



EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
01.04.2015 Patentblatt 2015/14

(51) Int Cl.:
C21B 5/00 (2006.01) **C21B 13/00 (2006.01)**
C22B 1/00 (2006.01) **G01N 13/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **13186624.6**

(22) Anmeldetag: **30.09.2013**

(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

(71) Anmelder: **Siemens VAI Metals Technologies GmbH**
4031 Linz (AT)

(72) Erfinder:
• **Mali, Heinrich Rochus**
8700 Leoben (AT)
• **Spuida, Bernhard Hailu**
9065 Ebenthal in Kärnten (AT)
• **Schenk, Johannes Leopold**
4040 Linz (AT)

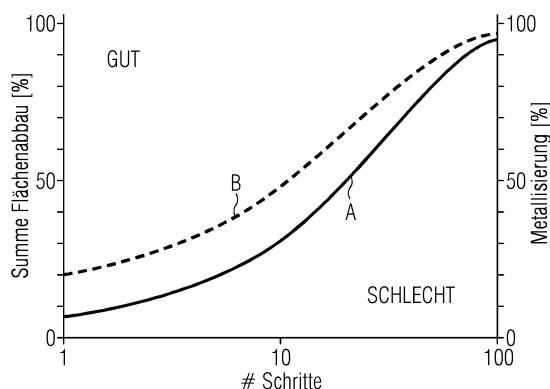
- **Bürgler, Thomas**
4221 Steyregg (AT)
- **Schuster, Stefan**
6135 Stans (AT)
- **Fischer, Harald**
4020 Linz (AT)
- **Hauzenberger, Franz**
4030 Linz (AT)
- **Plaul, Jan-Friedemann**
4020 Linz (AT)
- **Rein, Norbert**
1060 Wien (AT)
- **Weiss, Bernd**
4030 Linz (AT)

(74) Vertreter: **Maier, Daniel Oliver**
Siemens AG
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

(54) **Verfahren zur Zuordnung eines Eignungsgrades für ein Transformationsverfahren zu einem Einsatzstoff**

(57) Die Anmeldung betrifft ein Verfahren zur Zuordnung eines Eignungsgrades für ein Transformationsverfahren zu einem Einsatzstoff, wobei in einem funktionalen Zusammenhang zwischen Transformationsgrad und Transformationszeit für das Transformationsverfahren basierend auf einem Referenzeinsatzstoff definierte Eignungsgradbereiche als Grundlage dienen. Dabei wird zuerst für den Einsatzstoff der funktionale Zusammenhang zwischen Transformationsgrad und Transformationszeit ermittelt und in den funktionalen Zusammenhang für den Referenzeinsatzstoff eingetragen. Dann wird derjenige Eignungsgradbereich identifiziert, in dem der größte Teil des funktionalen Zusammenhanges des Einsatzstoffes liegt, und dann dem Einsatzstoff der Eignungsgrad dieses Eignungsgradbereiches zugeordnet. Die Anmeldung betrifft auch ein Verfahren zur Vorhersage des für einen Einsatzstoff in einem Transformationsverfahren unter einem bestimmten Satz von Prozessbedingungen maximal erreichbaren Transformationsgrades.

FIG 1



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Anmeldung betrifft ein Verfahren zur Zuordnung eines Eignungsgrades für ein Transformationsverfahren zu einem Einsatzstoff.

Stand der Technik

[0002] Bis auf wenige Edelmetalle liegen Metalle in der Natur in Erzen nicht in elementarer Form vor, sondern in höherer Oxidationsstufe, beispielsweise als Oxide. Zur Gewinnung von Metallen und/oder metallurgischen Vor- oder Zwischenprodukten müssen die entsprechenden Erze einem Transformationsverfahren, beispielsweise einem Reduktionsverfahren, unterworfen werden. Zwecks Abschätzung, ob eine wirtschaftlich sinnvolle Durchführung eines bestimmten Typs von Transformationsverfahrens für ein bestimmtes Erz überhaupt möglich ist, beziehungsweise welche Bedingungen dafür zu wählen sind, ist das Erz auf seine Eignungsgrad für Transformationsverfahren im Allgemeinen - beispielsweise Transformationsverfahren mit Wechselwirkung zwischen festen und gasförmigen Phasen - und diesen Typ von Transformationsverfahren im Speziellen - beispielsweise Reduktionsverfahren mit Wechselwirkung zwischen Erzpartikeln und einem Reduktionsgas - einzuschätzen.

[0003] Möglichkeiten zur Analyse von Einsatzstoffen für Transformationsverfahren zur Erzeugung von Metallen und/oder metallurgischen Vorprodukten wurden bisher beispielsweise in der WO2009146994 beschrieben; auch gibt beispielsweise der bei der EUMICON European Mineral Resources Conference 2012 gehaltene Vortrag "Automated micro-image analysis for classification of iron ores in iron making processes" Einblick in die Nutzung digitaler Fotografie und Bildverarbeitung zur Erzielung von Erkenntnissen beispielsweise über Phasenidentitäten, Modalbestand oder morphologische Parameter wie etwa Porosität von Erzen. Dort wird auch beschrieben, wie mittels Concentric Phase Front Movement CPFM mit Reduktionsgradkurven über Reduktionszeit korrelierende Flächenabbaukurven erzielt werden.

[0004] Weitere Literaturstelle dazu ist "Mali, Heinrich; Spuida, Bernhard: Automatisierte Mikrobild-Analyse zur Klassifizierung von Eisenerz für die Roheisenherstellung. BHM Berg und Hüttenmännische Monatshefte 158 (2013), Nr. 2, 47-52". Zur Anwendung kommt dabei ein Algorithmus nach Danielson, der beispielsweise in "Danielsson, P.: Euclidean distance mapping. Computer Graphics and Image Processing, 14 (1980), pp. 227 - 248" beschrieben ist.

[0005] Solche errechneten Transformationskurven von bestimmten Erzen geben zwar deren Verhalten bei einem Transformationsverfahren wieder, ermöglichen jedoch bisher keine Einschätzung, weder quantitativ von qualitativ, des Eignungsgrades anderer Erze für dieses

Transformationsverfahren.

Zusammenfassung der Erfindung

5 Technische Aufgabe

[0006] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren bereitzustellen, mit dem der Eignungsgrad eines Einsatzstoffes, speziell eines Eisenerzes oder eines Gemisches von Eisenerzen, für Transformationsverfahren, speziell Reduktionsverfahren, zur Erzeugung von Metall und/oder metallurgischen Vorprodukten, speziell Eisen und/oder Eisenvorprodukten, qualitativ und/oder quantitativ eingeschätzt werden kann.

10 15 Technische Lösung

[0007] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Zuordnung eines Eignungsgrades für ein Transformationsverfahren zu einem Einsatzstoff, wobei in einem funktionalen Zusammenhang zwischen Transformationsgrad und Transformationszeit für das Transformationsverfahren basierend auf zumindest einem Referenzeinsatzstoff definierte zumindest zwei Eignungsgradbereiche als Grundlage dienen, indem zuerst für den Einsatzstoff der funktionale Zusammenhang zwischen Transformationsgrad und Transformationszeit, ermittelt und in den funktionalen Zusammenhang für den Referenzeinsatzstoff eingetragen wird, und dann derjenige Eignungsgradbereich identifiziert wird, in dem der größte Teil des funktionalen Zusammenhanges des Einsatzstoffes liegt, und dann dem Einsatzstoff der Eignungsgrad dieses Eignungsgradbereiches zugeordnet wird.

