



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
20.08.2014 Patentblatt 2014/34

(51) Int Cl.:
C21C 5/32 (2006.01) **C21C 5/46** (2006.01)
F27D 19/00 (2006.01) **F27D 3/16** (2006.01)
F27D 21/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14152053.6**

(22) Anmeldetag: **22.01.2014**

(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

- **Odenthal, Hans-Jürgen**
40822 Mettmann (DE)
- **Schlüter, Jochen**
44265 Dortmund (DE)
- **Uebber, Norbert**
40764 Langenfeld (DE)

(30) Priorität: **14.02.2013 UA 2013001821**
02.05.2013 DE 102013208079

(74) Vertreter: **Klüppel, Walter**
Hemmerich & Kollegen
Patentanwälte
Hammerstraße 2
57072 Siegen (DE)

(71) Anmelder: **SMS Siemag AG**
40237 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder:
• **Grygorov, Pavlo**
80637 München (DE)

(54) **Verfahren zum Betrieb einer Sauerstoffblaslanze in einem metallurgischen Gefäß und Messsystem zur Ermittlung dabei verwendeter Messsignale**

(57) Bei einem Verfahren zum Betrieb einer ein Gas (8) ausblasenden Blaslanze (2), insbesondere Sauerstoffblaslanze, in einem metallurgischen Gefäß (1), wobei der vorzugsweise auswechselbare Lanzenkopf (4) der Blaslanze (2) mindestens eine Überschalldüse aufweist, soll eine Lösung geschaffen werden, die eine kontinuierliche Erfassung von beim Betrieb einer Gas ausblasenden Blaslanze, insbesondere Sauerstoffblaslanze, in einem metallurgischen Gefäß zur Verfahrenssteuerung verwendeten Betriebsparametermesssignalen ermöglicht. Dies wird dadurch erreicht, dass mittels mindestens eines im Lanzenkopf (4) im Bereich der Überschalldüse angeordneten Detektors oder Sensors (9a, 9b) während des Betriebs der Blaslanze (2), insbesondere während eines Blasprozesses, vorzugsweise Sauerstoffblasprozesses, insbesondere kontinuierlich, im Lanzenkopf (4) der Eintrittsdruck (p_{0t}) und/oder die Eintrittstemperatur (T_{0t}) des Gases (8) an der mindestens einen Überschalldüse und/oder die Schwingungsamplitude (A) und/oder die Schwingungsfrequenz (ω) der Blaslanze (2) und/oder der Zündzeitpunkt der Zündung beim Sauerstoffblasverfahren und/oder der Ortspunkt der Zündung beim Sauerstoffblasverfahren detektiert und/oder gemessen wird/werden und das oder die dabei erhaltene(n) Messsignal(e) während des Betriebes der Blaslanze (2) einer an den mindestens einen Detektor oder Sensor (9a, 9b) angeschlossenen Auswerte- und/

oder Prozesssteuereinheit vorzugsweise online zuführt und zur Steuerung des Betriebes der Blaslanze (2) bereitgestellt wird/werden.

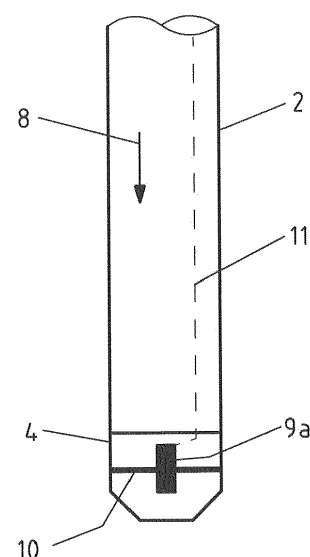


FIG. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung richtet sich auf ein Verfahren zum Betrieb einer ein Gas ausblasenden Blaslanze, insbesondere Sauerstoffblaslanze, in einem metallurgischen Gefäß, wobei der vorzugsweise auswechselbare Lanzenkopf der Blaslanze mindestens eine Überschalldüse aufweist. Weiterhin richtet sich die Erfindung auf ein Messsystem zur Ermittlung beim Betrieb einer Gas ausblasenden Blaslanze, insbesondere Sauerstoffblaslanze, in einem metallurgischen Gefäß zur Verfahrenssteuerung verwendeter Messsignale, wobei das Messsystem eine Blaslanze, vorzugsweise Sauerstoffblaslanze, mit einem mindestens eine Überschalldüse aufweisenden, vorzugsweise auswechselbaren, Lanzenkopf und eine die Messsignale erhaltende und verarbeitende Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit umfasst.

