

(19)



(11)

EP 3 904 544 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
03.11.2021 Patentblatt 2021/44

(51) Int Cl.:
C22B 1/20 (2006.01)
G05B 17/02 (2006.01)
G05B 13/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20172392.1**

(22) Anmeldetag: **30.04.2020**

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

(71) Anmelder: **Primetals Technologies Austria GmbH**
4031 Linz (AT)

(72) Erfinder:
• **Krahwinkler, Petra**
4502 St. Marien (AT)
• **Strasser, Sonja**
4451 Garsten (AT)

(74) Vertreter: **Metals@Linz**
Primetals Technologies Austria GmbH
Intellectual Property Upstream IP UP
Turmstraße 44
4031 Linz (AT)

(54) **VERFAHREN ZUR EINSTELLUNG EINER PERMEABILITÄT EINES SINTERGUTES**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft das Gebiet des Sinterns in der Eisenmetallurgie.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es einen optimalen Betrieb einer Sinteranlage zu ermöglichen, indem ein maximaler Luftdurchgang durch die Sintergutmischung ermöglicht wird.

Die Aufgabe wird durch ein Verfahren, eine Signalverarbeitungsvorrichtung, einen maschinenlesbaren Code zum Einstellen der Permeabilität gelöst. Durch ein

datenbasiertes online Modell für die Permeabilität wird ein Sollwert für den Feuchtegehalt der Sintergutmischung, bei welcher ein Maximum der Permeabilität der Sintergutmischung auftritt, bestimmt. Das datenbasierte online Modell weist - zur laufenden Aktualisierung - als Eingangsgröße Daten von zumindest einem Feuchtegehalt und der Permeabilität der Sintergutmischung auf. Der bestimmte Feuchtegehalt wird als Sollwert an einen Feuchtigkeitszugabe-Regler übergeben.

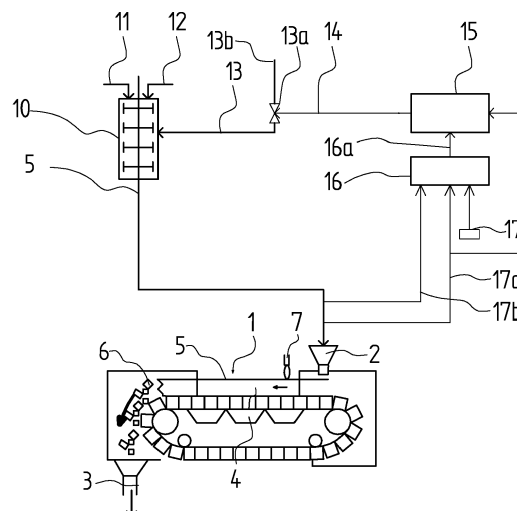


Fig. 1

EP 3 904 544 A1

Beschreibung

Gebiet der Technik

- 5 **[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft das Gebiet des Sinterns in der Eisenmetallurgie.
[0002] Einerseits betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Einstellen einer Permeabilität einer Sintergutmischung für eine Sinteranlage.
[0003] Andererseits betrifft die Erfindung eine Signalverarbeitungseinrichtung und einen maschinenlesbaren Code zur Durchführung des Verfahrens zur Einstellung einer Permeabilität. Des Weiteren betrifft die Erfindung auch ein
10 Speichermedium auf welchem der maschinenlesbare Code gespeichert ist.

Stand der Technik

- 15 **[0004]** In einer Sinteranlage wird aus feinkörnigen Rohstoffen stückiger Eisenerz-Sinter, für den Einsatz in einem Hochofen, produziert. Dabei werden Feinerze, Kalkstein, Recycling Stäube mit Koksgrus - als Brennstoff - in einer Mischtrommel zu einer Sintergutmischung vermengt. Es sind auch Verfahren zur Erzeugung von Sintergutmischungen bekannt, welche neben einem Mischer auch noch einen Granulator und eine Rolliertrommel aufweisen - wie in der EP 2848299 B1 gezeigt. Die Sintergutmischung wird als Sinterbett auf ein Sinterband, bestehend aus sogenannten Rostwägen, aufgeschichtet. Über eine Zündhaube wird mittels Gasbrenner der Koksgrus an der Oberfläche gezündet. Unter
20 dem Rost wird über Windkästen bzw. Saugkästen ein Unterdruck angelegt, wodurch Luft und entstehende Abgase von oben nach unten durch die Sinterschicht gesaugt werden und die Brennzzone von der Oberfläche in Richtung Saugkästen wandert. Die Eisenerze beginnen zu schmelzen, kleben zusammen und bilden einen Sinterkuchen. Eine Geschwindigkeit des Sinterbandes wird so gewählt, dass die Sinterschicht kurz vor Ende des Bandes komplett durchgebrannt ist. Am Bandende wird das Sintergut abgeworfen, gebrochen und auf Kühlern abgekühlt, und in weiterer Folge über lange
25 Förderbänder dem Hochofen zugeführt.
[0005] Die Produktivität der Sinteranlage steht in einem engen Zusammenhang mit der Permeabilität des Sinterbettes. Je höher die Permeabilität des Sinterbettes, desto höher die Produktivität. Hohe Permeabilität führt zu gutem Brennverhalten und damit zu einem gleichmäßig gut durchgebrannten Sinterkuchen. Ein Feuchtigkeitsgehalt ist neben einer Korngrößenverteilung einer der wichtigsten Einflussparameter auf die Permeabilität. Bei niedrigem Feuchtigkeitsgehalt
30 blockieren feine Partikel den Luftdurchgang und führen zu niedriger Permeabilität. Bei sehr hoher Feuchtigkeit blockiert Wasser den Luftdurchgang zwischen den Körnern der Sintermischung. Dazwischen gibt es ein Optimum, bei dem die feinen Partikel durch die Feuchtigkeit an die größeren Körner gebunden werden und die Permeabilität und damit der Luftdurchgang maximal wird.
[0006] Für einen optimalen Betrieb der Sinteranlage ist es daher von hoher Bedeutung, die Lage des Maximums der
35 Permeabilität zu kennen.