[0008] Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht eine Zuordnung eines Eignungsgrades für ein bestimmtes Transformationsverfahren zu einem einzuordnenden Einsatzstoff.

[0009] Unter dem Begriff Eignungsgrad ist eine qualitative Bewertung zu verstehen; beispielsweise können Begriffe wie Gut, Schlecht, Mittel, zur Bezeichnung eines Eignungsgrades verwendet werden.

[0010] Die Zuordnung von Eignungsgraden ist qualitativ.

[0011] Für einen bestimmten Einsatzstoff kann die Zuordnung je nach Transformationsverfahren verschieden sein. Beispielsweise kann ein Eisenoxid A für ein Reduktionsverfahren X, bei welchem eine Metallisierung von 50% am Ende des Transformationsverfahrens das gewünschte Ergebnis ist, mit dem Eignungsgrad Gut versehen werden. Dasselbe Eisenoxid A kann jedoch bei einem anderen Reduktionsverfahren Y, bei welchem ei-

ne Metallisierung von 90% am Ende des Transformationsverfahrens das gewünschte Ergebnis ist, mit dem Eignungsgrad Schlecht versehen werden

[0012] Unter Einsatzstoff ist allgemein das Material zu verstehen, dessen Zustand im Transformationsverfahren von einem Anfangszustand, beispielsweise natürlichen, Zustand, in einen gewünschten, veränderten Zustand, auch genannt Endzustand, überführt wird. Ein Einsatzstoff kann beispielsweise ein Erz sein, oder ein Gemisch von Erzen; auch beispielsweise durch Sintern, Granulieren, Pelletieren, Brikettieren zwecks Nutzung in einem bestimmten Transformationsverfahren aufbereitete Erze oder Gemische von Erzen - beispielsweise verschiedene Korngrößen aus einer Mine oder aus mehreren Minen - sind von dem Begriff Einsatzstoff mit umfasst.

[0013] Der Einsatzstoff kann beispielsweise ein Metallerz umfassen, speziell ein Eisenerz. Ein oxidisches Eisenerz wird beispielsweise durch ein Transformationsverfahren, das ein Reduktionsverfahren ist, aus dem Anfangszustand niedriger Metallisierung in den gewünschten Zustand höherer Metallisierung transformiert. Erfindungsgemäß lässt sich beispielsweise der Eignungsgrad eines Einsatzstoffes oxidisches Eisenerz für ein auf Reduktion durch Wechselwirkung der Eisenerzpartikel mit einem Reduktionsgas basierendes Reduktionsverfahren zuordnen. Speziell lässt sich beispielsweise auch der Eignungsgrad für ein bestimmtes derartiges Reduktionsverfahren, beispielsweise FINEX® oder COREX® oder FINMET® oder MIDREX® oder Hochofenverfahren, zuordnen.

[0014] Bevorzugt ist das Transformationsverfahren ein Reduktionsverfahren zur Erzeugung von Metallen, insbesondere Roheisen, und/oder direkt reduziertem Eisen (DRI), und/oder metallurgischen Vorprodukten und/oder Zwischenprodukten unter Verwendung von Prozessgasen.

[0015] Es kann sich bei dem Einsatzstoff aber auch um anderes Material als Erz oder Metallerz handeln; beispielsweise um Kalk, der durch das Transformationsverfahren Kalzinieren aus dem Anfangszustand CaCO_3 in den Endzustand CaO überführt wird. Oder es kann sich bei der Transformation um die Reaktion des Feststoffes Koks mit dem Gas Sauerstoff handeln.

[0016] Erfindungsgemäß werden für das Transformationsverfahren für zumindest einen Referenzeinsatzstoff ein funktionaler Zusammenhang zwischen Transformationsgrad und Transformationszeit ermittelt und zumindest zwei Eignungsgradbereiche definiert, beispielsweise durch Definition von Wertebereichen die über beziehungsweise unter den Werten des funktionalen Zusammenhanges für den Referenzeinsatzstoff liegen.

[0017] Beispielsweise ist der funktionale Zusammenhang dargestellt als ein Diagramm von Transformationsgrad über Transformationszeit für das Transformationsverfahren, basierend auf der Transformationskurve der Änderung des Transformationsgrades über die Transformationszeit von dem Referenzeinsatzstoff.

[0018] Dieser für zumindest einen Referenzeinsatz-

stoff definierte funktionale Zusammenhang dient als Grundlage zur Zuordnung eines Eignungsgrades für das Transformationsverfahren zu einem Einsatzstoff.

[0019] Dazu wird zuerst für den Einsatzstoff der funktionale Zusammenhang zwischen Transformationsgrad und Transformationszeit ermittelt - eben beispielsweise in Diagrammdarstellung von Transformationsgrad über Transformationszeit. Dann wird er mit dem funktionalen Zusammenhang für den zumindest einen Referenzeinsatzstoff verglichen.

[0020] Der funktionale Zusammenhang zwischen Transformationsgrad und Transformationszeit, der für den mit einer Zuordnung zu versehenden Einsatzstoff für das zu betrachtende Transformationsverfahren ermittelt wird, wird beispielsweise ebenso wie der funktionale Zusammenhang für den Referenzeinsatzstoff für das zu betrachtende Transformationsverfahren in Diagrammform dargestellt und in das für den Referenzeinsatzstoff erstellte Diagramm eingetragen. Beispielsweise wird die für den Einsatzstoff erhaltene Transformationskurve der Änderung des Transformationsgrades über die Transformationszeit eingetragen, und dann der Eignungsgradbereich, in dem der größte Teil dieser Transformationskurve liegt, dem Einsatzstoff zugeordnet.

[0021] Wenn die Transformationskurve zu gleichen Teilen in mehreren Eignungsgradbereichen liegt, wird ihr bevorzugt der schlechteste Eignungsgrad zugeordnet, um den Eignungsgrad nicht zu überschätzen.

[0022] Allgemein gilt, dass dann, wenn der funktionale Zusammenhang des Referenzeinsatzstoffes sich zu gleichen Teilen in mehreren Eignungsgradbereichen befindet, bevorzugt der schlechtere Eignungsgrad zugeordnet wird.

[0023] Wenn der funktionale Zusammenhang als Diagramm von Transformationsgrad über Transformationszeit dargestellt ist, verläuft das Verfahren also beispielsweise so:

Es wird für den Einsatzstoff eine Transformationskurve von Transformationsgrad über Transformationszeit ermittelt und in ein Diagramm von Transformationsgrad über Transformationszeit für das zu betrachtende Transformationsverfahren eingetragen. Dieses Diagramm von Transformationsgrad über Transformationszeit basiert auf der Transformationskurve von Transformationsgrad über Transformationszeit von zumindest einem Referenzeinsatzstoff; es kann auch auf Transformationskurven von mehreren Referenzeinsatzstoffen basieren. In dem Diagramm sind auf Grundlage dieser Transformationskurve(n) des/der Referenzeinsatzstoffe zumindest zwei Eignungsgradbereiche definiert.