[0002] Bei der Stahlerzeugung ist es bei bestimmten Verfahren, beispielsweise beim Basic-Oxygen-Furnace-Verfahren (BOF) oder beim Argon-Oxygen-Decarburization-Verfahren (AOD) üblich, eine sich in einem metallurgischen Gefäß befindliche Metallschmelze mit einem Gas, insbesondere mit Sauerstoff (O_2) oder Stickstoff (N_2), zu beströmen. Hierzu wird typischerweise eine Blaslanze von oben in das metallurgische Gefäß eingefahren und aus dieser das Gas auf die Metallschmelze aufgeblasen.

Auch im Bereich des Aufschmelzens von Schrott in einem Lichtbogenofen, also einem Electric Arc Furnace (EAF), kann Gas auf die Schmelze aufgeblasen werden. Ein Aufblasen von Gas wird üblicherweise zumindest in den folgenden metallurgischen Aggregaten durchgeführt: BOF-Konverter, AOD-Konverter, Brenner und Injektordüsen für einen Elektrolichtbogenofen (EAF) oder einem CONARC-Ofen (CON=Converter, ARC=Arcing), Brenner und Injektordüsen für einen Reduktionsofen (SAF Submerge Arc Furnace) sowie Düsen für Vakuumbehandlungsanlagen wie beispielsweise VOD (Vacuum Oxygen Decarburization)- oder RH (Ruhrstahl-Heraeus)-Anlagen. Bei der Stahlerzeugung im BOF-Konverter wird der Sauerstoff mit Hilfe der Blaslanze auf das Metallbad aufgeblasen. Der Blaslanzenkopf ist dabei typischer Weise 1,4 bis 3 m von der Schmelzenoberfläche entfernt. In einem solchen Blaslanzenkopf befinden sich üblicher Weise mehrere unter vorbestimmten Winkeln angeordnete konvergent-divergente Düsen welche das Gas auf Überschallgeschwindigkeit beschleunigen. Die konvergent-divergenten Düsen, werden als Überschalldüsen oder Laval-Düsen bezeichnet. Aus diesen Überschalldüsen tritt das Gas typischerweise mit etwa zweifacher Schallgeschwindigkeit und mit einem hohen Impuls aus und trifft dann auf die Metallschmelze. In der Metallschmelze wird eine oszillierende Blasmulde erzeugt und das aufgeblasene Gas sorgt für eine intensive Entkohlungsreaktion. Dabei entsteht durch die aufsteigenden gasförmigen Reaktionsprodukte eine Schaumschlacke auf der Metallschmelze.

[0003] Die Geometrie einer Laval-Düse oder einer

Überschalldüse kann gemäß der isentropen Stromfalentheorie nur für jeweils einen einzigen Wert - nämlich ihren idealen Betriebspunkt oder ihren Auslegungspunkt (design-point) - hinsichtlich des Eintrittsdruckes p_0 und der Eintrittstemperatur T_0 der Überschalldüse, sowie des statischen Gegendruckes p_A im metallurgischen Gefäß ausgelegt werden. Der Eintrittsdruck p_0 wird in diesem idealen Betriebspunkt daher auch als Auslegungsdruck und die Eintrittstemperatur T_0 wird in diesem idealen Betriebspunkt auch als Auslegungstemperatur bezeichnet. Nur wenn die Überschalldüse in ihrem idealen Betriebspunkt betrieben wird, liegt die expandierte Gasströmung fest an der Düsenwand bis zum Verlassen der Düse an und eine Beschleunigung des Gases auf Überschallgeschwindigkeit wird erreicht. Sobald die reale Düsenströmung jedoch vom idealen Auslegungszustand bzw. vom idealen Betriebspunkt abweicht, ergeben sich innerhalb und außerhalb der Düse komplexe Störungsmuster (diamond wave pattern) in Form von Expansionswellen oder Verdichtungsstößen, welche zum Verschleiß der Düsenkante führen können und welche zu einer frühzeitigen Ablösung des Strahls von der Düsenwand führen. Bei einer Ablösung des kalten Gasstrahls von der Düsenwand entsteht ein Rezirkulationsgebiet, über welches heißes Konvertergas an die Düsenwand gelangt, wodurch dann der Düsenverschleiß einsetzt. Um diesen Düsenverschleiß zu verringern oder zu vermeiden, muss die Überschalldüse daher möglichst in ihrem Betriebspunkt betrieben werden.

