



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2019 131 251.5**

(22) Anmeldetag: **19.11.2019**

(43) Offenlegungstag: **20.05.2021**

(51) Int Cl.: **G01N 15/08 (2006.01)**

(71) Anmelder:
Haver & Boecker OHG, 59302 Oelde, DE

(74) Vertreter:
**Patent- und Rechtsanwälte Loesenbeck, Specht,
Dantz, 33602 Bielefeld, DE**

(72) Erfinder:
Heinrich, Rüdiger, Dr., 59510 Lippetal, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	43 34 737	C1
DE	44 23 223	C2
DE	10 2007 038 038	A1
DE	23 12 333	A
US	2008 / 0 029 555	A1

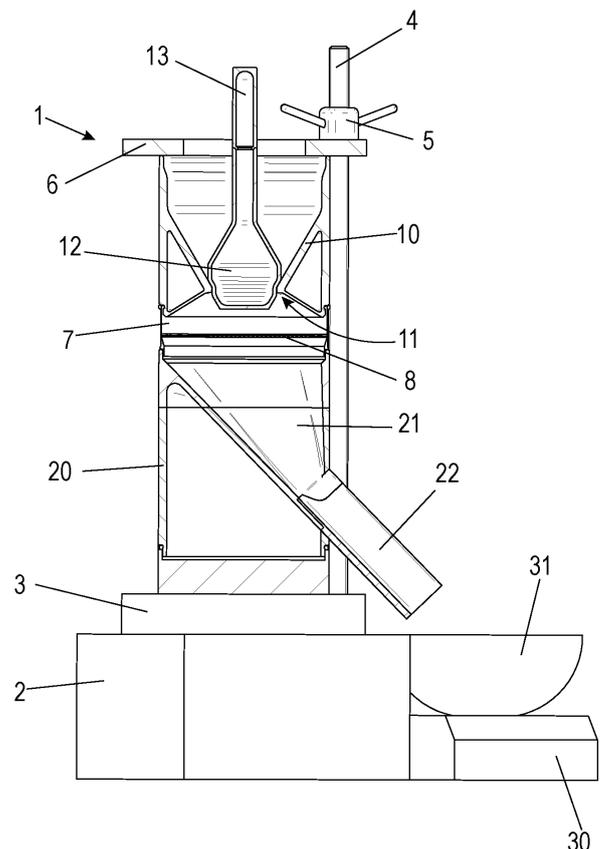
Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Ermitteln einer Kenngröße für eine Siebbarkeit von Siebgut**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ermitteln einer Kenngröße, die eine Siebbarkeit eines vorgegebenen Siebguts beschreibt, mit den folgenden Schritten:

- Bereitstellen eines Siebbodens (7) mit einem Siebelag (8) in einer Labor-Siebmaschine (1);
 - Aufgeben einer definierten Menge eines Siebguts auf den Siebelag (8) und Betrieben der Laborsiebmaschine (1) mit vorgegebenen Betriebsparametern;
 - Abführen von abgesiebttem Siebgut auf eine Wiegeeinrichtung;
 - zeitabhängiges Erfassen der anwachsenden Masse des abgesiebten Siebgutes und Aufzeichnen von Daten, die die Masse des abgesiebten Siebgutes abhängig von einer verstrichenen Zeit (t) wiedergeben; und
 - Bestimmen der Kenngröße durch Ermitteln mindestens einer charakteristischen Eigenschaft der erfassten Daten.
- Die Erfindung betrifft weiter eine zur Durchführung des Verfahrens geeignete Vorrichtung mit einer Labor-Siebmaschine (1) und einer Wiegeeinrichtung.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Ermitteln einer Kenngröße, die eine Siebbarkeit eines vorgegebenen Siebguts betrifft.