Zusammenfassung der Erfindung

- 40 **[0007]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es einen optimalen Betrieb einer Sinteranlage zu ermöglichen, indem ein maximaler Luftdurchgang durch die Sintergutmischung ermöglicht wird.
[0008] Die Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Einstellen der Permeabilität gelöst, das anhand eines datenbasierten online Modells für die Permeabilität einen Sollwert für den Feuchtegehalt der Sintergutmischung, bei welcher ein Maximum der Permeabilität der Sintergutmischung auftritt, bestimmt.
[0009] Das datenbasierte online Modell weist - zur laufenden Aktualisierung - als Eingangsgröße Daten von zumindest
45 einem Feuchtegehalt und der Permeabilität der Sintergutmischung auf. Der bestimmte Feuchtegehalt wird als Sollwert an einen Feuchtigkeitszugabe-Regler übergeben. Die Daten können beispielsweise direkte Messdaten, aus anderen Messdaten berechnete Daten oder Schätzdaten sein.
[0010] Ein datenbasiertes Modell wird in einer offline Phase erstellt. Um eine geeignete Auswahl eines robusten Modells und der einzubeziehenden Einflussgrößen zu gewährleisten, wird in der offline-Phase eine Validierung unterschiedlicher Modelle mit unterschiedlichen Kombi-
50 naten von Einflussgrößen anhand von unabhängigen, in der Model-
lerstellung nicht verwendeten, Testdaten durchgeführt. Die Bewertung der Modellperformance erfolgt mit Hilfe eines Root Mean Square Error, der ein Maß für die Abweichung der Modellvorhersage für die Permeabilität und der gemessenen Permeabilität liefert. Es werden vorzugsweise Modelle, welche eine nachvollziehbare Formel für den Zusammenhang liefern, beispielsweise eine multiple lineare Regression, verwendet. Dieses datenbasierte Modell weist zumindest den
55 Feuchtegehalt als Eingangsgröße auf. Das datenbasierte Modell wird im Betrieb der Sinteranlage - also im online Modus - laufend mit Daten, bevorzugt Messdaten, der Permeabilität und des Feuchtegehaltes aktualisiert. Die Permeabilität kann auch indirekt durch eine Produktivität bestimmt werden. Die Produktivität ergibt sich durch das Gewicht von erzeugtem Sintermaterial pro Zeit. Durch die Erfassung der Produktivität kann die Permeabilität ebenfalls in einer guten

Näherung bestimmt werden. Durch dieses datenbasierte online Modell ist es möglich den Feuchtegehalt der Sintergut-
mischung zu bestimmen, bei welcher ein Maximum der Permeabilität auftritt. Dieser Feuchtegehalt wird dann als Sollwert
an einen Feuchtigkeitszugabe Regler übermittelt. Diese Übermittlung soll in sinnvollen Zeitabschnitten erfolgen, welche
von den Messintervallen für den Feuchtegehalt und / oder der Permeabilität abhängen. Ein Update des Sollwertes soll
immer nach einem Zeitintervall erfolgen, welches zumindest größer oder gleich dem Messintervall ist. Das Messintervall
für den Feuchtegehalt, welcher vorteilhafterweise mit einem Mischguttaster ermittelt wird, liegt beispielsweise in einem
Bereich von 5 bis 30 Minuten. Es ist aber auch denkbar andere Regressionsmodelle aus dem maschinellen Lernen zu
verwenden - wie beispielsweise Lasso Regression, Ridge Regression, Symbolische Regression, Decision Tree, Random
Forest, Gradient Boosting oder Neuronale Netze. Je nachdem welches Modell gewählt wird, kann es erforderlich sein,
ein Maximum der Permeabilität numerisch zu bestimmen, falls eine analytische Bestimmung nicht möglich ist. Die
Einstellung des Feuchtegehalts erfolgt während der Aufbereitung des Sintermischgutes in einem dafür vorgesehen
Aggregat - beispielsweise in einem Mischer, Intensivmischer, Granulator und / oder einer Rolliertrommel. Kann das
Maximum der Permeabilität nicht eindeutig detektiert werden, so könnte auch mit einer Steigung an der Stelle des zuletzt
vorgegebenen Permeabilitätswertes geregelt werden. Abhängig von der Steigung würde der neue vorgegebene Per-
meabilitätswertes erhöht, erniedrigt oder unverändert gelassen. In diesem Fall könnte auch ein lineares Modell verwendet
werden, aus dem die Steigung berechnet wird. Die Verwendung der Steigung kann beispielsweise angewendet werden,
wenn sich der Betriebspunkt auf der Flanke der Kurve befindet und deutlich vom Optimum entfernt ist. Durch die Steigung
kann also alternativ das Maximum bzw. Optimum bestimmt werden. Eine Kombination der beiden Methoden - Steigung
und Bestimmung des Maximums - ist möglich. Sofern ein Maximum bestimmt werden kann, wird die Lage desselben
zur Regelung verwendet. Ist dieses nicht bestimmbar, so kann auf die Regelung mittels Steigung übergegangen werden.
[0011] Eine bevorzugte Ausführungsform sieht vor, dass zumindest einer der nachfolgenden Parameter der Sinter-
gutmischung eine zusätzliche Eingangsgröße des datenbasierten online Modells ist:

- Schüttgutdichte der Sintergutmischung
- Zusammensetzung der Sintergutmischung
- Korngrößenverteilung
- Prozessparameter beim Aufbereiten des Sintermischgutes
- Umgebungseinflüsse, bevorzugt eine Umgebungstemperatur.

Durch die Schüttgutdichte kann die Materialzusammensetzung gut beschrieben werden. Die zusätzliche Eingangsgröße
der Schüttgutdichte der Sintergutmischung für das datenbasierte online Modell verbessert die Bestimmung der Perme-
abilität, da dadurch Materialeigenschaften in das datenbasierte online Modell einfließen. Die Zusammensetzung der
Sintergutmischung beinhaltet alle Materialien, Zuschlagsstoffe und/oder Brennstoffe. Die Korngrößenverteilung kann
beispielsweise für alle Materialien der Sintergutmischung und/oder für Eisenerz als Eingangsgröße an das datenbasierte
online Modell übergeben werden.

Als Eingangsgrößen der Prozessparameter beim Aufbereiten des Sintermischgutes können jene für einzelne oder für
alle Aufbereitungsmaschinen verwendete werden. Unter den Aufbereitungsmaschinen werden beispielsweise Mischer,
Intensivmischer, Granulatoren und/oder Rolliertrommeln verstanden. Bei den Umgebungseinflüssen sind neben der
Umgebungstemperatur auch Luftfeuchtigkeit, Wetter, Niederschlagsmengen und andere Umgebungsbedingungen re-
levant. Je nachdem wo die Materialien für die Sintergutmischung gelagert werden, sind solche Einflüsse in Bezug auf
den Feuchtegehalt von Bedeutung.