[0004] An der Spitze einer Blaslanze befindet sich ein auswechselbarer Lanzenkopf, der je nach Anwendung mehrere konvergent-divergente Überschalldüsen oder Laval-Düsen umfasst, um das Gas auf Überschallgeschwindigkeit zu beschleunigen. Ein solcher Lanzenkopf kann unter anderem bei folgenden metallurgischen Gefäßen oder Aggregaten Verwendung finden: bei BOF- und AOD-Konvertern, bei SIS (Siemag-Injection System)-Injektoren für Elektrolichtbogenöfen (EAF), bei Reduktionsöfen (SAF) und Vakuumanlagen (RH, VOD).

[0005] Die Geometrie einer Überschalldüse oder Laval-Düse kann sowohl in Bezug auf den unmittelbaren Eintrittsdruck p_0 , den Auslegungsdruck der jeweiligen Überschalldüse, als auch die Eintrittstemperatur T_0 , die jeweilige Auslegungstemperatur einer Überschalldüse, ausschließlich auf einen optimalen Betriebspunkt der jeweiligen Überschalldüse bei einem statischen Gegendruck p_A in dem jeweiligen metallurgischen Gefäß oder Aggregat ausgelegt werden. Nur wenn die beiden Prozessgrößen Auslegungsdruck/Eintrittsdruck und Eintrittstemperatur/Auslegungstemperatur im Konverterbetrieb eingehalten werden, arbeitet eine Überschalldüse oder Laval-Düse in ihrem optimalen Betriebspunkt und die Düse verschleißt nur geringfügig. Üblicherweise werden im praktischen Betrieb an einer das Gas für die Blaslanze bereitstellenden Ventilstation der Vordruck p_{vs} und der Volumenstrom des Gases gemessen. Diese Größen dienen in der Regel zur Auslegung der Ultraschalldüse. So wird der Druckverlust Δp_{verl} von der Ventilstation über

die Rohrleitungen und Druckschläuche einschließlich der gesamten Blaslanze abgeschätzt, um den Eintrittsdruck p_0 anhand der Gleichung $p_0 = p_{vs} - \Delta p_{verl}$ zu ermitteln. Der exakte Druckverlust Δp_{verl} ist theoretisch schwierig zu ermitteln, da hierfür eine kompressible Druckverlustberechnung über alle Bauteile unter Berücksichtigung der exakten Leitungsführung erforderlich ist. Aus diesem Grund sind die für die Düsenauslegung notwendigen Prozessgrößen p_0 , T_0 und p_A stets nur als Näherungswerte bekannt. Ob die jeweilige Ultraschalldüse oder Laval-Düse im praktischen Stahlwerksbetrieb dann tatsächlich im Auslegungspunkt oder idealen Betriebspunkt arbeitet, ist ungewiss. Damit verschlechtern sich aber die Lanzaufhaltbarkeit und die Prozessstabilität.