[0002] Siebmaschinen weisen üblicherweise ein oder mehrere, gegebenenfalls übereinander gestapelte und horizontal oder schräg geneigt ausgerichtete Siebdecks oder Siebböden auf. Die Siebdecks bzw. -böden können einen beispielsweise rechteckigen Grundrahmen aufweisen, der im Wesentlichen über seine gesamte Fläche mit Siebgewebe, auch Siebbelag bezeichnet, bespannt ist. Es wird so eine durchgängige und spaltfreie, großflächig benutzbare Siebfläche bereitgestellt. Üblicherweise wird zumindest das Siebgewebe, gegebenenfalls das gesamte Siebdeck, durch einen oder mehrere Schwingungsgeber, z.B. Unwucht-Motoren, in Schwingungen versetzt, durch die der Siebprozess effektiver und der Durchsatz an Siebgut erhöht wird. Zudem wird, entweder hervorgerufen durch eine stärkere Neigung des Siebgewebes gegenüber der Horizontalen oder durch eine Schwingungsbewegung mit einer Schwingungskomponente schräg zur Ausdehnungsebene der Siebfläche, erreicht, dass aufgegebenes Siebgut entlang der Längsausrichtung der Siebfläche bewegt wird. In einem solchen Fall wird das Siebgut als Schüttgut an einer der Querseiten der Siebmaschine durch einen Zufuhrschacht auf das oder die Siebdecks aufgegeben, wobei gesiebtes Feinkorn im Siebdurchgang und ungesiebtetes Grobkorn auf der der Zufuhrseite gegenüberliegenden Querseite der Siebmaschine im Überlauf klassiert wird.

[0003] In der Regel wird ein geeigneter Siebbelag für eine bestimmte Aufgabe, d.h. ein bestimmtes vorgegebenes Siebgut und ein vorgegebenes Ergebnis der Siebung im Hinblick auf seine Eigenschaften (Material, Porengröße) ausgewählt. Zur Dimensionierung einer oder mehrerer eingesetzten Siebmaschinen wird dann typischerweise eine Probenmaschine mit einem entsprechenden Siebbelag eingerichtet und es werden mit dem zukünftigen Siebgut Probeläufe ausgeführt. Anhand der Probeläufe wird überprüft, ob die Siebung das gewünschte Ergebnis hinsichtlich der Korngrößenverteilung des abgesehenen Materials liefert. Weiter wird die Siebleistung, d.h. der pro Flächeneinheit und Zeit erreichte Materialdurchsatz, ermittelt. Erst nach Durchführung dieser aufwendigen Probesiebungen kann die Größe bzw. Anzahl der benötigten Maschinen projektiert werden.

[0004] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Kenngröße für die Siebbarkeit des vorgegebenen Siebguts auf einfache Weise und ohne Einsatz einer Produktionssiebmaschine ermitteln zu können, insbesondere um die Projektierung von Siebmaschinen zu vereinfachen.

[0005] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren und eine Vorrichtung mit den Merkmalen des jeweiligen unabhängigen Anspruchs. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0006] Ein erfindungsgemäßes Verfahren der eingangs genannten Art zeichnet sich durch die folgenden Schritte aus: Es wird ein Siebboden mit einem Siebbelag in einer Labor-Siebmaschine bereitgestellt und eine definierte Menge des Siebguts auf den Siebbelag aufgegeben. Die Laborsiebmaschine wird dann mit vorgegebenen Betriebsparametern betrieben. Das abgeseibte Siebgut wird auf eine Wiegeeinrichtung geführt und die anwachsende Masse des abgeseibten Siebgutes wird erfasst und in Abhängigkeit von einer verstrichenen Zeit aufgezeichnet. Dann wird die Kenngröße durch Ermitteln mindestens einer charakteristischen Eigenschaft der erfassten Daten bestimmt.

[0007] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass anstelle einer Probemessung mit einer Produktionssiebmaschine auch eine Probemessung unter festgelegten Bedingungen mit einer Laborsiebmaschine durchgeführt werden kann. Der Siebvorgang wird dabei zeitaufgelöst und in situ durch die Wiegeeinrichtung protokolliert und die Kenngröße wird aus der Zeitabhängigkeit des Massezuwachses des abgeseibten Siebguts bestimmt.

[0008] Durch die Festlegung der Betriebsbedingungen der Laborsiebmaschine stellt die Kenngröße einen Materialkennwert für das Siebgut dar. Bevorzugt wird ein Standard-Probeseib oder zumindest ein für diese Art der Messung standardisiertes Probeseib eingesetzt, um Bedingungen zu schaffen, die es erlauben, die Kenngrößen als reine Materialkennwerte zu betrachten. Es kann auch vorgesehen sein, das Verfahren wiederholt für eine Anzahl unterschiedlicher Siebbeläge eines Testsieb-Satzes durchzuführen. Es liegt dann ein Satz an Kenngrößen für das Siebgut vor.