[0024] Für den einzuordnenden Einsatzstoff wird nach Eintragung seiner Transformationskurve in das Diagramm dann derjenige Eignungsgradbereich identifiziert, in dem der größte Teil der Transformationskurve des Einsatzstoffes verläuft. Dann wird dem Einsatzstoff

der Eignungsgrad dieses Eignungsgradbereiches zugeordnet.

[0025] Ein Referenzeinsatzstoff ist ein Einsatzstoff, für den der funktionale Zusammenhang zwischen Transformationsgrad und Transformationszeit sowie sein Eignungsgrad bekannt sind. Also sind beispielsweise für einen Referenzeinsatzstoff die Transformationskurve von Transformationsgrad über Transformationszeit bekannt und in einem Diagramm von Transformationskurven eintragbar zwecks Definition von Eignungsgradbereichen in dem Diagramm.

[0026] Bevorzugt wird für zumindest einen Referenzeinsatzstoff ein funktionaler Zusammenhang zwischen Transformationsgrad und Transformationszeit ermittelt und zumindest zwei Eignungsgradbereiche definiert, indem

- für das Transformationsverfahren anhand von zumindest einem Referenzeinsatzstoff der funktionale Zusammenhang zwischen Transformationsgrad und Transformationszeit ermittelt wird,
- und dieser funktionale Zusammenhang dargestellt wird, beispielsweise als Wertetabelle/Funktionsgleichung/Diagramm,
- und zumindest zwei Wertebereiche für den funktionalen Zusammenhang definiert werden, die ausgehend von Referenzeinsatzstoffen die Eignungsgradbereiche widerspiegeln.

[0027] Beispielsweise wird ein Diagramm von Transformationsgrad über Transformationszeit mit basierend auf der Transformationskurve von Transformationsgrad über Transformationszeit

von zumindest einem Referenzeinsatzstoff

[0028] definierten Eignungsgradbereichen hergestellt, indem

- für das Transformationsverfahren anhand von zumindest einem Referenzeinsatzstoff zumindest eine Transformationskurve über Transformationszeit ermittelt wird,
- und die Transformationskurve dieses Referenzeinsatzstoffes in das Diagramm von Transformationsgrad über Transformationszeit eingetragen wird,
- und in dem Diagramm zumindest zwei Eignungsgradbereiche mit verschiedenem Eignungsgrad definiert werden ausgehend von der Transformationskurve dieses Referenzeinsatzstoffes.

[0029] Für das Transformationsverfahren muss mindestens eine Transformationskurve eines Referenzeinsatzstoffes zur Einteilung der Eignungsgradbereiche bekannt sein.

[0030] Nach einer Ausführungsform bildet zumindest eine Transformationsfunktion - also der funktionale Zusammenhang zwischen Transformationsgrad und Transformationszeit - eines Referenzeinsatzstoffes die

Grenze zwischen zwei Eignungsgradbereichen mit verschiedenen Eignungsgraden. Speziell wenn nur die Transformationsfunktion eines Referenzeinsatzstoffes vorhanden ist. Das kann aber auch der Fall sein, wenn Transformationsfunktionen mehrerer Referenzeinsatzstoffe vorhanden sind.

[0031] Bei einer Ausführungsform mit Diagrammdarstellung von Transformationskurven bildet zumindest eine Transformationskurve eines Referenzeinsatzstoffes die Grenze zwischen zwei Eignungsgradbereichen mit verschiedenen Eignungsgraden. Speziell wenn nur die Transformationskurve eines Referenzeinsatzstoffes vorhanden ist. Das kann aber auch der Fall sein, wenn Transformationskurven mehrerer Referenzeinsatzstoffe vorhanden sind.

Nach einer anderen Ausführungsform

[0032] ist zumindest ein Eignungsgradbereich ein Wertebereich des funktionalen Zusammenhanges, der sich beidseitig der Transformationsfunktion des zumindest einen Referenzeinsatzstoffes, bevorzugt beidseitig von Transformationsfunktionen mehrerer Referenzeinsatzstoffe, erstreckt. In dem Fall werden um die Transformationsfunktionen -die funktionalen Zusammenhänge zwischen Transformationsgrad und Transformationszeit - für Referenzeinsatzstoffe herum Eignungsgradbereiche definiert, denen jeweils ein bestimmter Eignungsgrad zugeordnet wird. Vorzugsweise umfassen die Eignungsgradbereiche die entsprechenden Transformationsfunktionen vollständig.

[0033] Solche Transformationsfunktionen bilden dann keine Grenzen zwischen verschiedenen Eignungsgradbereichen.

[0034] Bei einer Ausführungsform mit Diagrammdarstellung ist zumindest ein Eignungsgradbereich ein Bereich des Diagramms, der sich beidseitig der Transformationskurve zumindest eines Referenzeinsatzstoffes, bevorzugt beidseitig von Transformationskurven mehrerer Referenzeinsatzstoffe, erstreckt. In dem Fall werden um die Transformationskurven für Referenzeinsatzstoffe herum in dem Diagramm Eignungsgradbereiche definiert, denen jeweils ein bestimmter Eignungsgrad zugeordnet wird. Vorzugsweise umfassen die Eignungsgradbereiche die entsprechende Transformationskurve vollständig. Solche Transformationskurven bilden dann keine Grenzen zwischen verschiedenen Eignungsgradbereichen.

[0035] Beispielsweise können einige Transformationsfunktionen beziehungsweise Transformationskurven von Referenzeinsatzstoffen innerhalb von Eignungsgradbereichen verlaufen - also erstrecken sich die betreffenden Eignungsgradbereiche beidseitig dieser Transformationsfunktionen beziehungsweise Transformationskurven - während eine oder mehrere andere Transformationsfunktionen beziehungsweise Transformationskurven Grenzen zwischen verschiedenen Eignungsgradbereichen bilden.

[0036] Vorzugsweise decken die verschiedenen Eignungsgradbereiche den gesamten Wertebereich des funktionalen Zusammenhanges des Referenzeinsatzstoffes ab, so dass eine Zuordnung für den Einsatzstoff nicht dadurch erschwert wird, dass sich sein funktionaler Zusammenhang in Wertebereichen ohne Eignungsgrad-Zuordnung befindet.

[0037] Bei einer Ausführungsform mit Diagrammdarstellung decken die verschiedenen Eignungsgradbereiche die Fläche des gesamten Diagramms ab, so dass eine Zuordnung für den ersten Einsatzstoff nicht durch Durchlaufen von Bereichen ohne Eignungsgrad-Zuordnung erschwert wird.

[0038] Die verschiedenen Eignungsgradbereiche sind aus demselben Grund vorzugsweise im Wertebereich des funktionalen Zusammenhanges des Referenzeinsatzstoffes - also seiner Transformationsfunktion - lückenlos zueinander benachbart, also ohne Lücken zwischen benachbarten Eignungsgradbereichen.

[0039] Das verleiht der Zuordnung des Eignungsgrades zu dem Einsatzstoff eine erhöhte Aussagekraft.

[0040] Bei einer Ausführungsform mit Diagrammdarstellung sind die verschiedenen Eignungsgradbereiche dann in der Fläche des Diagramms lückenlos zueinander benachbart, also ohne Lücken zwischen benachbarten Eignungsgradbereichen.

[0041] Bevorzugt sind Transformationsfunktionen beziehungsweise Transformationskurven für mehrere, zwei oder drei, besonders bevorzugt mehr als drei, beispielsweise vier, fünf, sechs, sieben, acht oder mehr Referenzeinsatzstoffe vorhanden.

