



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
15.10.2014 Patentblatt 2014/42

(51) Int Cl.:
F27D 1/16 (2006.01) F27D 21/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13163565.8**

(22) Anmeldetag: **12.04.2013**

(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

• **Jandl, Christoph**
4020 Linz (AT)
• **Zettl, Karl-Michael**
1100 Wien (AT)

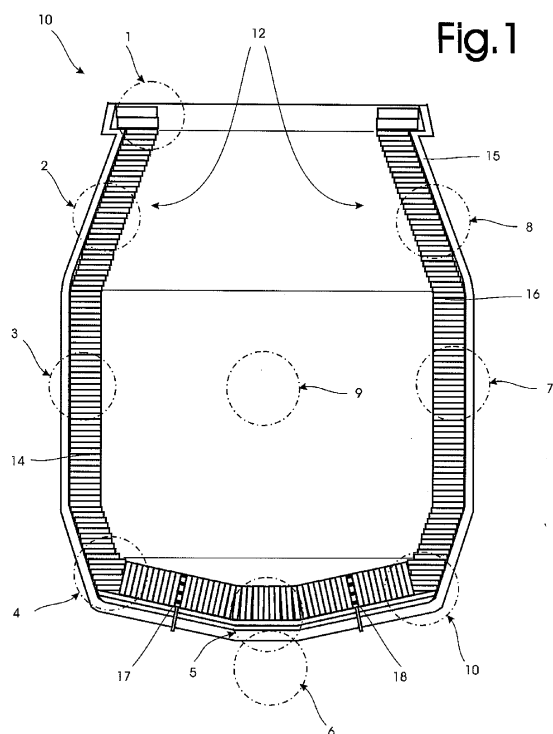
(71) Anmelder: **Refractory Intellectual Property GmbH & Co. KG**
1100 Wien (AT)

(74) Vertreter: **Luchs, Willi**
Luchs & Partner AG
Patentanwälte
Schulhausstrasse 12
8002 Zürich (CH)

(72) Erfinder:
• **Lammer, Gregor**
1030 Wien (AT)

(54) **Verfahren insbesondere zur Bestimmung des Zustandes einer feuerfesten Auskleidung eines metallurgischen Schmelzgefäßes**

(57) Ein Verfahren dient insbesondere zur Bestimmung des Zustandes der feuerfesten Auskleidung eines die Metallschmelze enthaltenden Gefäßes (10). Es werden dabei umfassend Pflegedaten, Produktionsdaten, Wandstärken nach dem Einsatz eines Gefäßes (10) zumindest bei Stellen mit dem grössten Abnutzungsgrad sowie weitere Prozessparameter eines jeweiligen Gefäßes (10) gemessen bzw. ermittelt. Sodann werden diese Daten gesammelt und in einer Datenstruktur gespeichert. Daraus wird aus zumindest einem Teil der gemessenen bzw. ermittelten Daten bzw. Parametern ein Rechenmodell erstellt, mittels dem diese Daten bzw. Parameter durch Berechnungen und daraus folgenden Analysen ausgewertet werden. Damit können zusammenhängende bzw. ganzheitliche Ermittlungen und daraus Analysen erfolgen, aus denen Optimierungen sowohl in Bezug auf die Gefüssauskleidung als auch auf den gesamten Prozessablauf der Metallschmelze im Gefäss erzielt werden.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren insbesondere zur Bestimmung des Zustandes einer feuerfesten Auskleidung eines metallurgischen Gefässes, vorzugsweise eines Schmelzgefässes, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Es existieren Berechnungsmethoden für die Auslegung der feuerfesten Auskleidung insbesondere von metallurgischen Schmelzgefässen, bei denen ermittelte Daten bzw. Erfahrungswerte in mathematische Modelle überführt werden. Da mit diesen mathematischen Modellen die effektiven Verschleissmechanismen bei den Einsätzen der metallurgischen Gefässen nicht hinreichend genau erfasst bzw. berücksichtigt werden können, sind die Möglichkeiten für ein rechnerisches Bestimmen der Feuerfestzustellungen sowie der Pflegearbeiten der Auskleidung sehr beschränkt, d.h. dass die Entscheidungen über die Einsatzdauer der Feuerfestauskleidung eines Gefässes, zum Beispiel eines Konverters, nach wie vor manuell getroffen werden müssen.