[0009] Aus der Kenngröße (oder dem Kenngrößen-Satz) kann dann bestimmt („hochgerechnet“) werden, wie sich das Siebgut auf einer Produktionssiebmaschine verhält, wodurch die Produktionssiebmaschine optimal projektiert werden kann. Vorteilhaft wird ein später mit der Produktionssiebmaschine erzieltetes Siebergebnis erfasst und mit dem Kennwert für das Siebgut aus dem erfindungsgemäßen Verfahren korreliert. Auf diese Weise kann die Hochrechnung in Art eines selbstlernenden Prozesses schrittweise verbessert werden. Es kann im Laufe der Zeit eine Datenbasis aufgebaut werden, die eine immer zuverlässiger werdende Auswahl eines geeigneten Siebbelags und Dimensionierung der benötigten Produktionssiebmaschinen für eine bestimmte Projektanforderung ermöglicht.

[0010] Ein Vorteil des Verfahrens ist es, dass es einfach vor Ort, d.h. da, wo das Siebgut anfällt, mithilfe einer entsprechenden Vorrichtung durchgeführt werden kann. Eine Notwendigkeit, entweder das Siebgut zu einer Test-Produktionsmaschine zu bringen, oder diese zu Testzwecken aufwendig vor Ort aufzubauen, entfällt.

[0011] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens wird die aufgegebene definierte Menge des Siebguts so gewählt, dass sie bei gleichmäßiger Verteilung eine Schicht auf dem Siebbelag bilden würde, deren Höhe etwa dem 8 bis 12-fachen einer Maschenweite des Siebbelags entspricht. Zudem wird bevorzugt die definierte Menge des Siebguts in möglichst kurzer Zeit aufgegeben. Auch diese Maßnahmen tragen zu einer Vereinheitlichung der Probenmessungen und damit zu einer guten Übertragbarkeit der Ergebnisse bei. Als „kurze“ Zeit ist dabei bevorzugt eine Zeitspanne anzusehen, die höchstens der Zeitdauer entspricht, die abgesiebtes Siebgut benötigt, um von der Wiegeeinrichtung erfasst zu werden. Nach dem Absieben benötigt das Siebgut eine gewisse Zeit, um bis zur Wiegeeinrichtung zu gelangen und erfasst zu werden. Diese Zeit stellt eine inhärent vorhandene Zeitkonstante des Messsystems dar. Ein Aufgabevorgang, der ebenso schnell durchgeführt wird, wie diese Zeit andauert, beeinflusst das Messergebnis nicht.

[0012] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens werden Datenpaare aufgezeichnet, die jeweils die seit einem Startzeitpunkt verstrichene Zeit und eine gemessene Masse beinhalten, und die eine Wiegekurve bilden. Aufeinanderfolgende Datenpaare in der Wiegekurve werden vorteilhaft in einem zeitlichen Abstand von höchstens einer Sekunde, bevorzugt höchstens einer zehntel Sekunde und besonders bevorzugt höchstens einer hundertstel Sekunde aufgenommen. So ist sichergestellt, dass die Datenpaare eine ausreichende Zeitauflösung aufweisen, um die Kenngröße mit hinreichender Genauigkeit zu ermitteln.

[0013] Als charakteristische Eigenschaft kann in einer Ausgestaltung des Verfahrens eine charakteristische Zeit aus der Wiegekurve ermittelt werden, bei der ein bestimmter Prozentsatz, z.B. 90 %, des maximal aus der aufgegebenen Menge absiebbaren Siebguts abgesiebt ist. Es hat sich gezeigt, dass dieser Wert eine gut geeignete Kenngröße für die Siebbarkeit von Siebgut darstellt. In der Regel nähert sich die Wiegekurve asymptotisch einem Maximalwert an, der dann als 100 % anzusehen ist.

[0014] Um den Massewert zu bestimmen, der 100 % kann die Messung in einer Ausgestaltung so lange durchgeführt werden, bis sich keine signifikante Massezunahme mehr zeigt. Dafür kann z.B. ein Grenzwert der Massezunahme pro Zeit absolut oder auch

relativ zu der bereits erfassten Masse definiert sein. Wird dieser Grenzwert unterschritten, wird die Messung beendet und der letzte erfasste Massewert wird als 100 % festgesetzt. In einer alternativen Ausgestaltung kann eine Maximalzeit für die Messung bestimmt sein, die so gewählt ist, dass anzunehmen ist, dass sich keine signifikante Masseänderung des abgesiebten Siebguts mehr ergibt. Die innerhalb der Maximalzeit abgesiebte und gesammelte Masse wird dann als 100 % festgesetzt.