[0042] Eine Einteilung beziehungsweise Definition von Eignungsgradbereichen kann beispielsweise nach dem Schema sehr gut / gut / mittel / befriedigend / schlecht / sehr schlecht erfolgen.

[0043] Im Fall, dass die Anzahl der Transformationsfunktionen beziehungsweise Transformationskurven der Referenzeinsatzstoffe gleich der Anzahl der Anzahl der Eignungsgradbereiche + 1 ist, bilden die Transformationskurven die Bereichsgrenzen zwischen verschiedenen Eignungsgradbereichen.

[0044] Die Transformationsfunktionen beziehungsweise Transformationskurven der Referenzeinsatzstoffe zum Einteilen der Eignungsgradbereiche können zum Beispiel wie folgt gewonnen werden:

- Aus Labortests X oder aus Tests an der Produktionsanlage weiß man, dass beispielsweise der Rohstoff A für ein bestimmtes Transformationsverfahren sehr gut, Rohstoff B gut, Rohstoff C mittel geeignet ist. Diese Rohstoffe werden Referenzeinsatzstoffe genannt.
- Diese Referenzeinsatzstoffe unterzieht man nun einem neuen Charakterisierungsverfahren, bevorzugt einem, das kostenmäßig und zeitmäßig günstiger ist als Labortests X oder Tests an einer Produktionsanlage. Dieses neue Charakterisierungsverfahren

könnte beispielsweise morphologische Charakterisierung mit anschließender Simulation des Reduktionsfortschrittes - als Funktion der Morphologie, beispielsweise wird Limonit schneller reduziert als Magnetit im Fall von Eisenerz - mittels CPFM sein. Daraus erstellt man typischerweise ein Diagramm mit Zeitachse und Transformationsfortschritt - also Transformationsgrad über Transformationszeit -, welcher beispielsweise der Reduktionsgrad im Fall von Eisenerzreduktion ist.

- In diesem Diagramm kann mittels des Wissens über die Eignung der Referenzeinsatzstoffe für das betrachtete Transformationsverfahren nun eine Definition von Eignungsgradbereichen erfolgen wie weiter unten beschrieben.

[0045] Der neu einzuordnende Einsatzstoff muss dann mit demselben Charakterisierungsverfahren charakterisiert werden wie die Referenzeinsatzstoffe. Dann wird seine Transformationskurve von Transformationsgrad über Transformationszeit in das Diagramm eingetragen. In welchem Eignungsgradbereich sich der größte Teil der Transformationskurve des Einsatzstoffes befindet bestimmt dessen Eignungsgrad für das betrachtete Transformationsverfahren.

[0046] Selbstverständlich müssen für eine möglichst sinnvolle Zuordnung die weiteren Einsatzstoffe zum gleichen oder ähnlichem Typus gehören wie die Referenzeinsatzstoffe. Ist beispielsweise der Referenzeinsatzstoff ein oxidisches Eisenerz, dann haben die einzuordnenden Einsatzstoffe auch oxidische Eisenerze zu sein und nicht beispielsweise oxidische Manganerze oder Kalksteine.

[0047] Es können auch beispielsweise über verschiedene Korngrößen eines bestimmten Referenzeinsatzstoffes gewichtete Summen-Transformationskurven ermittelt und in das Diagramm eingetragen werden.

[0048] Die Transformationszeit -im Sinne von Dauer der Transformation - muss dabei nicht unbedingt als Zeitachse mit Sekunden, Minuten, Stunden, oder Tagen dargestellt sein; sie kann auch in anderen, mit Transformationszeit eindeutig korrelierenden Parametern dargestellt sein, beispielsweise Anzahl von Berechnungs- oder Meßschritten. Der Transformationsgrad gibt den Fortschritt der Transformation vom Ausgangszustand in Richtung des Endzustandes an; auch hier können viele verschiedene, mit Transformationsgrad eindeutig korrelierende Parameter zur Darstellung herangezogen werden. Bei einem Reduktionsverfahren für oxidische Eisenerze kann der Transformationsgrad beispielsweise durch den Reduktionsgrad oder Metallisierung - Metallisierung definiert als das molare Verhältnis von metallischem Eisen $\text{Fe}(\text{metallisch})$ zum Gesamt-Eisengehalt $\text{Fe}(\text{total})$, also $\text{Fe}(\text{metallisch})/\text{Fe}(\text{total})$, Reduktionsgrad beispielsweise definiert über eine Funktion mit Argument molares Verhältnis von Sauerstoff gebunden an Eisen (O) zu Eisengehalt $\text{Fe}(\text{total})$

[0049] $[1.5 - O \text{ (gebunden an Eisen)}/Fe(\text{total})]/1.5$

- im Einsatzstoff beziehungsweise Referenzeinsatzstoff wiedergegeben werden.

[0050] Im Fall von oxidischem Eisenerz als Einsatzstoff werden also für zumindest einen, bevorzugt zumindest zwei, besonders bevorzugt zumindest drei, oxidische Eisenerz Referenzeinsatzstoffe, deren Eignungsgrad für das betrachtete Transformationsverfahren bekannt ist, - im Fall von zwei Referenzeinsatzstoffen beispielsweise Gut und Schlecht, beziehungsweise im Fall von drei Referenzeinsatzstoffen beispielsweise Gut, Mittel, Schlecht - Transformationskurven von Transformationsgrad über Transformationszeit ermittelt.

[0051] Das Ermitteln kann beispielsweise durch rechnerische Simulation, Messungen, oder eine Kombination von Messungen und rechnerischer Simulation erfolgen. Unter dem Begriff rechnerische Simulation ist jede Art von Berechnung in silico zu verstehen.

[0052] Wenn das Ermitteln unter rechnerischer Simulation erfolgt, kann die Transformationszeit beispielsweise in mit Transformationszeit eindeutig korrelierendem Parameter Anzahl von Berechnungsschritten dargestellt sein.

[0053] Die Transformationskurven für Referenzeinsatzstoffe werden in das Diagramm eingetragen, welches - entsprechend den obigen Erläuterungen für die Transformationskurven - Transformationsgrad in Abhängigkeit von Transformationszeit darstellt. Das Diagramm ist beispielsweise zweidimensional mit Darstellung beispielsweise halblogarithmisch mit dekadisch logarithmischer Einteilung auf der x-Achse für die Transformationszeit und linearer Einteilung auf der y-Achse für den Transformationsgrad.

[0054] Auf diese Weise kann also beispielsweise einem unbekannten oxidischen Eisenerz - dem einzuordnenden Einsatzstoff - auf Basis von gemäß den bekannten Eignungsgraden von beispielsweise drei weiteren oxidischen Eisenerzen - den Referenzeinsatzstoffen - für das betrachtete Reduktionsverfahren definierten Eignungsgradbereichen eines Diagramms von Metallisierung gegen Anzahl von Berechnungsschritten ein Eignungsgrad Gut oder Mittel oder Schlecht zugeordnet werden.

[0055] Nach einer Ausführungsform ist das Verfahren dadurch gekennzeichnet, dass der Einsatzstoff zumindest ein Mitglied der Gruppe bestehend aus den Mitgliedern

- ein Eisenerz,
- ein Gemisch von Eisenerzen,
- Sinter auf Basis von Eisenerz,
- Granulat auf Basis von Eisenerz,

- Briketts auf Basis von Eisenerz,

umfasst.