[0012] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform sieht vor, dass das online Modell der Permeabilität einen funktio-
nellen Zusammenhang von Feuchtegehalt, einem Quadrat des Feuchtegehalts und bevorzugt der Schüttgutdichte auf-
weist. Es hat sich gezeigt, dass durch die Berücksichtigung des Quadrates des Feuchtegehaltes das Modell weiter
verbessert werden kann und die Bestimmung des Maximums der Permeabilität durch einen solchen Zusammenhang
eine weitere Verbesserung erfährt. Die Schüttgutdichte als weiterer Eingangsparameter ermöglicht eine weitere Ver-
besserung des Modells und der Bestimmung der Permeabilität. Die Permeabilität p kann daher näherungsweise bei-
spielsweise durch den folgenden funktionellen Zusammenhang mittels Feuchtigkeit f und dem Quadrat der Feuchtigkeit
 f^2 beschrieben werden:

$$p = c_0 + c_1 \cdot f + c_2 \cdot f^2 \quad (\text{Gleichung 1})$$

Die dabei verwendeten Koeffizienten c_0 , c_1 , c_2 werden aufgrund von vorhanden Datensätzen aus Messdaten angepasst.
Aus dieser Formel kann nun jener Punkt bestimmt werden, an welchem die Permeabilität einen Maximalwert bei vari-
ierender Feuchtigkeit annimmt. Durch Berechnung der ersten Ableitung nach der Feuchtigkeit und Nullsetzen dieser
Ableitung, erhält man den Wert für die Feuchtigkeit, an dem die Permeabilität maximal/minimal wird.
Aus dem Koeffizienten des quadratischen Terms der Feuchtigkeit c_2 kann abgelesen werden, ob es sich um ein Minimum

(positiver Koeffizient) oder ein Maximum (negativer Koeffizient) handelt. Es ist auch denkbar, dass zusätzlich noch ein Term mit einem Koeffizienten c_3 multipliziert mit der Schüttgutedichte der Sintergutmischung zur Gleichung 1 addiert wird.

[0013] Eine vorteilhafte Ausführungsform sieht vor, dass der Feuchtegehalt als Sollwert nur nach mindestens dreißig Minuten, bevorzugt nach einer Stunde, an den Feuchtigkeitszugabe Regler übergeben wird. Durch diese Maßnahme hat der Feuchtigkeitszugabe Regler genug Zeit auf den neuen Vorgabewert hinzuregeln, außerdem werden Schwankungen vermieden. Das Ziel ist ein möglichst stabiler Betrieb mit wenig Änderungen.

[0014] Eine zweckmäßige Ausführungsform sieht vor, dass der Sollwert des Feuchtegehalt im Bereich zwischen 3,5% und 10%, bevorzugt 3,8% - 8%, besonders bevorzugt 3,8% - 4,3% liegt. Für das Sintermischgut ist dies jener Bereich in welchem sich der Feuchtegehalt bewegen soll. In diesem Bereich tritt im Normalfall das Maximum der Permeabilität auf.

[0015] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform sieht vor, dass der Sollwert des Feuchtegehalts, welcher an den Feuchtigkeitszugabe Regler übergeben wird, maximal eine Abweichung um 0.2% zum vorhergehenden Sollwert aufweist. Mithilfe dieser Maßnahme wird ein Überspringen des Reglers verhindert und ein stabiler Betrieb sichergestellt.

[0016] Eine vorteilhafte Ausführungsform sieht vor, dass das datenbasierte online Modell zumindest zwei, bevorzugt zumindest fünf, besonders bevorzugt zumindest zehn Datensätze mit Daten - bevorzugt Messdaten - berücksichtigt.

Die verwendeten Daten sind unter anderem der Feuchtegehalt und die Permeabilität der Sintergutmischung. Der Zeitraum der Datenerfassung weist für jeden dieser Datensätze einen unterschiedlich langen Zeitraum auf. Durch die Verwendung von mehreren Datensätzen wird das datenbasierte Modell stabiler. Es werden beispielsweise Datensätze herangezogen, welche einen kurzen Zeitraum umfassen, aber sehr aktuell sind. Diese Datensätze erlauben eine schnelle Anpassung an geänderte Materialeigenschaften. Als weitere Datensätze können solche mit einem langen Zeitraum zum Einsatz kommen, welche in der Regel stabiler sind. Die Datensätze können sich also überlappen oder vollständig in einem anderen Datensatz enthalten sein. Es können beispielsweise Datensätze mit einem kurzen Zeitraum vollständig in einem der Datensätze - mit einem längeren Zeitraum - enthalten sein. Es ist denkbar, dass alle Datensätze einen gleichen Endzeitpunkt aufweisen und sich nur durch einen unterschiedlichen Startzeitpunkt unterscheiden. Durch die Kombination von mehreren Datensätzen mit jeweils unterschiedlichen Zeiträumen wird gewährleistet, dass das Modell einerseits stabil und andererseits rasch auf geänderte Bedingungen reagieren kann. Die Zeiträume betragen im Zusammenhang mit dieser Erfindung einige Stunden bis hin zu einigen Wochen und Monaten.

[0017] Eine weitere zweckmäßige Ausführungsform sieht vor, dass zumindest ein Datensatz unterschiedlich gewichtet wird. Die Datensätze mit den aktuelleren Zeiträumen weisen bevorzugt einen höheren Gewichtungsfaktor auf als jene Datensätzen mit einem länger zurückliegenden Zeitraum. Durch die Gewichtungsfaktoren kann das datenbasierte online Modell zusätzlich verbessert werden, da aktuellere Datensätze - also Datensätze mit einem aktuellen und kurzen Zeitraum - einen stärkeren Einfluss haben als jene, die zeitlich weiter zurück liegen. Dies führt zu einem stabilen, aber auch zu einem sehr rasch auf veränderte Materialbedingungen reagierenden Modell. Es ist also denkbar Datensätze ohne Gewichtungsfaktoren und Datensätze mit Gewichtungsfaktoren miteinander zu kombinieren oder alle Datensätze zu gewichten. Es ist denkbar, dass einzelne oder eine Anzahl von Datenpunkten in den jeweiligen Datensätzen unterschiedliche Gewichtungsfaktoren aufweisen.