[0015] Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Ermitteln einer Kenngröße, die eine Siebbarkeit eines vorgegebenen Siebguts beschreibt, umfasst eine Labor-Siebmaschine mit einem Siebboden und einem Siebbelag, sowie einen Sammler für abgesiebtes Siebgut. Sie zeichnet sich dadurch aus, dass eine Wiegeeinrichtung vorhanden ist, um die Masse des abgesiebten Siebguts im Sammler zu erfassen. Mit einer derartigen Vorrichtung kann das erfindungsgemäße Verfahren durchgeführt werden. Es ergeben sich die im Zusammenhang mit dem Verfahren genannten Vorteile.

[0016] Bevorzugt ist die Wiegeeinrichtung dazu eingerichtet, die Masse des abgesiebten Siebguts im Sammler zeitaufgelöst zu erfassen. Die Wiegeeinrichtung kann beispielsweise eine Waage mit einer Wiegeschale sein, die seitlich neben der Labor-Siebmaschine positioniert ist. In der Labor-Siebmaschine ist ein Abführsammler unter dem Siebboden angeordnet, der einen Sammeltrichter aufweist, der in eine Abführrinne übergeht, die das abgesiebte Siebgut in die Wiegeschale führt. Bevorzugt endet die Abführrinne beabstandet zur Wiegeschale über dieser, um die Waage im Hinblick auf Vibrationen von der Siebmaschine zu entkoppeln.

[0017] In einer vorteilhaften Ausgestaltung weist die Vorrichtung einen über dem Siebboden angeordneten Aufgabetrichter mit einer verschließbaren Aufgabeöffnung auf, durch die Siebgut auf den Siebboden gelangt. Die Aufgabeöffnung kann bevorzugt durch einen Verschlussstopfen verschlossen werden. Durch Anheben des Verschlussstopfens kann die Aufgabeöffnung möglichst schlagartig freigegeben werden, wodurch die Messung definiert startet. Dazu kann der Verschlussstopfen einen nach oben aus dem Aufgabetrichter ragenden Griff aufweisen.

[0018] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels mithilfe von Figuren näher erläutert. Die Figuren zeigen:

Fig. 1 eine schematische Seitenansicht einer Vorrichtung zur Bestimmung einer Kenngröße für die Siebbarkeit von Siebgut;

Fig. 2 eine Draufsicht auf die in **Fig. 1** gezeigte Vorrichtung;

Fig. 3 eine Schnittdarstellung der Vorrichtung entlang der in **Fig. 2** eingezeichneten Schnittlinie; und

Fig. 4 ein schematisches Diagramm einer Siebkurve, die mit der Vorrichtung der **Fig. 1-3** aufgezeichnet ist.

[0019] In den **Fig. 1-3** ist ein Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Bestimmung einer Kenngröße, die die Siebbarkeit von Siebgut widerspiegelt, in verschiedenen Darstellungen wiedergegeben. In den Figuren kennzeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche Elemente. **Fig. 1** zeigt die Vorrichtung in einer Seitenansicht und **Fig. 2** in einer Draufsicht. **Fig. 3** gibt die Vorrichtung in einer Schnittdarstellung in der in der **Fig. 2** durch die Schnittlinie definierten Ebene wieder.

[0020] Die Vorrichtung umfasst eine Siebmaschine **1** mit einem Aufgabetrichter **10** und einen Abfuhrsammler **20**, die mit einer Wiegeeinrichtung kombiniert ist, um das Gewicht von gesiebttem Siebgut zeitaufgelöst zu erfassen. Im dargestellten Beispiel umfasst die Wiegeeinrichtung eine Waage **30** mit einer aufgesetzten Wiegeschale **31**.

[0021] Die Siebmaschine **1** ist im dargestellten Beispiel eine Vibrations-Labor-Siebmaschine, die auch als Analysen-Siebmaschine bezeichnet wird. Die Siebmaschine **1** weist eine einen Sockel der Siebmaschine **1** bildende Antriebseinheit **2** auf, die einen Unwucht-Motor umfasst. Der Unwucht-Motor ist mit einer Vibrationsplatte **3** gekoppelt, an der vorliegend zwei Spindeln **4** senkrecht stehend angeordnet sind. In einem regulären Betrieb der Labor-Siebmaschine sind auf der Vibrationsplatte **3** zwischen Spindeln **4** ein Sammelbehälter mit einem oder mehreren aufgesetzten Sieben angeordnet. Auf die Säule aus Sammelbehälter und dem mindestens einen Sieb wird oben eine Spannplatte **6** aufgesetzt, die gegenüber der Vibrationsplatte **3** mithilfe von Spannmuttern **5**, die auf die Spindeln **4** geschraubt sind, verspannt.