[0003] Bei einem Verfahren gemäss der Druckschrift WO-A-03/081157 zum Messen der Reststärke der feuerfesten Auskleidung im Wand- und/oder Bodenbereich eines metallurgischen Gefässes, z. B. eines Lichtbogenofens, werden die ermittelten Messdaten für das nachfolgende Sanieren der festgestellten Verschleissbereiche verwendet. Die Messeinheit wird dabei an einem zum Sanieren der Auskleidung dienenden Manipulator in eine Messposition über oder innerhalb des metallurgischen Gefässes gebracht und es wird dann die Reststärke der Auskleidung in deren Wand- und/oder Bodenbereich gemessen. Aus einem Vergleich mit einem am Anfang der Ofenreise gemessenen Istprofil der Auskleidung wird deren Verschleiss ermittelt, aus denen dann die feuerfeste Auskleidung saniert werden kann. Mit diesem Verfahren ist aber auch keine umfassende Ermittlung der Gefässauskleidung möglich.

[0004] Gemäss der Druckschrift WO-A-2007/107242 ist ein Verfahren zur Bestimmung der Wandstärke oder des Verschleisses der Auskleidung eines metallurgischen Schmelzgefässes mit einem Scannersystem zur berührungslosen Erfassung der Auskleidungsfläche mit Ermittlung der Position und Orientierung des Scannersystems und Zuordnung zu der Position des Schmelzgefässes durch die Erfassung von raumfesten Referenzpunkten geoffenbart. Es wird dabei ein lotrechtes Bezugssystem verwendet und die Neigungen von zwei Achsen bezüglich einer waagrecht Ebene werden mittels Neigungssensoren gemessen. Die Messdaten des Scanners können in ein lotrechtes Koordinatensystem transformiert und es ist damit ein automatisiertes Messen des jeweiligen Istzustandes der Auskleidung des Schmelzgefässes möglich.

[0005] Ausgehend von diesen bekannten Berechnungsmethoden bzw. Messverfahren liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu schaffen, mittels welchem die Haltbarkeit der feuerfesten

Auskleidung eines metallurgischen Gefässes und der Prozess an sich optimiert werden kann und manuelle Entscheidungen dafür reduziert bzw. praktisch eliminiert werden.

[0006] Erfindungsgemäss ist diese Aufgabe nach den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0007] Das Verfahren nach der Erfindung sieht vor, dass Daten eines jeweiligen Gefässes umfassend gesammelt und in einer Datenstruktur gespeichert werden, und aus all den gemessenen und ermittelten Daten bzw. Parametern ein Rechenmodell erstellt wird, mittels dem diese Daten bzw. Parameter durch Berechnungen und daraus folgenden Analysen ausgewertet werden.

[0008] Mit diesem erfindungsgemässen Verfahren können bei einem metallurgischen Gefäss nicht nur Messungen für die Feststellung des Istzustandes des Gefässes nach dessen Gebrauch ermittelt werden, sondern es können zusammenhängende bzw. ganzheitliche Ermittlungen und daraus Analysen erfolgen, aus denen Optimierungen sowohl in Bezug auf die Gefässauskleidung als auch auf den gesamten Prozessablauf der in das Gefäss eingefüllten und darin behandelten Schmelze erzielt werden.

[0009] Weitere vorteilhafte Einzelheiten dieses Verfahrens im Rahmen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

[0010] Ausführungsbeispiele sowie weitere Vorteile der Erfindung sind nachfolgend anhand einer Zeichnung näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt eines in Sektoren unterteilten metallurgischen Gefässes.

[0011] Das Verfahren bezieht sich insbesondere auf metallurgische Gefässe, wie ein solches Gefäss 10 als Ausführungsbeispiel in Fig. 1 geschnitten dargestellt ist. Bei dem Gefäss 10 handelt es sich vorliegend um einen an sich bekannten Konverter bei der Stahlerzeugung. Das Gefäss 10 besteht im Wesentlichen aus einem Metallgehäuse 15, einer feuerfesten Auskleidung 12 und Gasspülsteinen 17, 18, welche mit einer nicht näher gezeigten Gasversorgung koppelbar sind.