[0018] Eine sich als vorteilhafte erwiesene Ausführungsform sieht vor, dass nur Datensätze für das datenbasierte online Modell herangezogen werden, welche ein eindeutig bestimmbares Maximum aufweisen. Wenn dies nicht der Fall ist wird dieser Datensatz nicht für das datenbasierte online Modell verwendet. Durch diese Maßnahme soll gewährleistet werden, dass nur Datensätze zum Einsatz kommen, welche jeweils ein eindeutiges Maximum aufweisen. Dadurch wird ein eindeutiges Bestimmen des Maximums der Permeabilität sichergestellt.

[0019] Eine weitere zweckmäßige Ausführungsform sieht vor, dass das online Modell den funktionellen Zusammenhang dritten Grades aufweist. Beispielsweise kann auch der Feuchtegehalt dritten Grades in das datenbasierte online Modell einfließen.

[0020] Ein weitere zweckmäßige Ausführungsform sieht vor, dass das online Modell mittels symbolischer Regression ermittelt wird. Mithilfe der symbolischen Regression können eine Reihe von Operationen und Funktionen zugelassen werden, wie beispielsweise Potenzen, Logarithmische Funktionen, Exponential Funktionen, Winkelfunktionen und/oder Rechenarten - wie Plus, Minus, Division und/oder Multiplikation. Ein symbolischer Regressions Algorithmus sucht dann mittels heuristischer Optimierungsverfahren die Formel, die am besten zu den vorgegebenen Trainingsdaten passt. Der Zusammenhang in den Datensätzen kann dadurch möglicherweise besser beschrieben werden, weil man auch mehr Freiheitsgrade hat.

[0021] Die Aufgabe wird weiters gelöst durch eine Signalverarbeitungseinrichtung für eine Sinteranlage, mit einem maschinenlesbaren Programmcode, welcher Steuerbefehle aufweist, die die Signalverarbeitungseinrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach dem zuvor beschriebenen Verfahren veranlassen.

[0022] Die Aufgabe wird auch durch einen maschinenlesbaren Programmcode für eine Signalverarbeitungseinrichtung für eine Sinteranlage gelöst. Der Programmcode weist Steuerbefehle auf, die die Signalverarbeitungseinrichtung zur Durchführung des zuvor beschriebenen Verfahrens veranlassen.

[0023] Durch ein Speichermedium mit einem darauf gespeicherten maschinenlesbaren Programmcode, wie zuvor beschrieben, wird die Aufgabe ebenfalls gelöst.

[0024] Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 und Fig. 2 zeigen eine schematische Darstellung einer Sinteranlage und eine Aufbereitung des Sintermischgutes.

Fig. 3 zeigt ein Diagramm der gemessenen und der durch das datenbasierte online Modell bestimmte Permeabilität.

Fig. 4 zeigt ein Diagramm des durch das datenbasierte online Modell ermittelten Feuchtegehaltes.

Beschreibung der Ausführungsformen

[0025] In der Fig. 1 ist eine schematische Darstellung einer Sinteranlage 1 und eine beispielhafte Aufbereitung eines Sintermischgutes 5 dargestellt. In einem Intensivmischer 10 werden Eisenerz 11, welches in einem Korngrößenbereich von 200 µm bis 10 mm liegt, und Rohstoffe 12 wie beispielsweise Koksgruß, Kalkstein, Sinterrückgut, Bindemittel, Staub und Stahlwerksreststoffe eingebracht. Ein Feuchtegehalt wird durch eine Wasserzugabe 13 eingestellt. Die Wasserzugabe 13 wird durch ein Ventil 13a gesteuert, welches mit einer Wasserzuführleitung 13b verbunden ist.

Der Feuchtegehalt des Sintermischgutes 5 wird durch eine Feuchterege lung 15 eingestellt. Die Feuchterege lung 15 erhält von einem datenbasierten online Modell 16 einen Sollwert des Feuchtegehaltes 16a. Dieser Sollwert des Feuchtegehaltes 16a wird mit dem gemessenen Feuchtegehalt 17a verglichen. Die Feuchterege lung 15 stellt mit einer Steuergröße 14 das Ventil 13a ein, um den optimalen Feuchtegehalt der Sintergutmischung 5 - wie durch das datenbasierte online Modell 16 vorgegeben - zu gewährleisten.

Das datenbasierte online Modell 16 hat als Eingangsgrößen zumindest den Feuchtegehalt 17a und die Permeabilität 17b der Sintergutmischung 5. Es ist auch denkbar, dass anstatt der Permeabilität 17b die Produktivität verwendet wird. Es können auch noch weitere Daten 17 als Eingangsparameter - beispielsweise Korngrößenverteilung, Schüttgutedichte und andere - an das datenbasierte online Modell 16 übermittelt werden. Die Feuchtigkeit, Permeabilität und die Schüttgutedichte werden bevorzugt durch einen Mischguttester ermittelt. Die Sintergutmischung wird auf die Sinteranlage 1 an einer Material Zugabestelle 2 aufgebracht. Durch einen Gasbrenner wird an der Oberfläche des Sintergutes Koksgrus gezündet und durch Windkästen 4 wird ein Unterdruck angelegt, wodurch Luft und entstehende Abgase von oben nach unten durch die Sinterschicht gesaugt werden. Die Eisenerze beginnen zu schmelzen, kleben zusammen und bilden einen Sinterkuchen. Am Ende der Sinteranlage kann sich noch ein Stachelbrecher (nicht dargestellt) befinden, um den Sinterkuchen zu zerkleinern. Das gesintertes Material 6 wird an einer Material Abgabestelle 3 abgeworfen. In weiterer Folge wird das gesinterte Material 6 auf Kühlern abgekühlt und einem Hochofen zugeführt (nicht dargestellt). Die Einstellung des Feuchtegehaltes der Sintergutmischung 5 ist essenziell um ein Optimum der Permeabilität 17b einzustellen. Das Optimum der Permeabilität 17b ermöglicht es einen maximalen Luftdurchgang zu gewährleisten, damit am Ende der Sinteranlage 1 ein gleichmäßig gut durchgebranntes gesintertes Material 6 entsteht.

