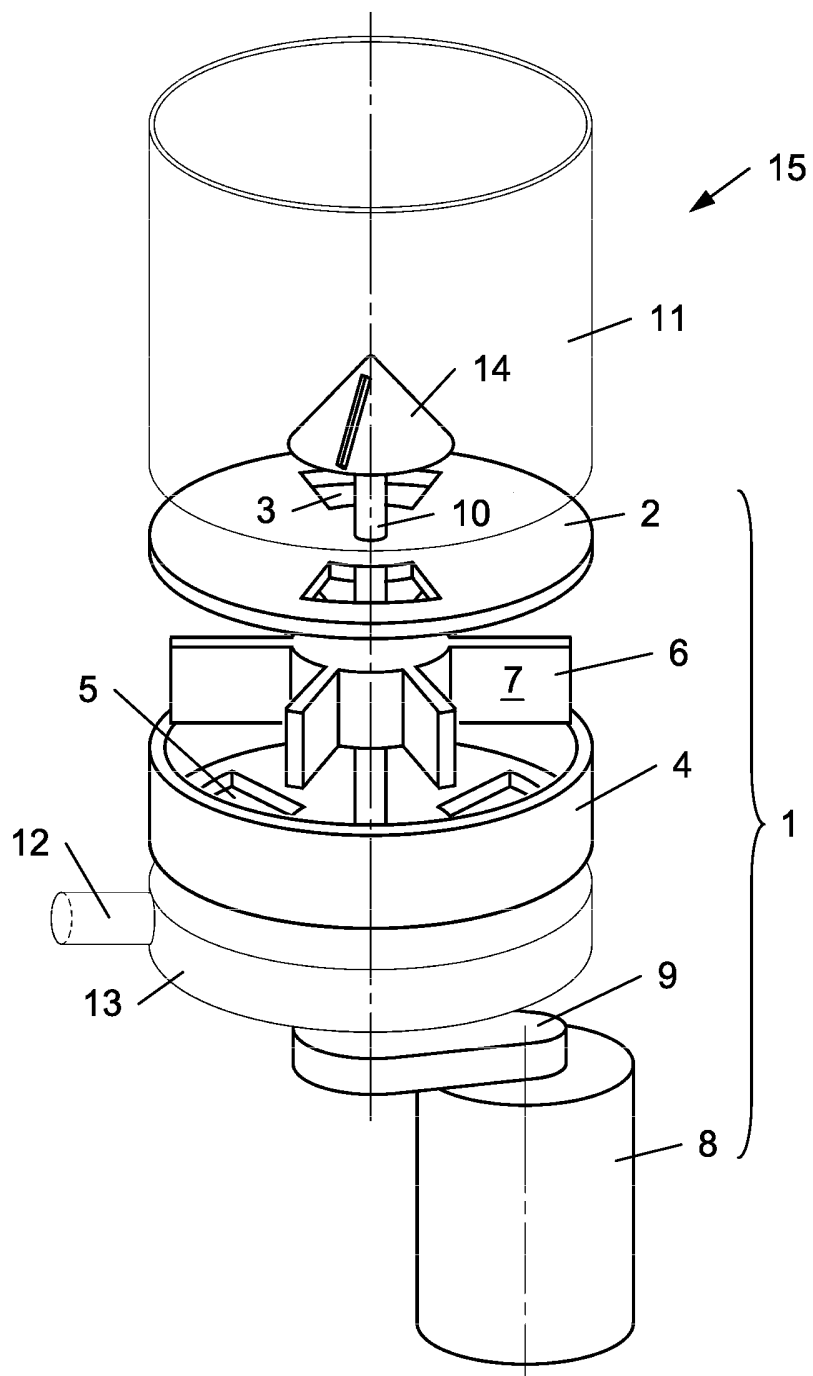


Fig. 1

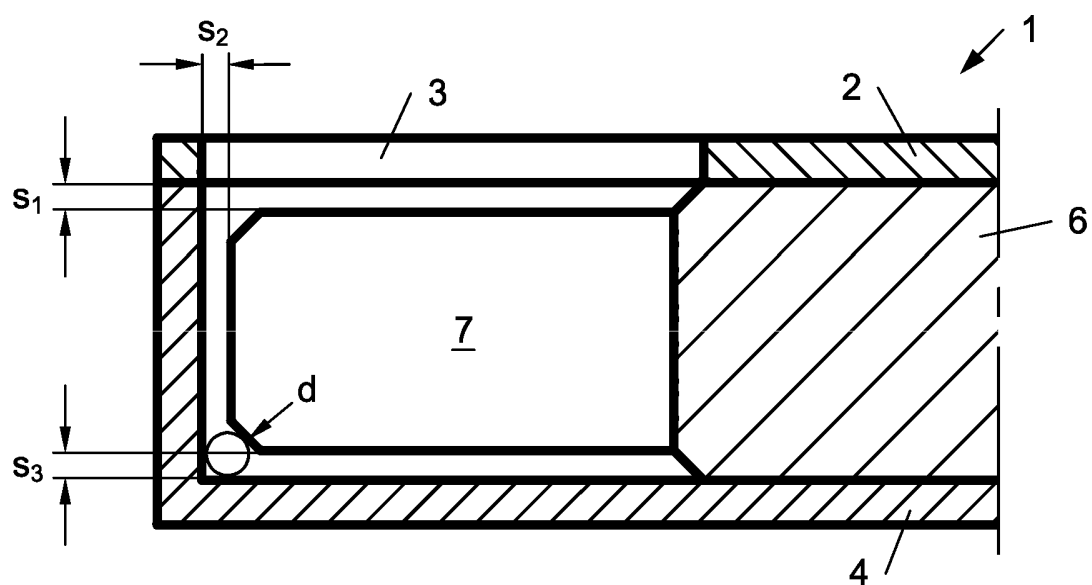


Fig. 2

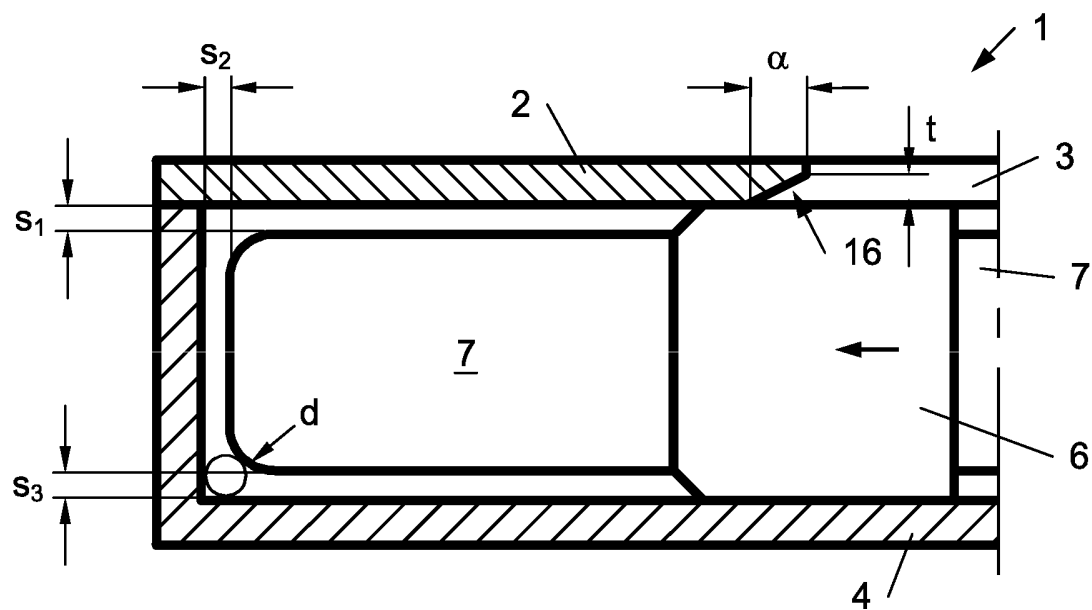


Fig. 3

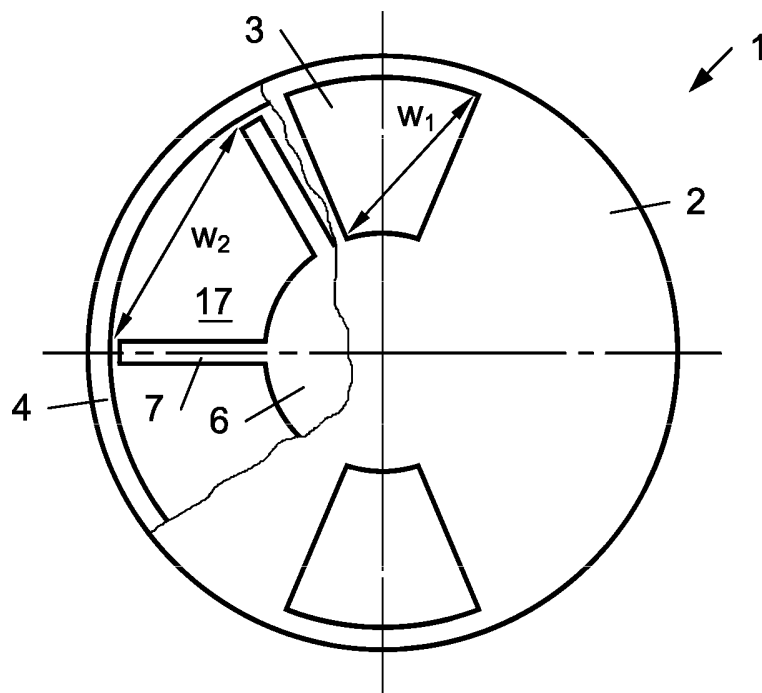


Fig. 4

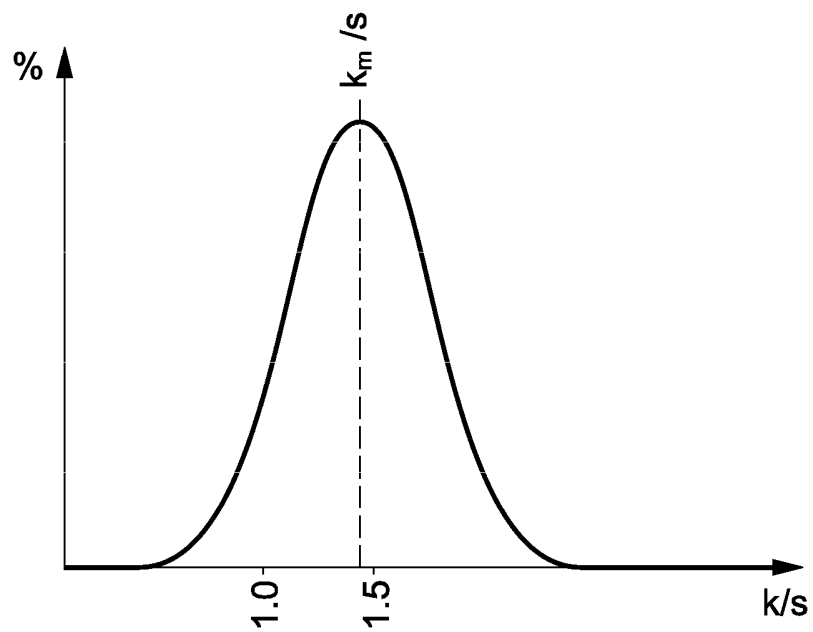


Fig. 5

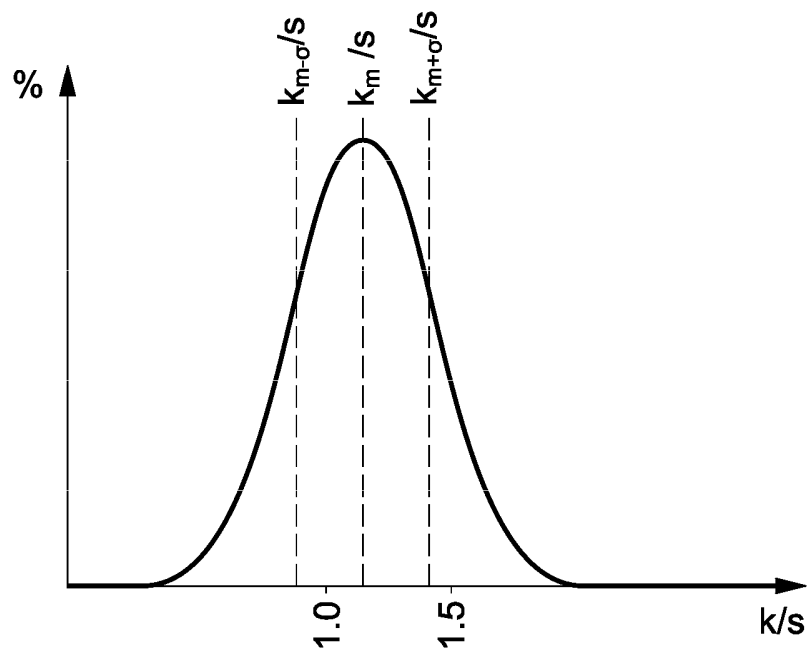


Fig. 6

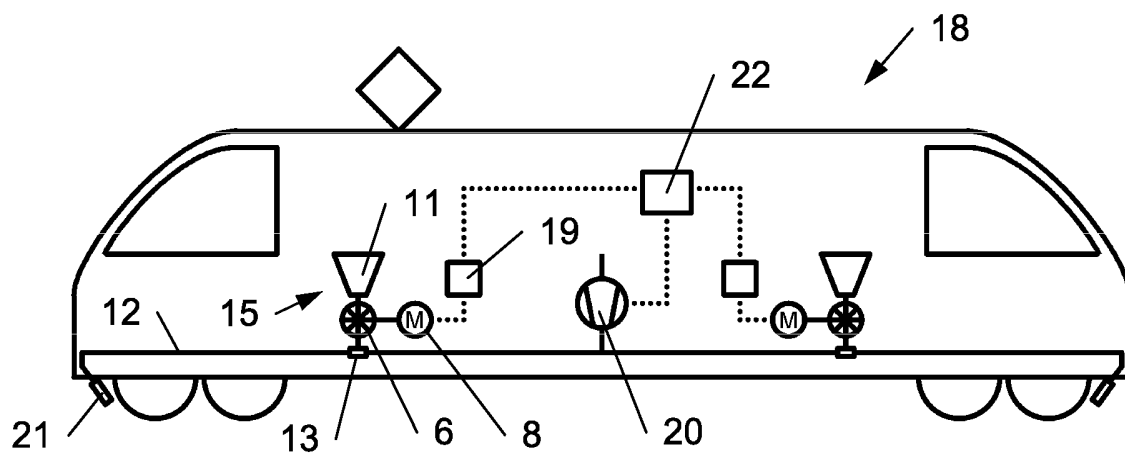


Fig. 7

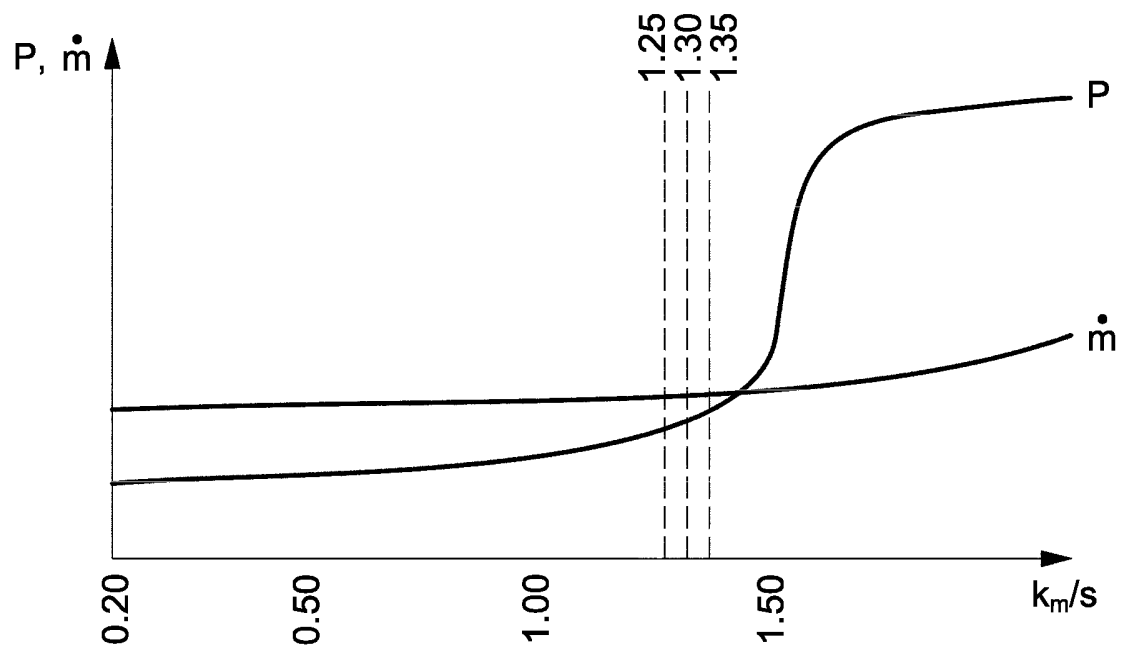


Fig. 8

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
B61C 15/10 (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
B61C 15/10 (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
B61C

Konsultierte Online-Datenbank:
EPODOC, WPIAP, TXTnn