[0012] Die im Betrieb in dieses Gefäss 10 eingefüllte Metallschmelze wird beispielsweise durch ein Blasverfahren metallurgisch behandelt, was nicht näher erläutert ist. Üblicherweise sind in einem Stahlwerk gleichzeitig mehrere solcher Konverter im Einsatz und es sind für jeden dieser Konverter die Daten zu erfassen.

[0013] Das Verfahren kann selbstverständlich für verschiedene metallurgische Gefässe angewendet werden, wie zum Beispiel für Elektroofen, Hochofen, Stahlpfannen, Gefässe im Bereich von Nichteisenmetallen, wie Aluminium-Schmelzofen, Kupfer-Anodenofen oder dergleichen.

[0014] Das Verfahren zeichnet sich noch dadurch aus, dass es gleichsam für verschiedene Behälter angewendet werden kann. So können beispielsweise die feuer-

festen Auskleidungen aller im Betrieb stehenden Konverter und Pfannen bestimmt werden, bei denen die gleiche Schmelze zuerst in einem Konverter behandelt und nachfolgend in Stahlpfannen umgegossen werden.

[0015] Es werden als Erstes die in Gruppen unterteilten Daten eines jeweiligen Gefässes 10 umfassend gesammelt und in einer Datenstruktur gespeichert.

[0016] Um den Verschleiss als eine Gruppe der innerhalb des Metallgehäuses 15 eingebetteten Gefässauskleidung 12 zu messen, erfolgt dies vorerst bei der in der Regel mit unterschiedlichen Steinen 14, 16 bzw. Wandstärken versehenen neuen Feuerfestzustellung. Dies kann eben durch Messen oder durch das Bekanntsein der vorgegebenen Abmessungen der Steine 14, 16 erfolgen. Zudem werden die Materialien und Materialeigenschaften der verwendeten Steine 14, 16 und der allfällig verwendeten Einspritzmaterialien erfasst.

[0017] Bei der weiteren als Produktionsdaten bezeichneten Gruppe erfolgt eine Aufzeichnung während der Einsatzdauer des jeweiligen Gefässes 10, wie Schmelzmenge, Temperatur, Zusammensetzung der Schmelze bzw. der Schlacke und deren Dicke, Abstichzeiten, Temperaturverlauf, Behandlungszeit und/oder metallurgische Parameter; wie besondere Zusätze in der Schmelze. Je nach Art des Gefässes werden nur ein Teil oder alle genannten Produktionsdaten aufgezeichnet.

[0018] Des weiteren erfolgt dann eine Messung der Wandstärken der Auskleidung 12 nach dem Einsatz eines Gefässes 10 zumindest bei den Stellen mit dem grössten Verschleiss, beispielsweise bei den Kontaktstellen der Schlacke bei gefülltem Gefäss, aber vorzugsweise der gesamten Auskleidung 12. Es genügt dabei, wenn die Messung der Wandstärken der Auskleidung 12 nach einer Anzahl von Abstichen durchgeführt wird.

[0019] Es können dann noch weitere Prozessparameter, wie Einfüll- bzw. Abstichart der Metallschmelze in bzw. aus dem Schmelzgefäss ermittelt werden.

[0020] Erfindungsgemäss wird aus zumindest einem Teil der gemessenen und ermittelten Daten bzw. Parametern ein Rechenmodell erstellt, mittels dem diese Daten bzw. Parameter durch Berechnungen und daraus folgenden Analysen ausgewertet werden.

[0021] Durch dieses erfindungsgemässe erstellte Rechenmodell können die maximale Einsatzdauer, die Wandstärken, die Materialien und/oder die Pflegedaten der feuerfesten Auskleidung 12 oder umgekehrt die Prozessabläufe bei der Behandlung der Schmelze optimiert werden. Dabei kann aus diesen Analysen mitunter über die weitere Verwendung ohne oder mit Reparaturen der Auskleidung entschieden werden. Es bedarf nicht mehr oder nur beschränkt einer manuellen erfahrungsmässigen Auslegung der Einsatzdauer der Auskleidung 12 und der andern festzulegenden Grössen, wie Wandstärken, Materialauswahl etc..