[0006] Weiterhin zündet beim Blasprozess der aus einer Blaslanze austretenden Sauerstoffstrahl bei der Berührung mit flüssigem Roheisen. Da der Konverter oder das jeweilige metallurgische Gefäß nicht nur mit Roheisen, sondern häufig auch mit Kühlmittel wie Stahlschrott befüllt ist, kann der aus der Blaslanze austretenden Sauerstoffstrahl aber auch von Stahlschrott zurückgeworfen werden, dessen Temperatur für die Zündung nicht ausreichend hoch ist. So setzt sehr oft die Verbrennung des Sauerstoffs nicht sofort mit dem Beginn des Blasprozesses ein. Es ist aber sehr wichtig, den genauen Zeitpunkt der Zündung zu erkennen, weil der Beginn der damit verbundenen Entkohlungsreaktion des jeweiligen Metallschmelzbades für die Prozessführung ausschlaggebend ist. Der Zündzeitpunkt kann je nach Lage des Schrottes und der Lage des flüssigen Roheisens zudem für jede Düse einer Mehrloch-Blaslanze unterschiedlich sein. Hier würde eine differenzierte Kenntnis von Ort und Zeit des Zündens eine entsprechend genaue Differenzierung nach genutztem und ungenutztem Sauerstoff ermöglichen.

[0007] Schließlich bildet sich bei den üblichen Blasprozessen im Konverter oder metallurgischen Gefäß eine Schmelze-Schlacke-Emulsion. Durch die Entkohlungsreaktion wird das Volumen der Schlacke enorm vergrößert, so dass ein Schlackenauswurf entstehen kann, der eine Erhöhung der Produktionskosten und des Ausfallrisikos zur Folge hat. Darüber hinaus haften während des Blasprozesses die Schlacke und das schmelzflüssige Metall, insbesondere flüssiger Stahl, an der üblicherweise wassergekühlten Blaslanze an. Solche Verbärungen an einer Blaslanze sind unerwünscht und müssen entfernt werden, weil dadurch die gesamte Masse der Blaslanze unerwünscht zunimmt und die Öffnungen der Ultraschalldüsen teilweise verstopft werden können.

[0008] Aus der WO 2012/136698 A1 ist ein Verfahren zum Betrieb einer Sauerstoffblaslanze in einem metallurgischen Gefäß bekannt, bei welchem mit Hilfe einer autarken Messvorrichtung, die ohne äußere Zuführungen oder Zuleitungen eine Druckmessung und/oder eine Temperaturmessung über die Zeit aufgelöst vornimmt sowie die entsprechenden Messwerte speichert, der Druck und die Temperatur am Eingang einer Überschalldüse einer Blaslanze gemessen wird. Eine solche aut-

arke, auch als "Datenlogger" bezeichnete Messvorrichtung, wird in den Blaslanzenkopf eingesetzt, misst dann über ihre (Batterie-)Lebensdauer hinweg den Druck und/oder die Temperatur und speichert diese Daten. Die autarke Messvorrichtung wird dann aus dem Blaslanzenkopf entfernt und mit Hilfe der ausgelesenen Messdaten wird eine Kalibrierkurve erstellt. Anhand dieser Kalibrierkurve wird der Betrieb der dann die autarke Messvorrichtung nicht mehr aufweisenden Sauerstoffblaslanze gesteuert. Der Nachteil der Benutzung von Datenloggern besteht darin, dass sich der Druckverlust Δp_{verl} , der sich bei laufendem Betrieb jeweils einstellende Eintrittsdruck p_{0t} und die sich bei dem laufenden Betrieb jeweils einstellende Eintrittstemperatur T_{0t} nur nachträglich ermitteln lassen, nachdem die Lanze ausgebaut wurde. Eine kontinuierliche aktuelle Erfassung des Eintrittsdruckes p_{0t} und der Eintrittstemperatur T_{0t} während des Blasprozesses findet nicht statt, so dass nicht sichergestellt ist, dass die Ultraschalldüse der Blaslanze während des laufenden Betriebes in ihrem idealen Betriebspunkt betrieben wird.