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **28.01.2015** eingereichten Ansprüchen **1 bis 21** erstellt.

Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
A	DE 2911959 A1 (SIG SCHWEIZERISCHE INDUSTRIE-GESELLSCHAFT) 22. November 1979 (22.11.1979) Figuren 2 und 3.	1-12, 14-19
A	DE 3425895 A1 (WAESCHLE MASCHINENFABRIK GMBH) 28. Februar 1985 (28.02.1985) Figuren.	1-12, 14-19
A	DE 202013007558 U1 (GRUEBER HERBERT) 13. September 2013 (13.09.2013) Zusammenfassung; Figur 2.	1-12, 14-19
A	EP 0212256 A1 (AVT ANLAGEN- UND VERFAHRENSTECHNIK) 04. März 1987 (04.03.1987) Zusammenfassung; Figuren 5 und 6.	1-12, 14-19

Datum der Beendigung der Recherche:
28.01.2016

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

HENGL Gerhard

¹⁾ **Kategorien** der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.

Patentansprüche

1. Zellenradschleuse (1) für eine Sandungsanlage (15) eines Schienenfahrzeugs (18), aufweisend ein Gehäuse (2, 4) mit einem Einlass (3) und einem Auslass (5), ein im Gehäuse (2, 4) drehbar gelagertes Zellenrad (6) und einen Antrieb (8) für das Zellenrad (6), wobei die Zellenradschleuse (1) mit rieselfähigem Schüttgut mit Körnern verschiedener Korngrößen (k) befüllt ist, dadurch gekennzeichnet, dass
das Verhältnis zwischen der mittleren Korngröße (k_m) des zugeführten Schüttguts und einer Spaltgröße (s, s_1, s_2, s_3) zwischen einer Zellenradschaufel (7) und dem Gehäuse (2, 4) kleiner gleich 1,5 beträgt.