[0056] Nach einer Ausführungsform ist das Transformationsverfahren ein Reduktionsverfahren, bevorzugt mittels eines Reduktionsgases.

[0057] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Anmeldung ist ein Verfahren zur Vorhersage des für einen Einsatzstoff in einem Transformationsverfahren unter einem bestimmten Satz von Prozessbedingungen maximal erreichbaren Transformationsgrades, wobei

- für das Transformationsverfahren Transformationsfunktionen von Transformationsgrad über Transformationszeit für zumindest zwei, bevorzugt zumindest drei, bezüglich ihres maximal erreichbaren Transformationsgrades unter dem bestimmten Satz von Prozessbedingungen bekannten Referenzeinsatzstoffe ermittelt werden,

- in diesen Transformationsfunktionen die unter dem bestimmten Satz von Prozessbedingungen für dieses Transformationsverfahren maximal erreichbaren Transformationsgrade mit Markierungen versehen werden,

- diese Markierungen miteinander durch eine Hilfsfunktion verbunden werden, welche gegebenenfalls in die Extrembereiche von Transformationsgrad beziehungsweise Transformationszeit extrapoliert wird,

- für den einzuordnenden Einsatzstoff eine Transformationsfunktion von Transformationsgrad über Transformationszeit ermittelt und in den funktionalen Zusammenhang für den Referenzeinsatzstoff eingetragen wird, und dann

- der Schnittpunkt der Hilfsfunktion mit der Transformationsfunktion des Einsatzstoffes bestimmt wird, und dann

- der Lage dieses Schnittpunktes in der Transformationsfunktion des Einsatzstoffes zugeordnete Transformationsgrad ermittelt wird.

[0058] Bei einer Ausführungsform mit Diagrammdarstellung ist das ein Verfahren zur Vorhersage des für einen Einsatzstoff in einem Transformationsverfahren unter einem bestimmten Satz von Prozessbedingungen maximal erreichbaren Transformationsgrades, wobei

- für das Transformationsverfahren Transformationskurven von Transformationsgrad über Transformationszeit für zumindest zwei, bevorzugt zumindest drei, bezüglich ihres maximal erreichbaren Transformationsgrades unter dem bestimmten Satz von Pro-

zessbedingungen bekannten Referenzeinsatzstoffe ermittelt werden,

- in einem Diagramm von Transformationsgrad über Transformationszeit auf den Transformationskurven für diese Referenzeinsatzstoffe die unter dem bestimmten Satz von Prozessbedingungen für dieses Transformationsverfahren maximal erreichbaren Transformationsgrade mit Markierungen versehen werden,
- diese Markierungen miteinander durch eine Hilfskurve verbunden werden, welche gegebenenfalls in die Extrembereiche von Transformationsgrad beziehungsweise Transformationszeit extrapoliert wird,
- für den einzuordnenden Einsatzstoff eine Transformationskurve von Transformationsgrad über Transformationszeit ermittelt und in das Diagramm eingetragen wird, und dann
- der Schnittpunkt der Hilfskurve mit dieser Transformationskurve des Einsatzstoffes bestimmt wird, und dann
- der der Lage dieses Schnittpunktes in dem Diagramm zugeordnete Transformationsgrad ermittelt wird.

[0059] Dieses erfindungsgemäße Verfahren dient zur Vorhersage des für den einzuordnenden Einsatzstoff in einem Transformationsverfahren unter einem bestimmten Satz von Prozessbedingungen, - beispielsweise Temperatur, Verweilzeit, Druck, Zusammensetzung des mit dem Einsatzstoff reagierenden Gases - maximal erreichbaren Transformationsgrades.

[0060] Dazu werden analog zur vorangehenden Beschreibung für das Transformationsverfahren Transformationsfunktionen beziehungsweise Transformationskurven von Transformationsgrad über Transformationszeit für zumindest einen, bevorzugt zwei, besonders bevorzugt zumindest drei, bezüglich ihres maximal erreichbaren Transformationsgrades unter dem bestimmten Satz von Prozessbedingungen bekannten Referenzeinsatzstoffe ermittelt.

[0061] Vorzugsweise werden um die Hilfskurve herum Unsicherheitszusatzkurven in das Diagramm eingezeichnet, und eine Bestimmung der Unsicherheit für den maximal erreichbaren Transformationsgrad des Einsatzstoffes erfolgt, indem die Schnittpunkte der Unsicherheitszusatzkurven mit der Transformationsfunktion des Einsatzstoffes bestimmt werden, und dann

- die der Lage dieser Schnittpunkte in dem Diagramm zugeordneten Transformationsgrade ermittelt werden.

Bei einer Ausführungsform mit Diagrammdarstellung werden um die Hilfskurve herum Unsicherheitszusatzkurven in das Diagramm eingezeichnet, und eine Bestimmung der Unsicherheit für den maximal erreichbaren Transformationsgrad des Einsatzstoffes erfolgt, indem die Schnittpunkte der Unsicherheitszusatzkurven mit der Transformationskurven des Einsatzstoffes bestimmt werden, und dann

- die der Lage dieser Schnittpunkte in dem Diagramm zugeordneten Transformationsgrade ermittelt werden.

[0062] Damit kann abgeschätzt werden, mit welcher Unsicherheit die erfindungsgemäß erfolgende Vorhersage des maximal erreichbaren Transformationsgrades behaftet ist.

[0063] Die Unsicherheitszusatzkurven können beispielsweise auf Basis bekannter Ungenauigkeiten von Labormessungen zu den Referenzeinsatzstoffen erfolgen, oder auf Basis von bekannten inhärenten Schwankungen der Eigenschaften der Referenzeinsatzstoffe.

[0064] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Anmeldung ist ein Verfahren zur Auswahl eines Transformationsverfahrens für die Transformation eines Einsatzstoffes, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass auf Basis der für verschiedene Transformationsverfahren gemäß eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10 gewonnenen Ergebnisse ein Transformationsverfahren ausgewählt wird.

[0065] Beispielsweise kann auf Basis von gemäß Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10 gewonnenen Ergebnissen für ein bestimmtes oxidisches Eisenerz festgestellt werden, dass es sich bezüglich maximal erreichbarem Reduktionsgrad besonders gut für den Einsatz in einem Hochofenverfahren eignet, jedoch nur schlechter geeignet ist für den Einsatz in einem anderen Reduktionsverfahren. Entsprechend wird dieses oxidische Eisenerz zur Reduktion einem Hochofenverfahren unterworfen werden.

[0066] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Anmeldung ist ein Computerprogramm mit Programmcodes zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wenn es auf einem Computer läuft.

[0067] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Anmeldung ist ein Computersystem, auf dem ein Computerprogramm gemäß Anspruch 12 gespeichert ist.

[0068] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Anmeldung ist ein Computerprogramm-Produkt, umfassend auf einem Computer lesbare Medium gespeicherte Programmcodes zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wenn das Computerprogramm auf einem Computer läuft.