[0009] Weiterhin ist es aus der Praxis bekannt, mit Hilfe konventioneller, am Lanzenschlitten einer Blaslanze angeordneter Schwingungsaufnehmer Schwingungen der Blaslanze während des Betriebes im metallurgischen Gefäß zu erfassen. Aus den hierbei gewonnenen Messsignalen ergeben sich Rückschlüsse auf das Maß der Schlackenbildung in dem metallurgischen Gefäß und die Neigung zum Schlackenauswurf. Die Schwingungsmessungen erfolgen am Lanzenschlitten, da die Schwingungsaufnehmer dort thermisch geschützt sind und ein Lanzaufwechsel ohne Rücksicht auf die Sensorik erfolgen kann. Der Nachteil dieser Lösung besteht darin, dass die am Lanzenschlitten gemessenen Schwingungen gegenüber den von der Schlackeformation am deutlichsten beeinflussten Schwingungen an der Lanzenspitze signifikant geringer sind und von prozessunabhängigen Größen beeinflusst werden können. Damit geben die gewonnenen Messsignale die Zustände im Bereich der Blaslanzenspitze nur ungenau wieder. Zudem werden bei Messungen, die oberhalb des Lanzendoms durchgeführt werden, die Auslenkungen der Blaslanze nicht optimal erfasst. Schließlich besteht bei in der Nähe des Blaslanzendoms angeordneten Messfühlern die Gefahr, dass diese durch die hier wirkende Hitze und die hier einwirkende Staubbelastung verschleifen und beschädigt werden.

[0010] Aus der WO 2011/151143 A2 ist es bekannt, mit Hilfe einer CCD-Sensoren oder Fotodioden aufweisenden Kamera im Spalt zwischen dem Konvertermund und der Abzugshaube den Verlauf der Strahlungsintensität über die Zeit zu bestimmen und denjenigen Zeitpunkt, bei welchem eine vorbestimmte Strahlungsintensität oder ein vorbestimmter Anstieg der Strahlungsintensität erreicht wird, als Zeitpunkt der Zündung des aus der Blaslanze austretenden Sauerstoffstrahles zu bestimmen. Dieses Verfahren zur Bestimmung des Zeitpunktes der Zündung bei Aufblasverfahren mit Beobach-

tung der Lichtemissionen des bei der Zündung entstehenden Brennfleckes von außerhalb hat einerseits den Nachteil, dass durch die starke Rauchentwicklung nach dem Zünden nur mittelbar über die Strahlung dieses Rauches Informationen über das Zünden erhalten werden. Dadurch ist die Zuverlässigkeit des Messergebnisses eingeschränkt. Zudem ist eine differenzierte Erkennung des Zündens einzelner, der bei einer Mehrlochdüse üblicherweise fünf bis sechs austretenden Sauerstoffstrahlen, nicht möglich.

[0011] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Lösung zu schaffen, die eine kontinuierliche Erfassung von beim Betrieb einer Gas ausblasenden Blaslanze, insbesondere Sauerstoffblaslanze, in einem metallurgischen Gefäß zur Verfahrenssteuerung verwendeten Betriebsparametermesssignalen ermöglicht.

[0012] Bei einem Verfahren der eingangs näher bezeichneten Art wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass mittels mindestens eines im Lanzenkopf im Bereich der Überschalldüse angeordneten Detektors oder Sensors während des Betriebs der Blaslanze, insbesondere während eines Blasprozesses, vorzugsweise Sauerstoffblasprozesses, insbesondere kontinuierlich, im Lanzenkopf der Eintrittsdruck p_{0t} und/oder die Eintrittstemperatur T_{0t} des Gases an der mindestens einen Überschalldüse und/oder die Schwingungsamplitude A und/oder die Schwingungsfrequenz ω der Blaslanze und/oder der Zündzeitpunkt der Zündung beim Sauerstoffblasverfahren und/oder der Ortspunkt der Zündung beim Sauerstoffblasverfahren detektiert und/oder gemessen wird/werden und das oder die dabei erhaltene(n) Messsignal(e) während des Betriebes der Blaslanze einer an den mindestens einen Detektor oder Sensor angeschlossenen Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit vorzugsweise online zugeführt und zur Steuerung des Betriebes der Blaslanze bereitgestellt wird/werden.