2. Zellenradschleuse (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Wert 1,0 für das Verhältnis zwischen einer Korngröße (k) und der genannten Spaltgröße (s, s_1, s_2, s_3) in der Verteilung von Korngrößen (k) im Schüttgut inkludiert ist.
3. Zellenradschleuse (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis zwischen der Korngröße ($k_{m-\sigma}$) des der Zellenradschleuse (1) zugeführten Schüttguts bei der unteren Standardabweichung ($-\sigma$) und einer Spaltgröße (s, s_1, s_2, s_3) zwischen einer Zellenradschaufel (7) und dem Gehäuse (2, 4) kleiner gleich 1,0 beträgt.
4. Zellenradschleuse (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis zwischen der mittleren Korngröße (k_m) des der Zellenradschleuse (1) zugeführten Schüttguts und einer Spaltgröße (s, s_1, s_2, s_3) zwischen einer Zellenradschaufel (7) und dem Gehäuse (2, 4) im Bereich von 0,5 bis 1,5 liegt.
5. Zellenradschleuse (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis zwischen der mittleren Korngröße (k_m) des der Zellenradschleu-

se (1) zugeführten Schüttguts und einer Spaltgröße (s , s_1 , s_2 , s_3) zwischen einer Zellenradschaufel (7) und dem Gehäuse (2, 4) im Bereich von 0,5 bis 1,0 liegt.

6. Zellenradschleuse (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Zellenradschleuse (1) als Schüttgut Sand zugeführt wird.