[0022] Zweckmässigerweise wird das metallurgische Gefäss 10, wie zum Beispiel ein Konverter, in verschiedene Sektionen 1 bis 10 unterteilt, wobei dem oberen Gefässsteil die Sektionen 1, 2, 8, dem seitlichen Gefässsteil

die Sektionen 3, 7, 9 und dem Gefässboden die Sektionen 4, 5, 6 zugeordnet sind.

[0023] Mit dem Rechenmodell werden die Sektionen 1 bis 10 einzeln bzw. unabhängig voneinander ausgewertet. Dies hat den Vorteil, dass die unterschiedlichen Belastungen der Auskleidung im Gefässboden, den Seitenwandungen bzw. bei dem oberen Gefässsteil entsprechend berücksichtigt werden können.

[0024] Vor oder während dem Erstellen des Rechenmodells werden die Daten nach der Erfassung hinsichtlich ihrer Plausibilität geprüft und bei Vorliegen eines Fehlens oder Ausreissens eines oder mehrere Werte werden diese jeweils korrigiert oder gelöscht. Nach dem vorzugsweise einzelnen Prüfen der Daten werden diese zu einem zusammengefügt gültigen Datensatz gespeichert.

[0025] Vorteilhaft werden eine reduzierte Anzahl aus den gemessenen bzw. ermittelten Daten bzw. Parametern für die wiederkehrenden Berechnungen bzw. Analysen ausgewählt, wobei dies in Abhängigkeit von Erfahrungswerten oder durch Rechenmethoden erfolgt. Diese Auswahl der gemessenen bzw. ermittelten Daten bzw. Parametern für die wiederkehrenden Berechnungen bzw. Analysen erfolgt mittels Algorithmen, beispielsweise einer Random Feature Selection.

[0026] Die übrigen ermittelten, aber nicht weiter verwerteten Daten, werden zu statistischen Zwecken oder für eine spätere Aufzeichnung für das Rekonstruieren von Produktionsfehlern oder ähnlichem verwendet.

[0027] Aus den Messungen der Wandstärken der Auskleidung 12 nach einer Anzahl von Abstichen mittels einer Analyse, zum Beispiel einer Regressionsanalyse, wird als weiterer Vorteil der Erfindung das Rechenmodell adaptiert, durch welches der Verschleiss unter Berücksichtigung der gesammelten und strukturierten Daten berechnet oder simuliert werden kann. Dieses adaptierte Rechenmodell eignet sich speziell auch zur Verwendung von Testzwecken, um daraus Prozessabläufe auszutesten bzw. zu simulieren und gezielte Veränderungen vorzunehmen.

[0028] Die Erfindung ist mit dem oben erläuterten Ausführungsbeispiel ausreichend dargetan. Selbstverständlich könnte sie noch durch andere Varianten realisiert sein.

[0029] So ist bei dem Gefäss 10 in an sich bekannter Weise seitlich noch mindestens eine nicht näher gezeigte Auslassöffnung vorgesehen, bei welcher üblicherweise ein spezieller Abstich mit mehreren aneinandergereihten Feuerfesthülsen verwendet wird. Selbstverständlich wird auch der Zustand dieses Abstiches gemessen bzw. ermittelt und in das erfindungsgemässe Rechenmodell mit einbezogen.

Patentansprüche

1. Verfahren insbesondere zur Bestimmung des Zustandes der feuerfesten Auskleidung eines die Me-

tallschmelze enthaltenden Gefäßes, bei dem Daten dieser feuerfesten Auskleidung (12), wie Materialien, Wanddicke, Einbauart und weitere erfasst bzw. gemessen und ausgewertet werden, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die nachfolgenden gemessenen bzw. ermittelten Daten eines jeweiligen Gefäßes (10) umfassend gesammelt und in einer Datenstruktur gespeichert werden, nämlich

➤ die anfängliche Feuerfestzustellung der inneren Gefäßauskleidung (12), wie Materialien, Materialeigenschaften, Wandstärken von Steinen und/oder Einspritzmaterialien als Pflegedaten;

➤ Produktionsdaten während dem Einsatz, wie Schmelzmenge, Temperatur, Zusammensetzung der Schmelze bzw. der Schlacke und deren Dicke, Abstichzeiten, Temperaturverläufe, Behandlungszeiten und/oder metallurgische Parameter;