[0026] In Fig. 2 ist analog zur Fig. 1 ein Intensivmischer 10 vorhanden. Der Intensivmischer 10 ist in dieser Ausführung mit einem Granulator 18 verbunden in welchen das gemischte Material 10a übergeben wird. Das gemischte Material 10a wird im Granulator 18 einem weiteren Verfahrensschritt zugeführt und danach kann das granulierten Material 18a einer Rolliertrommel 19 übergeben werden. Es ist anstatt der Rolliertrommel 19 auch ein anderes Aggregat möglich wie beispielsweise ein Disk Pelletizer. Der Feuchtegehalt 17a wird in dieser Ausführungsform neben dem Intensivmischer 10 auch im Granulator 18 und der Rolliertrommel 19 eingestellt. Der Feuchtigkeitszugabe Regler 15 übermittelt an die Ventile 13a das Steuersignale 14 zur Einstellung der Wasserzugabe 13. In dieser Ausführung kann in jedem Aggregat - Intensivmischer 10, Granulator 18 und Rolliertrommel 19 - gezielt der Feuchtegehalt angepasst werden. Es ist aber auch denkbar, dass nur in zwei oder einem Aggregat der Feuchtegehalt 17a eingestellt wird.

[0027] In Fig. 3 ist ein Diagramm der Permeabilität über die Zeit dargestellt. Die Permeabilität wird als Japanese Permeability Unit (JPU) erfasst. Es sind Messdaten der Permeabilitätsmessung 17b und eine Permeabilitätsvorhersage 20 des datenbasierten online Modells im Diagramm eingetragen. Aus diesem Diagramm ist die gute Übereinstimmung der Messdaten mit der Vorhersage der Permeabilität 20 ersichtlich. Das datenbasierte online Modell basiert für die Permeabilitätsvorhersage auf dem funktionellen Zusammenhang nach Gleichung 1 ($p = c_0 + c_1 \cdot f + c_2 \cdot f^2$). Die Koeffizienten c_0 , c_1 , c_2 wurden anhand von vorhandenen Datensätzen bestimmt.

[0028] In Fig. 4 ist in einem Diagramm einerseits der vom datenbasierten online Modell ermittelte Feuchtwert 23 aufgetragen und der eingestellte Feuchtwert 22. Der eingestellte Feuchtwert 22 wurde in diesem Beispiel immer nur geändert, wenn sich der ermittelte Feuchtwert um einen Betrag von 0,05% ändert. Dieser Betrag kann auch höher oder niedriger sein. Es wäre auch denkbar die Einstellungen nahezu kontinuierlich vorzunehmen. In dem Diagramm ist auch eine Anzahl von verwendeten Einzelmodell Ergebnissen 21 dargestellt. Die Anzahl der verwendeten Einzelmodell Ergebnisse 21 sind jene Datensätze, die für das datenbasierte online Modell berücksichtigt werden. Bei diesen Datensätzen handelt es sich um Einzelmodell Ergebnisse aus welchen eindeutig ein Maximum bestimmbar ist. Die stark variierende Anzahl verwendeter Datensätze zeigt, dass es wichtig sein kann mehrere Datensätze zu verwenden, da zu bestimmten Zeitpunkten nur wenige Datensätze ein gut bestimmbares Maximum aufweisen. Dies kann daran liegen,

dass sich die Materialzusammensetzung geändert hat oder man befindet sich bereits sehr nahe beim Optimum, wodurch viele Datensätze kein bestimmtes Maximum aufweisen. Wenn also mehrere Datensätze verwendet werden ist die Wahrscheinlichkeit sehr hoch, dass zumindest einige Datensätze dabei sind, welche ein bestimmtes Maximum aufweisen.

[0029] Obwohl die Erfindung im Detail durch die bevorzugten Ausführungsbeispiele näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

[0030]

1	Sinteranlage
2	Material Zugabe Stelle
3	Material Abgabe Stelle
4	Windkästen
5	Sintergutmischung
6	Gesintertes Material
7	Gasbrenner
10	Mischer
10a	Gemischtes Material
11	Eisenerz
12	Rohstoffe
13	Wasserzugabe
13a	Ventil
13b	Wasserzuführleitung
14	Steuergröße
15	Feuchtigkeitszugabe Regler
16	Datenbasiertes Online Modell
16a	Sollwert des Feuchtegehalts
17	Daten
17a	Feuchtegehalt
17b	Permeabilitätsmessung
18	Granulator
18a	granuliertes Material
19	Rolliertrommel
20	Permeabilitätsvorhersage
21	Anzahl von verwendeten Einzelmodell Ergebnissen
22	eingestellter Feuchtwert
23	ermittelter Feuchtwert
JPU	Japanese Permeability Unit
n	Anzahl
%	Feuchtegehalt in %

Patentansprüche

- Verfahren zum Einstellen einer Permeabilität einer Sintergutmischung (5) für eine Sinteranlage (1), **dadurch gekennzeichnet, dass** anhand eines datenbasierten online Modells (16) der Permeabilität der Sintergutmischung (5) ein Sollwert des Feuchtegehalts (16a) der Sintergutmischung (5) bestimmt wird, bei welchem ein Maximum der Permeabilität der Sintergutmischung (5) auftritt, der Sollwert des Feuchtegehalts (16a) wird an einen Feuchtigkeitszugabe Regler (15) übergeben, wobei das datenbasierte online Modell (16) zur laufenden Aktualisierung als Eingangsgröße (17) Daten, bevorzugt Messdaten, von zumindest einem Feuchtegehalt (17a) und einer Permeabilität (17b) der Sintergutmischung (5) aufweist.
- Verfahren zum Einstellen einer Permeabilität (17b) einer Sintergutmischung (5) für eine Sinteranlage (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest einer der nachfolgenden Parameter eine zusätzliche Eingangsgröße (17) des datenbasierten online Modells (16) ist:

- Schüttgutmische der Sintergutmischung
- Zusammensetzung der Sintergutmischung
- Korngrößenverteilung
- Prozessparameter beim Mischen des Sintermischgutes
- Umgebungseinflüsse, bevorzugt eine Umgebungstemperatur.