7. Zellenradschleuse (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis auf einen axialen Spalt (s_1 , s_3) zwischen einer Zellenradschaufel (7) und dem Gehäuse (2, 4) bezogen ist.

8. Zellenradschleuse (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis auf einen radialen Spalt (s_2) zwischen einer Zellenradschaufel (7) und dem Gehäuse (2, 4) bezogen ist.

9. Zellenradschleuse (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das rieselfähige Gut eine Körnungsverteilung aufweist, die im Wesentlichen einer Normalverteilung beziehungsweise einer Gauß'schen Glockenkurve entspricht.

10. Zellenradschleuse (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die auf die Spaltgröße (s) bezogene Standardabweichung (σ) der Korngrößenverteilung maximal 0,4 beträgt.

11. Zellenradschleuse (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis zwischen der größten lichten Weite (w_1) des Einlasses (3) und/oder Auslasses (5) und der mittleren Korngröße (k_m) mindestens 10 beträgt.

12. Zellenradschleuse (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis zwischen der lichten Weite (w_2) einer Zelle (17) des Zellenrads (6) und der mittleren Korngröße (k_m) mindestens 10 beträgt.

13. Zellenradschleuse (1) für eine Sandungsanlage (15) eines Schienenfahrzeugs (18), umfassend

- ein Gehäuse (2, 4) mit einem Einlass (3) und einem Auslass (5),
- ein im Gehäuse (2, 4) drehbar gelagertes Zellenrad (6) mit mehreren Zellen (17) und
- einen Antrieb (8) für das Zellenrad (6),

dadurch gekennzeichnet, dass

- a) das Verhältnis zwischen der maximalen lichten Weite (w_1) des Einlasses (3) und/oder Auslasses (5) und der Spaltgröße (s, s_1, s_2, s_3) zwischen einer Zellenradschaufel (7) und dem Gehäuse (6) bei einem Einlass (5) / Auslass (5) je Zellenradschleuse (1) in einem Bereich von 12 bis 150 und bei zwei Einlässen (5) / Auslässen (5) je Zellenradschleuse (1) in einem Bereich von 6 bis 75 liegt und/oder
- b) das Verhältnis zwischen der maximalen lichten Weite (w_2) einer Zelle (17) des Zellenrads (6) und der Spaltgröße (s, s_1, s_2, s_3) zwischen einer Zellenradschaufel (7) und dem Gehäuse (2, 4) in einem Bereich von 5 bis 60 liegt.

14. Zellenradschleuse (1) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass eine Ecke der Zellenradschaufeln (7) abgerundet oder abgeschrägt ist.

15. Zellenradschleuse (1) nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis zwischen der mittleren Korngröße (k_m) und dem Durchmesser (d) des größten, im Bereich der genannten Ecke zwischen Zellenradschaufel (7) und Gehäuse (2, 4), einschreibbaren Kreises maximal 0,5 beträgt.

16. Zellenradschleuse (1) nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass eine Kante (16) des Einlasses (3), welche die Zellenradschaufel (7) bei Bewegung zuletzt erreicht, im Querschnitt gesehen abgeschrägt ist.

17. Zellenradschleuse (1) nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Abschrägung ab Beginn der Kante des Einlasses (3) über eine Bogenlänge (α) im Bereich von 10° bis 50° erstreckt.
18. Zellenradschleuse (1) nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis zwischen mittlerer Korngröße (k_m) und Tiefe (t) der Abschrägung auf Höhe der Kante (16) in einem Bereich von 0,6 bis 2,4 liegt.
19. Sandungsanlage (15) für ein Schienenfahrzeug (18), umfassend eine Zellenradschleuse (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 18, gekennzeichnet durch
- einen mit dem Einlass (3) der Zellenradschleuse (1) verbundenen Behälter (11) zur Aufnahme von Bremssand oder eine mit dem Einlass (3) der Zellenradschleuse (1) verbundene Zuleitung zum Transport von Bremssand und
 - eine mit dem Auslass (5) der Zellenradschleuse (1) verbundene Ableitung (12) zum Transport von Bremssand.
20. Schienenfahrzeug (18), gekennzeichnet durch eine Sandungsanlage (15) nach Anspruch 19.