➤ Wandstärken der Auskleidung nach dem Einsatz eines Gefäßes (10) zumindest bei Stellen mit dem grössten Abnutzungsgrad;

➤ weitere Prozessparameter, wie Einfüll- bzw. Abstichtart der Metallschmelze in bzw. aus dem Gefäß (10);

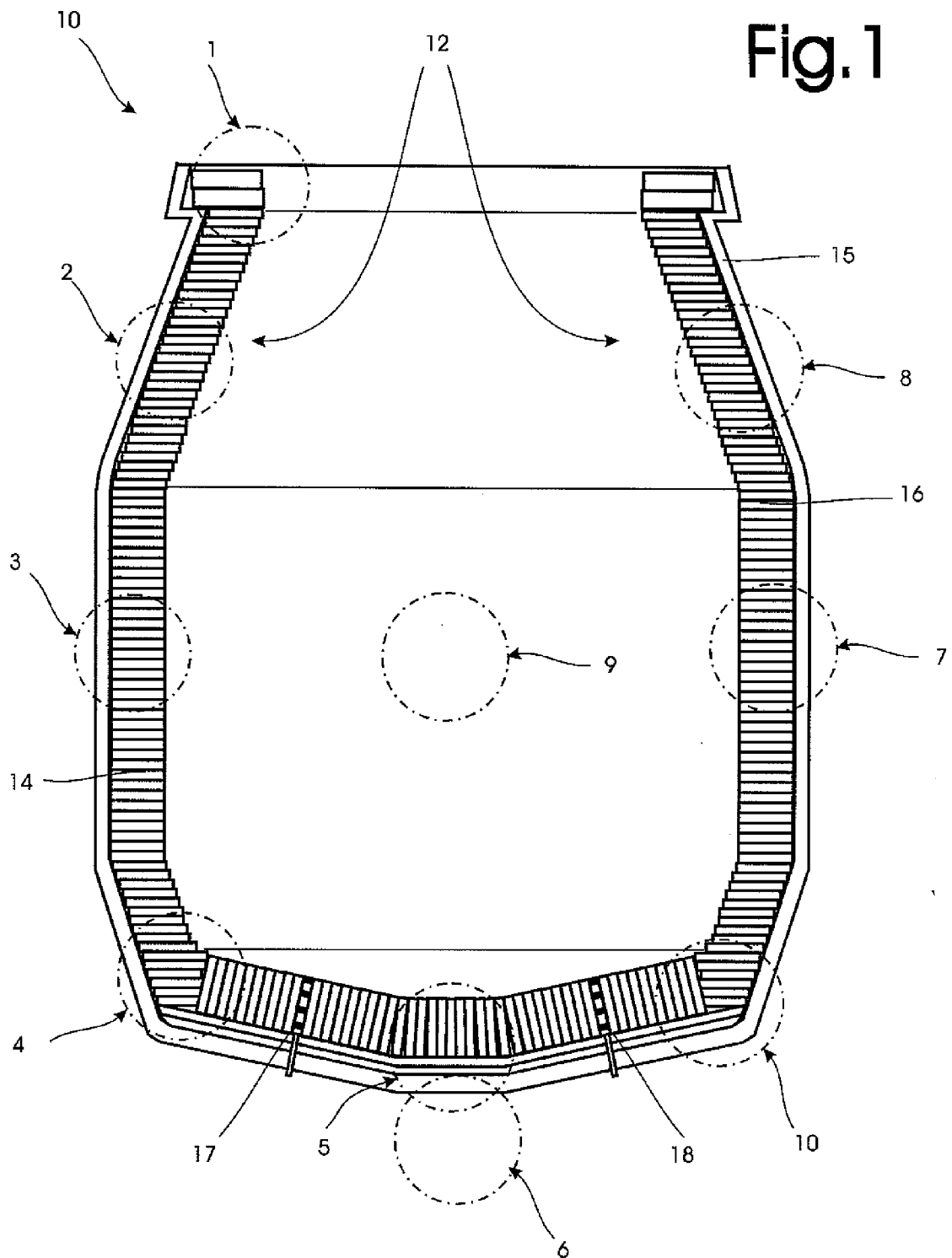
dass aus zumindest einem Teil der gemessenen bzw. ermittelten Daten bzw. Parametern ein Rechenmodell erstellt wird, mittels dem diese Daten bzw. Parameter durch Berechnungen und daraus folgenden Analysen ausgewertet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Daten nach der Erfassung hinsichtlich ihrer Plausibilität geprüft und bei Vorliegen eines Fehlens, Ausreissens eines oder mehrere Werte diese jeweils korrigiert oder gelöscht werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Daten nach dem vorzugsweise einzelnen Prüfen zu einem zusammengeführten gültigen Datensatz gespeichert werden.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine reduzierte Anzahl aus den gemessenen bzw. ermittelten Daten bzw. Parametern für die wiederkehrenden Berechnungen bzw. Analysen ausgewählt werden, wobei dies in Abhängigkeit von Erfahrungswerten oder durch Rechenmethoden erfolgt.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese Auswahl der gemessenen bzw. ermittelten Daten bzw. Parametern für die wiederkehrenden Berechnungen bzw. Analysen mittels Algorithmen, beispielsweise einer Random Feature