3. Verfahren zum Einstellen einer Permeabilität einer Sintergutmischung (5) für eine Sinteranlage (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das datenbasierte online Modell (16) der Permeabilität einen funktionellen Zusammenhang von Feuchtegehalt der Sintergutmischung, einem Quadrat des Feuchtegehalts der Sintergutmischung und bevorzugt einer Schüttgutmische der Sintergutmischung aufweist.
4. Verfahren zum Einstellen einer Permeabilität einer Sintergutmischung für eine Sinteranlage nach Anspruch 1 - 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Feuchtegehalt als Sollwert nur bei einer Änderung von größer 0,05% zum vorhergehenden Sollwert an den Feuchtigkeitszugabe Regler übergeben wird.
5. Verfahren zum Einstellen einer Permeabilität (17b) einer Sintergutmischung (5) für eine Sinteranlage (1) nach Anspruch 1 - 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Feuchtegehalt (17a) als Sollwert nur nach mindestens dreißig Minuten, bevorzugt nach einer Stunde, an den Feuchtigkeitszugabe Regler (15) übergeben wird.
6. Verfahren zum Einstellen einer Permeabilität (17b) einer Sintergutmischung (5) für eine Sinteranlage nach Anspruch 1 - 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sollwert des Feuchtegehalt (17a) im Bereich zwischen 3,5% und 10%, bevorzugt 3,8% - 8%, besonders bevorzugt 3,8% - 4,3% liegt.
7. Verfahren zum Einstellen einer Permeabilität (17b) einer Sintergutmischung (5) für eine Sinteranlage (1) nach Anspruch 1 - 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sollwert des Feuchtegehalts, welcher an den Feuchtigkeitszugabe Regler (15) übergeben wird, maximal eine Abweichung um 0.2% zum vorhergehenden Sollwert aufweist.
8. Verfahren zum Einstellen einer Permeabilität (17b) einer Sintergutmischung (5) für eine Sinteranlage (1) nach Anspruch 1 - 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das datenbasierte online Modell (16) zumindest zwei, bevorzugt zumindest fünf, besonders bevorzugt zumindest zehn Datensätze mit Daten, bevorzugt Messdaten, berücksichtigt, welche jeweils einen unterschiedlichen Zeitraum einer Datenerfassung aufweisen.
9. Verfahren zum Einstellen einer Permeabilität (17b) einer Sintergutmischung (5) für eine Sinteranlage (1) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Datensatz unterschiedlich gewichtet wird, wobei Datensätze mit den aktuelleren Zeiträumen bevorzugt einen höheren Gewichtungsfaktor aufweisen, als jene Datensätze mit einem länger zurückliegenden Zeitraum.
10. Verfahren zum Einstellen einer Permeabilität (17b) einer Sintergutmischung (5) für eine Sinteranlage (1) nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** nur Datensätze für das datenbasierte online Modell (16) herangezogen werden welche ein eindeutig bestimmbares Maximum aufweisen.
11. Verfahren zum Einstellen einer Permeabilität (17b) einer Sintergutmischung (5) für eine Sinteranlage (1) nach Anspruch 3 - 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das datenbasierte online Modell (16) den funktionellen Zusammenhang dritten Grades aufweist.
12. Verfahren zum Einstellen einer Permeabilität (17b) einer Sintergutmischung (5) für eine Sinteranlage (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das datenbasierte online Modell (16) mittels symbolischer Regression ermittelt wird.
13. Signalverarbeitungseinrichtung für eine Sinteranlage (1), mit einem maschinenlesbaren Programmcode, welcher Steuerbefehle aufweist, die die Signalverarbeitungseinrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12 veranlassen.
14. Maschinenlesbarer Programmcode für eine Signalverarbeitungseinrichtung für eine Sinteranlage (1), wobei der Programmcode Steuerbefehle aufweist, die die Signalverarbeitungseinrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12 veranlassen.
15. Speichermedium mit einem darauf gespeicherten maschinenlesbaren Programmcode gemäß Anspruch 14.