[0069] Die Offenbarung der vorliegenden Anmeldung umfasst auch die gesamte Offenbarung der WO2009146994, speziell auch in Hinsicht Ermittlung der

Transformationskurven. Dasselbe gilt für die Offenbarung des bei der EUMICON European Mineral Resources Conference 2012 gehaltenen Vortrages "Automated micro-image analysis for classification of iron ores in iron making processes". Ebenso die Literaturstelle "Mali, Heinrich; Spuida, Bernhard: Automatisierte Mikrobild-Analyse zur Klassifizierung von Eisenerz für die Roheisenherstellung. BHM Berg und Hüttenmännische Monatshefte 158 (2013), Nr. 2, 47-52" und "Danielsson, P.: Euclidean distance mapping. Computer Graphics and Image Processing, 14 (1980), pp. 227 - 248".

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0070] Die vorliegende Erfindung wird in der Folge anhand von schematischen, beispielhaften Figuren von Ausführungsformen erläutert.

Figur 1 zeigt ein Diagramm von Transformationsgrad über Transformationszeit für eine Reduktion von oxidischem Eisenerz, das mit Eignungsgradbereichen versehen ist.

Figur 2 zeigt ein Diagramm von Transformationsgrad über Transformationszeit für eine Reduktion von oxidischem Eisenerz, in dem Transformationskurven für bezüglich ihres maximal erreichbaren Transformationsgrades unter dem bestimmten Satz von Prozessbedingungen - Temperatur T, Druck p, Zusammensetzung des Reduktionsgases - bekannten Referenzeinsatzstoffe 1 - 8 eingetragen sind.

Beschreibung der Ausführungsform

[0071] Figur 1 zeigt ein Diagramm von Transformationsgrad über Transformationszeit für eine Reduktion von oxidischem Eisenerz. Die X-Achse zeigt die Transformationszeit -im Sinne von Dauer der Transformation - in einem mit Transformationszeit eindeutig korrelierenden Parameter, nämlich Anzahl von Berechnungs- oder Meßschritten in logarithmischer Darstellung.

[0072] Der Transformationsgrad gibt den Fortschritt der Transformation vom Ausgangszustand in Richtung des Endzustandes an; hier wird der mit dem Transformationsgrad eindeutig korrelierende Parameter mittels Concentric Phase Front Movement CPFM ermittelter Flächenabbau von Sauerstoffhaltigen Phasen aus dem oxidischem Eisenerz zur Darstellung an der Y-Achse skaliert herangezogen. Der Reduktionsgrad korreliert mit dem Anteil sauerstoffhaltiger Phasen - je weniger sauerstoffhaltige Phasen vorhanden sind, desto stärker ist das Material Eisenerz reduziert. Ebenso bedeutet eine Abnahme des Anteils von Phasen mit hohem Sauerstoffgehalt eine Erhöhung des Reduktionsgrades. Dieser korreliert mit der Metallisierung, die ebenfalls an der Y-Achse skaliert ist.

[0073] Ein Diagramm für das Transformationsverfahren wird erstellt, indem für einen Referenzeinsatzstoff A

dessen Transformationskurve eingetragen wird. Dann wird auf Basis des Wissens über den Eignungsgrad des Referenzeinsatzstoffes für das betrachtete Transformationsverfahren eine Definition von Eignungsgradbereichen in dem Diagramm vorgenommen. Im vorliegenden Fall ist die Fläche links oberhalb der Transformationskurve des Referenzeinsatzstoffes A mit dem Prädikat Gut belegt, die Fläche rechts unterhalb der Transformationskurve des Referenzeinsatzstoffes A mit dem Prädikat schlecht. Die Transformationskurve des Referenzeinsatzstoffes A bildet also die Grenze zwischen den beiden Eignungsgradbereichen.

[0074] Die Transformationskurve für den Einsatzstoff B wird ermittelt und in das Diagramm eingetragen. Sie verläuft zur Gänze in der Fläche links oberhalb der Transformationskurve des Referenzeinsatzstoffes A, also im Eignungsgradbereich Gut. Entsprechend wird dem Einsatzstoff B der Eignungsgrad Gut zugeordnet für das betrachtete Transformationsverfahren. Figur 2 zeigt ein entsprechendes Diagramm, in dem Transformationskurven für bezüglich ihres maximal erreichbaren Transformationsgrades unter dem bestimmten Satz von Prozessbedingungen - Temperatur T, Druck p, Zusammensetzung des Reduktionsgases - bekannten Referenzeinsatzstoffe 1 - 8 eingetragen sind. Auf ihnen ist durch dicke Punkte der unter dem bestimmten Satz von Prozessbedingungen für das Transformationsverfahren maximal erreichbare Transformationsgrad mit Markierungen versehen. Eine durch diese Markierungen laufende Hilfskurve, die in die Extrembereiche von Transformationsgrad beziehungsweise Transformationszeit extrapoliert ist, ist strichliert dargestellt und mit dem Bezugszeichen HK versehen.

[0075] Für den einzuordnenden Einsatzstoff C wird eine Transformationskurve von Transformationsgrad über Transformationszeit ermittelt und in das Diagramm als strichliert-gepunktete Linie eingetragen. Der Schnittpunkt der Hilfskurve HK mit dieser Transformationskurve liegt bei 85 % Metallisierung. Daraus kann geschlossen werden, dass für den Einsatzstoff C unter dem bestimmten Satz von Prozessbedingungen der maximal erreichbare Transformationsgrad bei 85 % Metallisierung liegt.

[0076] Gewellt eingezeichnete Unsicherheitszusatzkurven UHK1 und UHK2, die die Unsicherheit des maximal erreichbaren Transformationsgrades beidseits der Hilfskurve HK darstellen, schneiden die Transformationskurve des Einsatzstoffes C bei 82 % Metallisierung beziehungsweise bei 88 % Metallisierung. Damit kann die Unsicherheit des maximal erreichbaren Transformationsgrades beurteilt werden.

Liste der Bezugszeichen

[0077]