Selection, erfolgt.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die übrigen nicht weiter verwerteten Daten zu statistischen Zwecken oder für eine spätere Aufzeichnung von Daten verwendet wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messung der Wandstärken der Auskleidung (12) nach einer Anzahl von Abstichen erfolgt, wobei aus diesen Messungen zum einen über die weitere Verwendung ohne oder mit Reparaturen des Gefäßes durch dieses Rechenmodell entschieden wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus den Messungen der Wandstärken der Auskleidung (12) nach einer Anzahl von Abstichen mittels einer Analyse, zum Beispiel einer Regressionsanalyse, das Rechenmodell adaptiert wird, durch welches der Verschleiss unter Berücksichtigung der gesammelten und strukturierten Daten berechnet werden kann.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Modell für dieses neuronale Netz zu Testzwecken verwendet wird, um daraus Prozessabläufe auszutesten bzw. zu simulieren, um daraus gezielte Veränderungen im realen Betrieb vorzunehmen.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das metallurgische Gefäß (10), wie zum Beispiel ein Konverter, in verschiedene Sektionen (1 bis 10) aufgeteilt wird und zu diesen Sektionen unabhängig voneinander Auswertungen aus all den gemessenen und ermittelten Daten bzw. Parametern durch dieses Rechenmodell erfolgen.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sektionen (1 bis 10) zum einen über den Umfang des Gefäßes (10) und zum anderen in seiner Höhe verteilt ausgewählt sind.

Fig. 1





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 13 16 3565

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 0 632 291 A2 (RAUTARUUKKI OY [FI] THERMO RADIOMETRIE OY [FI]) 4. Januar 1995 (1995-01-04) * Spalte 1, Zeile 1 - Spalte 2, Zeile 8 * * Spalte 9, Zeile 20 - Zeile 47 * * Spalte 10, Zeile 24 - Zeile 47 * * Ansprüche 1,6 * * Abbildungen 1-5 *	1-11	INV. F27D1/16 F27D21/00
A	EP 1 310 573 A2 (VOEST ALPINE IND ANLAGEN [AT] SIEMENS VAI METALS TECH GMBH [AT]) 14. Mai 2003 (2003-05-14) * Absatz [0011] - Absatz [0013] * * Absatz [0017] *	1-11	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F27D C21C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
Den Haag		9. September 2013	
		Prüfer	
		Peis, Stefano	
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 Patentedokument, 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)

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

EP 13 16 3565

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.

09-09-2013

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
EP 0632291	A2	04-01-1995	AT 205604 T	15-09-2001
			DE 69428234 D1	18-10-2001
			DE 69428234 T2	18-04-2002
			EP 0632291 A2	04-01-1995
			FI 932339 A	22-11-1994
			JP 3274021 B2	15-04-2002
			JP H0712541 A	17-01-1995
			US 5546176 A	13-08-1996

EP 1310573	A2	14-05-2003	AT 411068 B	25-09-2003
			BR 0206891 A	15-06-2004
			EP 1310573 A2	14-05-2003
			ES 2396053 T3	18-02-2013
			KR 20030040135 A	22-05-2003

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 03081157 A [0003]
- WO 2007107242 A [0004]