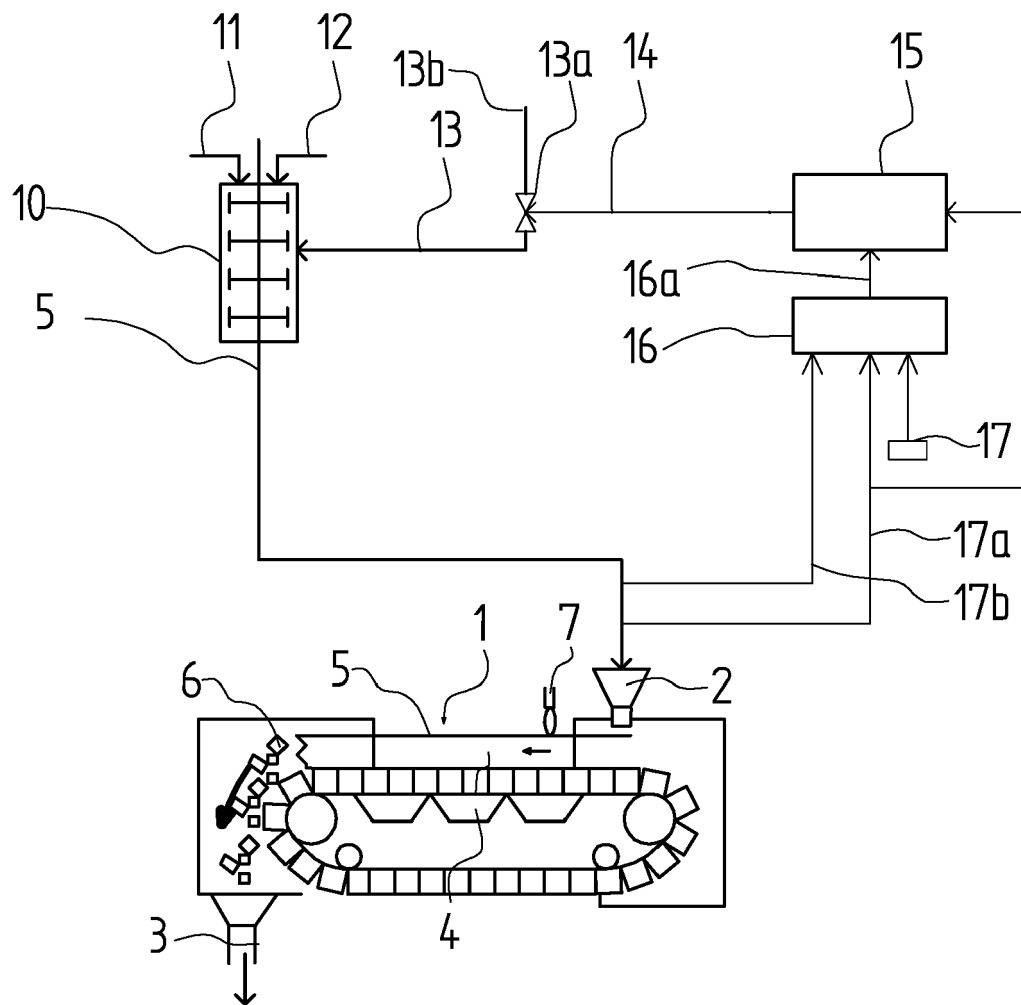


Fig. 1

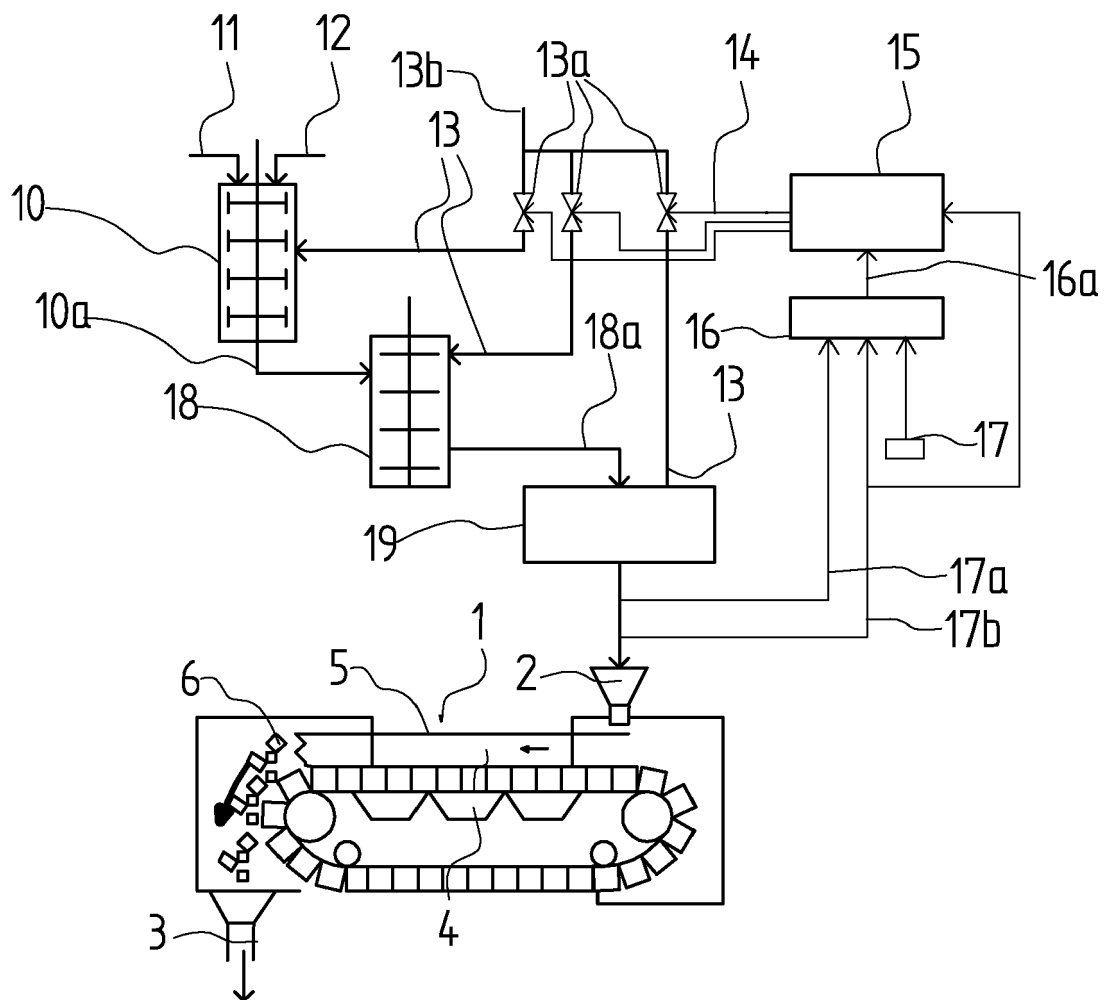
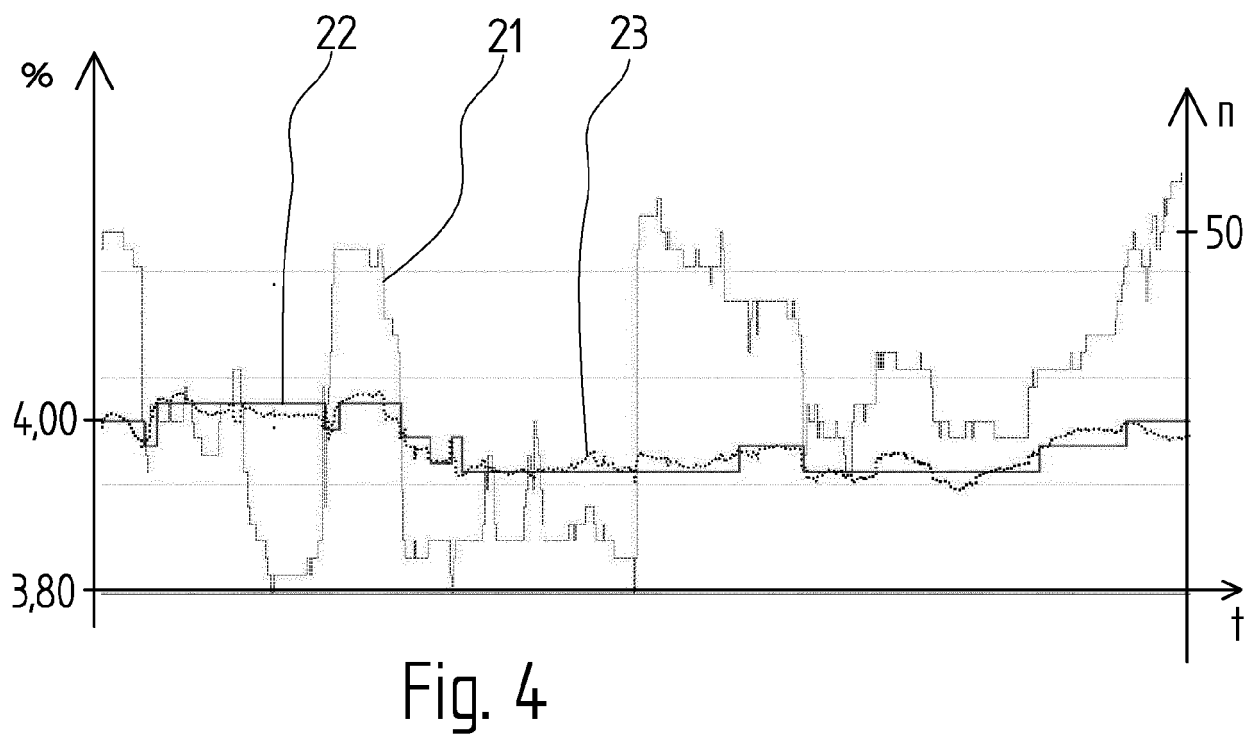
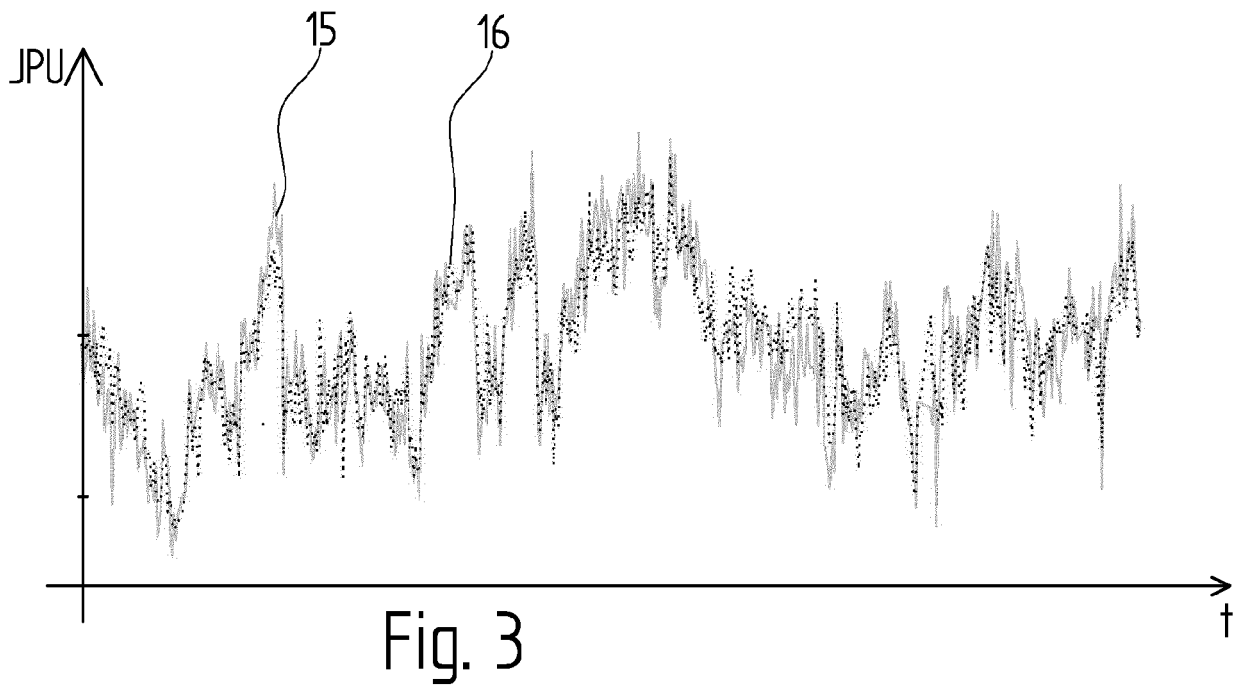