[0022] In der modifizierten Ausgestaltung als Siebmaschine **1** zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens ist ein Testsieb in Form eines Siebbodens **7** mit einem Siebbelag **8** vorhanden, der zwischen dem Aufgabetrichter **10** und dem Abfuhrsammler **20** angeordnet ist. Der Aufgabetrichter **10** und der Abfuhrsammler **20** haben wie der Siebboden **7** eine zylindrische Grundform und sind an ihrem oberen bzw. unteren Rändern so geformt, dass sie aufeinander stapelbar sind. Sie werden in der genannten Abfolge aufeinander gestapelt zwischen Vibrationsplatte **3** und Spannplatte **6** mithilfe der Spindeln **4** und Spannmuttern **5** eingespannt.

[0023] Der Aufgabetrichter **10** weist ein Innenvolumen auf, das eine vorgegebene Menge an Siebgut mit einer Masse im Bereich von einigen 10 bis einigen 100 Gramm (g) aufnehmen kann. Die Spannplatte **6**

weist eine Öffnung auf, um das Einfüllen von Siebgut auch im zusammengesetzten Zustand der Säule zu ermöglichen. Nach unten hin befindet sich im Aufgabetrichter **10** eine Aufgabeöffnung **11**, die, wie in **Fig. 3** ersichtlich ist, durch einen Verschlussstopfen **12** verschließbar ist. Der Verschlussstopfen **12** ragt mit einem Griff **13** nach oben über die Spannplatte **6** hinaus, wodurch der Verschlussstopfen **12** aus der Aufgabeöffnung **11** gezogen werden kann und diese freigibt. Sich in dem Aufgabetrichter **10** befindendes Siebgut kann auf diese Weise zu einem definierten Zeitpunkt und im wesentlichen schlagartig freigegeben werden, wodurch es auf den darunter liegenden Siebboden **7** fällt.

[0024] Von dem Siebbelag **8** abgeseibtes Siebgut (Feinkorn) rieselt in den unterhalb angeordneten Abfuhrsammler **20**, der in seinem Inneren einen asymmetrischen Sammeltrichter **21** aufweist, der das Siebgut zur Seite in eine Abfuhrrinne **22** führt. Diese Abfuhrrinne **22** steht seitlich so über die Grundfläche der Vibrationsplatte **3** über, dass das abgeseibte Siebgut in die Wiegeschale **31** der Waage **30** gelangt. Die Wiegeschale **31** und die Abfuhrrinne **22** berühren sich dabei bevorzugt nicht, um Vibrationen der Siebmaschine **1** von der Waage **30** zu entkoppeln. Dazu ist bevorzugt auch die Aufstandsfläche der Siebmaschine **1** und der Waage **30** schwingungstechnisch entkoppelt.

[0025] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zum Ermitteln einer Siebleistung eines Siebbelags erläutert, wobei beispielhaft Bezug auf die in den **Fig. 1-3** dargestellte Vorrichtung genommen wird.

[0026] In einem ersten Schritt wird eine definierte Menge an Siebgut in den Aufgabetrichter **10** gegeben, der zu diesem Zeitpunkt noch mit dem Verschlussstopfen **12** verschlossen ist. Die Menge bzw. Masse an Siebgut wird bevorzugt so gewählt, dass sie in Abhängigkeit von der Maschenweite des Siebbelags **8** eine angemessene, siebfähige Schichtdicke erzeugt.

[0027] Während die Siebmaschine **1** mit vorgegebenen Parametern (Frequenz, Hub) betrieben wird, wird der Verschlussstopfen **12** angehoben, um das Siebgut auf den Siebbelag **8** zu geben. Abgeseibtes Siebgut rieselt dann über die Abfuhrrinne **22** in die Wiegeschale **31**.

[0028] Die Waage **30** wird während dessen so betrieben, dass das Gewicht und damit die Masse des abgeseibten Siebgutes kontinuierlich bzw. quasi kontinuierlich mit hoher Zeitauflösung erfasst wird. Zu diesem Zweck wird eine Folge von Datenpaaren, die einen Zeitpunkt seit Beginn der Messung und ein gemessenes Gewicht bzw. Masse umfassen, aufgezeichnet. Dabei kann vorgesehen sein, dass die

Aufzeichnung der Datenpaare automatisch gestartet wird, sobald eine vorgegebene Mindestmenge an Masse in der Wiegeschale **31** oder ein vorgegebener Massenzuwachs pro Zeiteinheit erkannt wird.