1 Transformationskurve für Referenzeinsatzstoff 1

2	Transformationskurve für Referenzeinsatzstoff 2		Patentansprüche
3	Transformationskurve für Referenzeinsatzstoff 3	5	1. Verfahren zur Zuordnung eines Eignungsgrades für ein Transformationsverfahren zu einem Einsatzstoff, wobei
4	Transformationskurve für Referenzeinsatzstoff 4		in einem funktionalen Zusammenhang zwischen Transformationsgrad und Transformationszeit für das Transformationsverfahren
4	Transformationskurve für Referenzeinsatzstoff 5	10	basierend auf zumindest einem Referenzeinsatzstoff definierte
5	Transformationskurve für Referenzeinsatzstoff 6		zumindest zwei Eignungsgradbereiche als Grundlage dienen,
6	Transformationskurve für Referenzeinsatzstoff 7	15	indem
7	Transformationskurve für Referenzeinsatzstoff 8	20	zuerst für den Einsatzstoff der funktionale Zusammenhang zwischen Transformationsgrad und Transformationszeit, ermittelt
8	Transformationskurve für Referenzeinsatzstoff 9		und in den funktionalen Zusammenhang für den Referenzeinsatzstoff
HK	Hilfskurve	25	eingetragen wird, und dann
UHK1	Unsicherheitskurve 1		derjenige Eignungsgradbereich identifiziert wird, in dem der größte Teil des funktionalen Zusammenhanges des Einsatzstoffes liegt,
UHK2	Unsicherheitskurve 2	30	und dann dem Einsatzstoff der Eignungsgrad dieses Eignungsgradbereiches zugeordnet wird.
A	Transformationskurve für Referenzeinsatzstoff A		2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für zumindest einen Referenzeinsatzstoff ein funktionaler Zusammenhang zwischen Transformationsgrad und Transformationszeit ermittelt wird und zumindest zwei Eignungsgradbereiche definiert werden, indem
B	Transformationskurve für Einsatzstoff B	35	- für das Transformationsverfahren anhand von zumindest einem Referenzeinsatzstoff der funktionaler Zusammenhang zwischen Transformationsgrad und Transformationszeit ermittelt wird,
C	Transformationskurve für Einsatzstoff C		- und dieser funktionale Zusammenhang dargestellt wird, beispielsweise als Wertetabelle/Funktionsgleichung/Diagramm;
Liste der Anführungen			
Patent Literatur			40
[0078] WO2009146994			
Nichtpatentliteratur			45
[0079] "Mali, Heinrich; Spuida, Bernhard: Automatisierte Mikrobild-Analyse zur Klassifizierung von Eisenerz für die Roheisenherstellung. BHM Berg und Hüttenmännische Monatshefte 158 (2013), Nr. 2, 47-52".			
[0080] "Danielsson, P.: Euclidean distance mapping. Computer Graphics and Image Processing, 14 (1980), pp. 227 - 248"			50
[0081] Vortrag "Automated micro-image analysis for classification of iron ores in iron making processes" bei EUMICON European Mineral Resources Conference 2012			55
			3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Transformationsfunktion - also der funktionale Zusammenhang zwischen Transformationsgrad und Transformationszeit - eines Referenzeinsatzstoffes die Grenze zwischen zwei Eignungsgradbereichen mit verschiedenen Eignungsgraden bildet.
			4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, da-

- durch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Eignungsgradbereich ein Wertebereich des funktionalen Zusammenhanges ist, der sich beidseitig der Transformationsfunktion des zumindest einen Referenzeinsatzstoffes, bevorzugt beidseitig von Transformationsfunktionen mehrerer Referenzeinsatzstoffe, erstreckt.
- 5
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die verschiedenen Eignungsgradbereiche den gesamten Wertebereich des funktionalen Zusammenhanges des Referenzeinsatzstoffes abdecken.
- 10
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die verschiedenen Eignungsgradbereiche im Wertebereich des funktionalen Zusammenhanges des Referenzeinsatzstoffes lückenlos zueinander benachbart.
- 15
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Einsatzstoff zumindest ein Mitglied der Gruppe bestehend aus den Mitgliedern
- 20
- ein Eisenerz,
 - ein Gemisch von Eisenerzen,
 - Sinter auf Basis von Eisenerz,
 - Granulat auf Basis von Eisenerz,
 - Briketts auf Basis von Eisenerz,
- 25
- umfasst.
- 30
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Transformationsverfahren ein Reduktionsverfahren ist, bevorzugt mittels eines Reduktionsgases.
- 35
9. Verfahren zur Vorhersage des für einen Einsatzstoff in einem Transformationsverfahren unter einem bestimmten Satz von Prozessbedingungen maximal erreichbaren Transformationsgrades, wobei
- 40
- für das Transformationsverfahren Transformationsfunktionen von Transformationsgrad über Transformationszeit für zumindest zwei, bevorzugt zumindest drei, bezüglich ihres maximal erreichbaren Transformationsgrades unter dem bestimmten Satz von Prozessbedingungen bekannten Referenzeinsatzstoffe ermittelt werden,
 - in diesen Transformationsfunktionen die unter dem bestimmten Satz von Prozessbedingungen für dieses Transformationsverfahren maximal erreichbaren Transformationsgrade mit Markierungen versehen werden,
 - diese Markierungen miteinander durch eine Hilfsfunktion verbunden werden, welche gege-
- 45
- benenfalls in die Extrembereiche von Transformationsgrad beziehungsweise Transformationszeit extrapoliert wird,
- für den einzuordnenden Einsatzstoff eine Transformationsfunktion von Transformationsgrad über Transformationszeit ermittelt und in den funktionalen Zusammenhang für den Referenzeinsatzstoff eingetragen wird,
 - und dann
 - der Schnittpunkt der Hilfsfunktion mit der Transformationsfunktion des Einsatzstoffes bestimmt wird,
 - und dann
 - der der Lage dieses Schnittpunktes in der Transformationsfunktion des Einsatzstoffes zugeordnete Transformationsgrad ermittelt wird.
- 50
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** um die Hilfskurve herum Unsicherheitszusatzkurven in das Diagramm eingezeichnet werden, und eine Bestimmung der Unsicherheit für den maximal erreichbaren Transformationsgrad des Einsatzstoffes erfolgt, indem die Schnittpunkte der Unsicherheitszusatzkurven mit der Transformationsfunktion des Einsatzstoffes bestimmt werden, und dann
- 25
- die der Lage dieser Schnittpunkte in dem Diagramm zugeordneten Transformationsgrade ermittelt werden.
- 30
11. Verfahren zur Auswahl eines Transformationsverfahrens für die Transformation eines Einsatzstoffes, welches **dadurch gekennzeichnet ist, dass** auf Basis der für verschiedene Transformationsverfahren gemäß eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10 gewonnenen Ergebnisse ein Transformationsverfahren ausgewählt wird.
- 35
12. Computerprogramm mit Programmcodes zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wenn es auf einem Computer läuft.
- 40
13. Computersystem, auf dem ein Computerprogramm gemäß Anspruch 12 gespeichert ist.
- 45
14. Computerprogramm-Produkt, umfassend auf einem Computer lesbare Medium gespeicherte Programmcodes zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wenn das Computerprogramm auf einem Computer läuft.
- 50
- 55