Fig. 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 17 2392

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 2 330 468 A1 (TATA CONSULTANCY SERVICES LTD [IN]) 8. Juni 2011 (2011-06-08) * Absätze [0002], [0019], [0020], [0023], [0033], [0034], [0038], [0051], [0052], [0054], [0062]; Ansprüche 4,7,8 *	1-15	INV. C22B1/20 G05B13/04 G05B17/02
X	US 4 410 355 A (FEICHTNER HANNS E [AT] ET AL) 18. Oktober 1983 (1983-10-18) * Ansprüche 1,3 * * Spalte 5; Zeilen 20-59 * * Spalte 5-6; Zeilen 66-30 *	1-15	
X	JP H08 134554 A (SUMITOMO METAL IND) 28. Mai 1996 (1996-05-28) * Absatz [0060]; Ansprüche 1,2 *	1-15	
A	EP 1 541 700 A1 (NIPPON STEEL CORP [JP]; NIPPON CATALYTIC CHEM IND [JP]) 15. Juni 2005 (2005-06-15) * Absatz [0013] *	6	
A	JP H07 97639 A (SUMITOMO METAL IND) 11. April 1995 (1995-04-11) * Absatz [0047] *	6	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			C22B G05B
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
Den Haag		9. September 2020	
		Prüfer	
		Momeni, Mohammad	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 20 17 2392

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.

09-09-2020

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2330468 A1	08-06-2011	AU 2010249160 A1	23-06-2011
		BR PI1015989 A2	02-09-2014
		CA 2723347 A1	04-06-2011
		CN 102086484 A	08-06-2011
		EP 2330468 A1	08-06-2011
		RU 2010149729 A	27-01-2013
		US 2011137444 A1	09-06-2011

US 4410355 A	18-10-1983	AT 366417 B	13-04-1982
		BR 8007179 A	12-05-1981
		DE 3041958 A1	14-05-1981
		IT 1133753 B	09-07-1986
		JP S56169730 A	26-12-1981
		US 4410355 A	18-10-1983

JP H08134554 A	28-05-1996	JP 3209029 B2	17-09-2001
		JP H08134554 A	28-05-1996

EP 1541700 A1	15-06-2005	AT 547539 T	15-03-2012
		AU 2003257638 A1	11-03-2004
		BR 0306141 A	14-09-2004
		CN 1675384 A	28-09-2005
		EP 1541700 A1	15-06-2005
		KR 20050083622 A	26-08-2005
		TW I280985 B	11-05-2007
		WO 2004018716 A1	04-03-2004

JP H0797639 A	11-04-1995	JP 3058015 B2	04-07-2000
		JP H0797639 A	11-04-1995

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 2848299 B1 [0004]