[0029] Fig. 4 gibt in Form eines Diagramms eine derartige Wiegemessung wieder. Auf der horizontalen Achse des Diagramms ist die seit Beginn der Messung verstrichene Zeit t in willkürlichen Einheiten dargestellt. Auf der vertikalen Achse des Diagramms ist die in der Wiegeschale **31** gemessene Masse an abgeseibtem Siebgut in Prozentsätzen p dargestellt, wobei die Messwerte so skaliert sind, dass die Gesamtmasse des abgeseibten Siebgutes 100 % entspricht.

[0030] Die Ergebnisse einer beispielhaften Wiegemessung sind als Wiegekurve **40** in dem Diagramm dargestellt. Zu einem Zeitpunkt $t=0$ startet die Wiegekurve **40** bei dem als Mindestmenge vorgegebenen Schwellenwert der Masse, der bei wenigen Prozent der Gesamtmasse liegt und für eine einfache vereinfachte Auswertung als Nullpunkt der Messung angesehen werden kann. Die Wiegekurve **40** weist eine positive Steigung auf, die am Zeitpunkt $t=0$ ihren größten Wert hat und im Laufe fortschreitender Zeit t sich monoton gegen Null verringert. Entsprechend steigt die Wiegekurve **40** monoton an und nähert sich asymptotisch dem Maximalwert von 100 %. Aus Praktikabilitätsgründen ist die Messung bei einem Endwert von etwa 95 % gestoppt worden, um Messzeiten nicht unnötig zu verlängern.

[0031] Der Kurvenverlauf der Wiegekurve **40** ist charakteristisch für die Siebeigenschaften, d.h. die Siebbarkeit des eingesetzten Siebguts bei dem benutzten Siebbelag. Der Verlauf der Wiegekurve **40** kann anhand von verschiedenen Kriterien charakterisiert werden, beispielsweise durch die Steigung im Anfangsbereich und/oder einen Prozentsatz der abgeseibten Masse zu einem bestimmten Zeitpunkt und/oder eine Fläche unter der Kurve bzw. einem vorgegebenen Kurvenabschnitt.

[0032] Beispielhaft ist als charakteristische Eigenschaft der Wiegekurve **40** im vorliegenden Fall eine Zeitdauer t_{90} ermittelt und in der Fig. 4 eingetragen, bei der 90 % des maximal absiebbaaren Siebguts abgeseibt wurden. Die entsprechende Schwelle ist auf der y-Achse als p_{90} dargestellt. Die zugeordnete Zeitdauer t_{90} kann als Effizienz des benutzten Siebbelags **8** für das eingesetzte Siebgut angesehen werden. Gleiche Testbedingungen vorausgesetzt, stellt sie eine reine Materialeigenschaft des Siebguts dar und kann daher als Kenngröße für die Siebbarkeit des Siebguts gewählt werden.

[0033] Anhand dieser Kenngröße - oder auch anderer Charakteristika des Kurvenverlaufs der Wiegekurve **40** - kann eine Hochrechnung auf abzusiebende Mengen bzw. Durchsätze bei Produktionssiebma-

schinen erfolgen, ohne dass eine der Produktionsmaschine entsprechende Probemaschine für das zu siebende Siebgut einzurichten wäre.

[0034] Bevorzugt wird die Testsiebung zur Aufnahme der Wiegekurve(n) **40** mit einer Anzahl vorgegebener und verschiedener Siebbeläge **8** durchgeführt, die einen Satz von definierten Testsieben bilden. Die Aufnahme der Wiegekurven **40** erfolgt bevorzugt vor Ort, also da, wo das Siebgut anfällt bzw. auch später in der Produktion gesiebt wird. Auf diese Weise werden z.B. Einflüsse eines geänderten Feuchtigkeitsgehalts aufgrund unterschiedlicher Umweltbedingungen an verschiedenen Standorten oder des Transports zwischen den Standorten ausgeschaltet.

[0035] Vorteilhaft werden die Wiegekurven **40** aller Testsiebvorgänge mit jeweils gleichen Testsieben und gleichen Parametern der Probesiebungen zentral gesammelt und abgespeichert. Es kann so eine Datenbasis aufgebaut werden, die eine immer zuverlässiger werdende Auswahl und eines geeigneten Siebbelags und Dimensionierung der benötigten Siebmaschinen für eine bestimmte Projektanforderung ermöglicht. Bevorzugt wird in die Datenbasis ebenfalls aufgenommen, welche Performance (z.B. Siebdurchsatz, Trenngüte) von der Produktionsmaschine im realisierten Projekt dann tatsächlich erreicht wird. Eine Vorhersage ist dann bei einfacher Versuchsdurchführung und Ermittlung des Materialkennwertes der Siebbarkeit möglich.