FIG 1

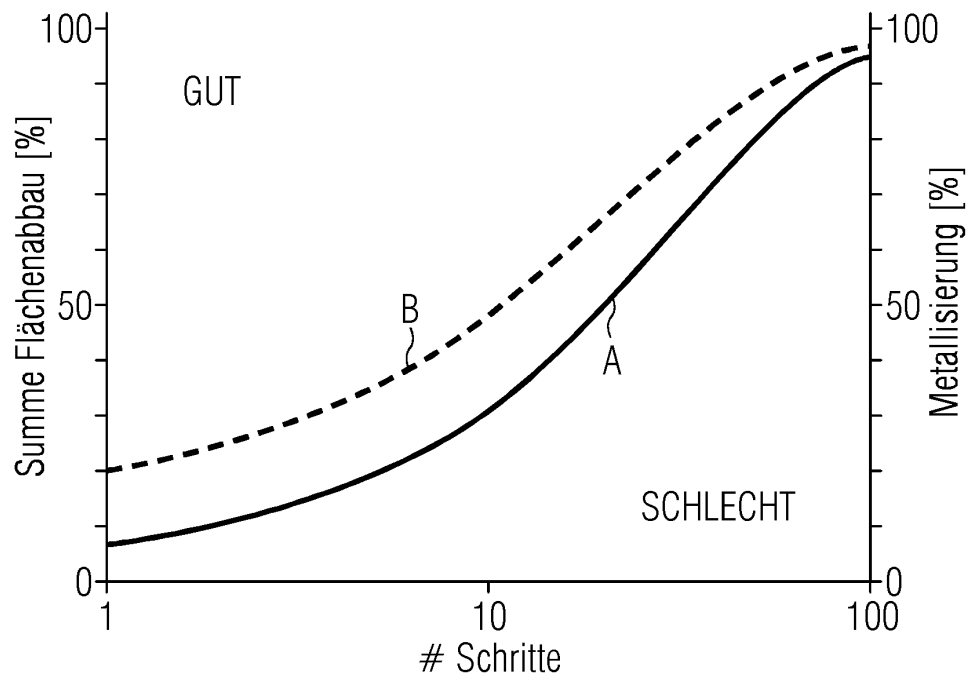
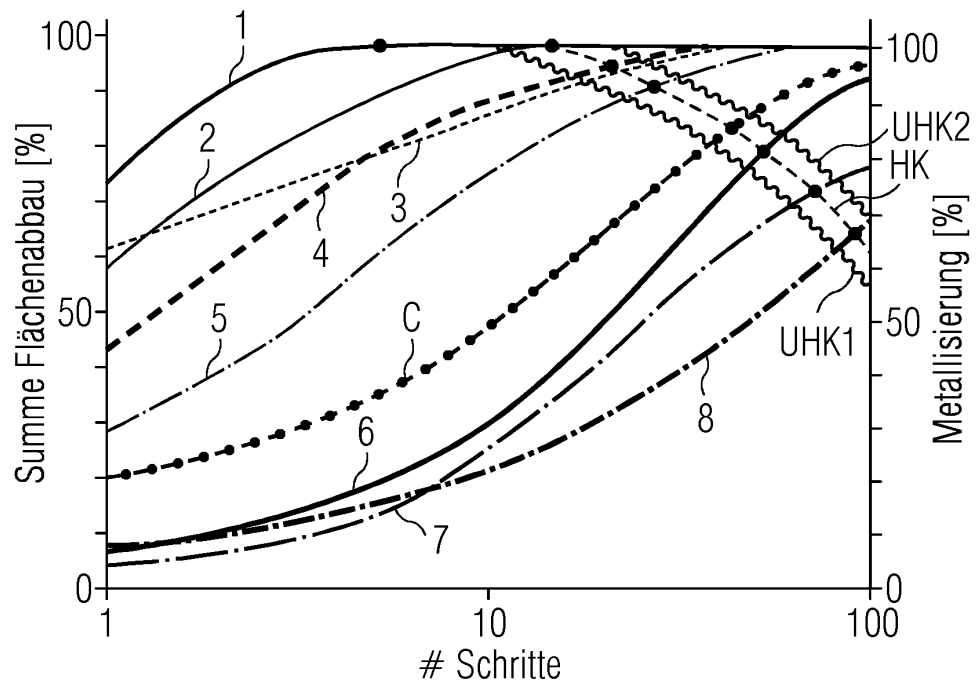


FIG 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 13 18 6624

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	SOHN I ET AL: "THE REDUCTION OF IRON OXIDES BY VOLATILES IN A ROTARY HEARTH FURNACE PROCESS: PART I. THE ROLE AND KINETICS OF VOLATILE REDUCTION", METALLURGICAL AND MATERIALS TRANSACTIONS A: PHYSICAL METALLURGY & MATERIALS SCIENCE, ASM INTERNATIONAL, MATERIALS PARK, OH, US, Bd. 36B, Nr. 5, 1. Oktober 2005 (2005-10-01), Seiten 605-612, XP001235104, ISSN: 1073-5623	1-8, 12-14	INV. C21B5/00 C21B13/00 C22B1/00 G01N13/00
A	* Seite 606, linke Spalte, Absatz 1 - rechte Spalte, Absatz 4 * * Seite 607 * * Seite 611, Absatz IV; Abbildungen; Tabellen *	9-11	
X	HEINRICH MALI ET AL: "Automated Micro-Image Analysis for Classification of Iron Ores in Iron Making Processes", BHM BERG- UND HÜTTENMÄNNISCHE MONATSFESTE, Bd. 158, Nr. 2, 1. Februar 2013 (2013-02-01), Seiten 47-52, XP055109345, ISSN: 0005-8912, DOI: 10.1007/s00501-013-0119-y * Absatz [0005] - Absatz [0006]; Abbildung 6 *	1-8, 12-14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) C21B C22B G01N
2 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 25. März 2014	Prüfer Ceulemans, Judy
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 : nichtschriftliche 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	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 13 18 6624

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	JANOWSKI J ET AL: "Evolution of porosity profiles of magnetite phase during high temperature reduction of hematite", ISIJ INTERNATIONAL, IRON AND STEEL INSTITUTE OF JAPAN, TOKYO, JP, Bd. 36, Nr. 3, 1. Januar 1996 (1996-01-01), Seiten 269-278, XP009122413, ISSN: 0915-1559 * Absatz [03.3]; Abbildungen 5,8; Tabellen 5-6, 7 *	1-8, 12-14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
X	J. STERNE LAND ET AL: "Comparison of iron ore reduction in experimental blast furnace and laboratory scale simulation of blast furnace process", IRONMAKING & STEELMAKING, Bd. 30, Nr. 4, 1. August 2003 (2003-08-01), Seiten 313-327, XP055109690, ISSN: 0301-9233, DOI: 10.1179/030192303225003980 * Seite 318, rechte Spalte - Seite 319, linke Spalte * * Abbildungen 6,8,9,11 *	1-8, 12-14	
X	Robert Baboian ET AL: "NACE CORROSION ENGINEER'S REFERENCE BOOK Third Edition", 1. Januar 2002 (2002-01-01), Seiten 137-140, XP055109691, Gefunden im Internet: URL: http://filebox.vt.edu/users/yaofuz/Nace Corrosion Engineer's Reference Handbook---- needed data and information.pdf [gefunden am 2014-03-24] * Seite 137 * * Seite 139 - Seite 140 * ----- -/--	1-8, 12-14	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 25. März 2014	Prüfer Ceulemans, Judy
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	

2

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 13 18 6624

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	JP S58 3906 A (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES) 10. Januar 1983 (1983-01-10) * Zusammenfassung; Abbildungen 2-3 *	1-8, 12-14	
X	JP S62 205233 A (NIPPON KOKAN KK) 9. September 1987 (1987-09-09) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1-8, 12-14	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 25. März 2014	Prüfer Ceulemans, Judy
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	

2

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 13 18 6624

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.

25-03-2014

10

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument			Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung	
JP S583906	A	10-01-1983	JP	S583906	A		10-01-1983	
			JP	H0130889	B2		22-06-1989	

JP S62205233	A	09-09-1987	JP	H0582459	B2		19-11-1993	
			JP	S62205233	A		09-09-1987	

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0461

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

- WO 2009146994 A [0003] [0069] [0078]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **MALI, HEINRICH ; SPUIDA, BERNHARD.** Automatisierte Mikrobild-Analyse zur Klassifizierung von Eisenerz für die Roheisenherstellung. *BHM Berg und Hüttenmännische Monatshefte*, 2013, vol. 158 (2), 47-52 [0004] [0069] [0079]
- **DANIELSSON, P.** Euclidean distance mapping. *Computer Graphics and Image Processing*, 1980, vol. 14, 227-248 [0004] [0069] [0080]
- Automated micro-image analysis for classification of iron ores in iron making processes. *EUMICON European Mineral Resources Conference*, 2012 [0081]