[0036] Insbesondere mit wachsender Projektanzahl kann eine immer bessere Vorhersagegenauigkeit von Testsiebungen auf die tatsächliche Performance von Siebmaschinen in der Produktion erzielt werden. Um eine Korrelation zwischen den Testergebnissen und den tatsächlichen Leistungen zu erfassen, können bevorzugt selbstlernende Systeme, z.B. basierend auf neuronalen Netzen oder anderen Methoden der KI (künstliche Intelligenz), eingesetzt werden.

Bezugszeichenliste

1	Labor-Siebmaschine
2	Antriebseinheit
3	Vibrationsplatte
4	Spannspindel
5	Spannmutter
6	Spannplatte
7	Siebboden
8	Siebbelag
10	Aufgabetrichter
11	Aufgabeöffnung
12	Verschlusstopfen

13	Griff
20	Abföhrsammler
21	Sammeltrichter
22	Abföhrinne
30	Waage
31	Wiegeschale
40	Wiegekurve
t	Zeit
p	Prozentsatz
p ₉₀	charakteristischer Prozentsatz
t ₉₀	charakteristische Zeit

Patentansprüche

1. Verfahren zum Ermitteln einer Kenngröße, die eine Siebbarkeit eines vorgegebenen Siebguts beschreibt, mit den Schritten:

- Bereitstellen eines Siebbodens (7) mit einem Siebelag (8) in einer Labor-Siebmaschine (1);
- Aufgeben einer definierten Menge des Siebguts auf den Siebelag (8) und Betrieben der Laborsiebmaschine (1) mit vorgegebenen Betriebsparametern;
- Abföhren von abgesiebttem Siebgut auf eine Wiegeeinrichtung;
- zeitabhängiges Erfassen der anwachsenden Masse des abgesiebten Siebgutes und Aufzeichnen von Daten, die die Masse des abgesiebten Siebgutes abhängig von einer verstrichenen Zeit (t) wiedergeben; und
- Bestimmen der Kenngröße durch Ermitteln mindestens einer charakteristischen Eigenschaft der erfassten Daten.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die aufgebene definierte Menge des Siebguts so gewählt ist, dass sie bei gleichmäßiger Verteilung eine Schicht auf dem Siebelag (8) bilden würde, deren Höhe etwa dem 8 bis 12-fachen einer Maschenweite des Siebelags (8) entspricht.

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem die definierte Menge des Siebguts in möglichst kurzer Zeit aufgegeben wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem die definierte Menge des Siebguts innerhalb einer Zeitspanne aufgegeben wird, die höchstens der Zeitdauer entspricht, die abgesiebttes Siebgut benötigt, um von der Wiegeeinrichtung erfasst zu werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem Datenpaare aufgezeichnet werden, die jeweils die seit einem Startzeitpunkt verstrichene Zeit (t) und eine gemessene Masse beinhalten, und die eine Wiegekurve (40) bilden.

6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem aufeinanderfolgende Datenpaare in der Wiegekurve (40) in einem zeitlichen Abstand von höchstens einer Sekunde, bevorzugt höchstens einer zehntel Sekunde und besonders bevorzugt höchstens einer hundertstel Sekunde aufgenommen werden.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, bei dem als charakteristische Eigenschaft eine charakteristische Zeit aus der Wiegekurve (40) ermittelt wird, bei der ein bestimmter Prozentsatz des maximal aus der aufgegebenen Menge absiebbaren Siebguts abgesiebt ist.

8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem der bestimmte Prozentsatz 90% beträgt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, das wiederholt für eine Anzahl unterschiedlicher Siebeläge (8) eines Testsieb-Satzes durchgeführt wird.

10. Vorrichtung zum Ermitteln einer Kenngröße, die eine Siebbarkeit eines vorgegebenen Siebguts beschreibt, umfassend eine Labor-Siebmaschine (1) mit einem Siebboden (7) und einem Siebelag (8), sowie einem Sammler für abgesiebten Siebgut, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Wiegeeinrichtung vorhanden ist, um die Masse des abgesiebten Siebguts im Sammler zu erfassen.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, bei der die Wiegeeinrichtung dazu eingerichtet ist, die Masse des abgesiebten Siebguts im Sammler zeitaufgelöst zu erfassen.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, bei der die Wiegeeinrichtung eine Waage (30) mit einer Wiegeschale (31) ist, die seitlich neben der Labor-Siebmaschine (1) positioniert ist, wobei in der Labor-Siebmaschine ein Abföhrsammler (20) unter dem Siebboden (7) angeordnet ist, der einen Sammeltrichter (21) aufweist, der in eine Abföhrinne (22) übergeht, die das abgesiebte Siebgut in die Wiegeschale (31) föhrt.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, bei der die Abföhrinne (22) beabstandet zur Wiegeschale (31) über dieser endet.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, aufweisen einen über dem Siebboden (7) angeordneten Aufgabetrichter (10), der eine verschließbare Aufgabeöffnung (11) aufweist, durch die Siebgut auf den Siebboden (7) gelangt.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, aufweisend einen Verschlussstopfen (12) zum Verschließen bzw. Freigeben der Aufgabeöffnung (11).

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, bei der der Verschlussstopfen einen nach oben aus dem Aufgabetrichter (10) ragenden Griff (13) aufweist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Fig. 3

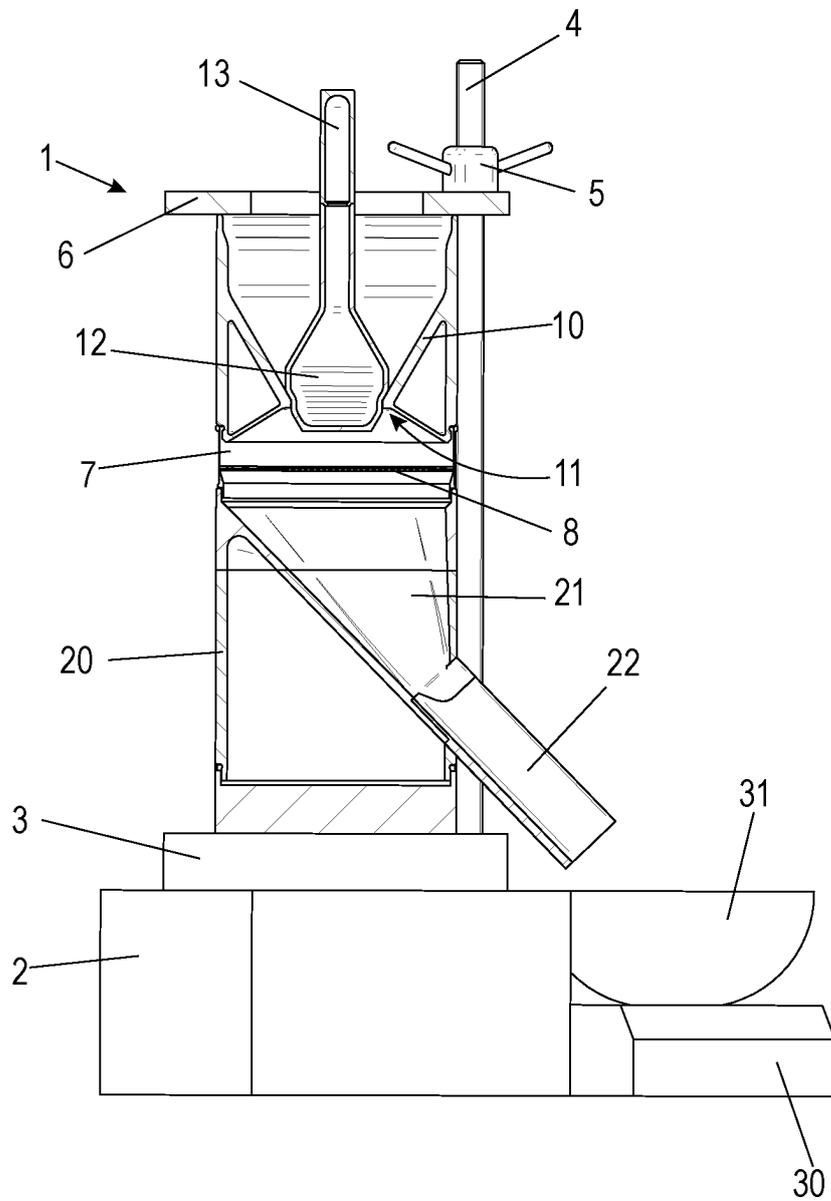


Fig. 4