[0013] Ebenso wird die vorstehende Aufgabe bei einem Messsystem der eingangs näher bezeichneten Art dadurch gelöst, dass im Lanzenkopf im Bereich der mindestens einen Überschalldüse mindestens ein Detektor oder Sensor angeordnet ist, der leitungsmäßig mit der Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit in Verbindung steht und der während des Betriebs der Blaslanze, insbesondere während eines Blasprozesses, vorzugsweise Sauerstoffblasprozesses, insbesondere kontinuierlich, im Lanzenkopf den Eintrittsdruck p_{0t} und/oder die Eintrittstemperatur T_{0t} des Gases an der mindestens einen Überschalldüse und/oder die Schwingungsamplitude A und/oder die Schwingungsfrequenz ω der Blaslanze und/oder den Zündzeitpunkt der Zündung beim Sauerstoffblasverfahren und/oder den Ortspunkt der Zündung beim Sauerstoffblasverfahren detektiert und/oder misst und das oder die dabei erhaltene(n) Messsignal(e) während des Betriebes der Blaslanze der an den mindestens einen Detektor oder Sensor angeschlossenen Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit vorzugsweise online zugeführt und zur Steuerung des Betriebes der Blaslanze be-

reitstellt.

[0014] Die Erfindung geht also in ihrem Kern davon aus, im Kopf der Blaslanze einen oder mehrere Detektor(en) und/oder Sensor(en) anzuordnen, die während des Betriebes, d.h. insbesondere während des Gas ausblasenden Zustandes, der Blaslanze in ihrer im metallurgischen Gefäß positionierten Arbeits- oder Betriebsstellung Betriebsparameter messtechnisch erfassen und die erhaltenen Messsignale kontinuierlich und online während des Betriebes einer Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit zuführen und zur Steuerung des Betriebes der Blaslanze bereitstellen. Die auf diese Weise erhaltenen, jeweils den Betriebszustand in Bezug auf den jeweiligen Betriebsparameter aktuell wiedergebenden Messsignale, können dann unmittelbar zur Verfahrenssteuerung beim laufenden Betrieb der Blaslanze verwendet werden.

[0015] Nach einem Aspekt der Erfindung werden auf diese Weise mit mindestens einem Detektor und/oder Sensor der aktuelle Eintrittsdruck p_{0t} des Gases am Eingang der mindestens einen Überschalldüse der Blaslanze detektiert und/oder gemessen. Nach einem zweiten Aspekt der Erfindung wird mittels mindestens eines Detektors oder Sensors während des Blasprozesses insbesondere kontinuierlich im Lanzenkopf die Eintrittstemperatur T_{0t} des Gases am Eingang der mindestens einen Überschalldüse der Blaslanze detektiert und/oder gemessen.

[0016] Diese im ersten Aspekt und/oder dem zweiten Aspekt der Erfindung ermittelten Betriebsparametermesssignale werden dann einer Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit unmittelbar, vorzugsweise online, zugeführt und zur Verfahrenssteuerung des Betriebes der Blaslanze bereitgestellt. Damit ist es beispielsweise möglich, durch Anpassung des Ventildruckes p_{vs} den sich aktuell im Lanzenkopf am Eingang einer Überschalldüse einstellenden Eintrittsdruck p_{0t} zu regeln und so einzustellen, dass er dem Auslegungsdruck p_0 zumindest im Wesentlichen und/oder annähernd, also mit einer allenfalls geringen Abweichung, entspricht. Es ist auf diese Weise mittels der Erfindung also möglich, eine Überschalldüse - und bei Bereitstellung eines Detektors oder Sensors am Eingang einer jeden Überschalldüse oder Laval-Düse einer Blaslanze - alle Überschalldüsen stets zumindest nahezu in ihrem Auslegungszustand (design point), d.h. in oder an ihrem idealen Betriebspunkt zu betreiben. Dadurch ergeben sich stabile Prozessbedingungen für das Gasblasen, insbesondere Sauerstoffblasen, was zu einer deutlich höheren Lebensdauer und Standzeit des vorzugsweise auswechselbaren Lanzenkopfes führt. Eine kontinuierliche Erfassung des Eintrittsdrucks p_{0t} und der Eintrittstemperatur T_{0t} während eines Blasprozesses ermöglicht auf diese Weise eine dynamische Anpassung des Druckes p_{vs} an der Ventilstation während des Blasprozesses, so dass auf diese Weise der Lanzenkopf in seinem Auslegungspunkt betrieben werden und der Düsenverschleiß minimiert werden kann.

[0017] Erfindungsgemäß werden also der jeweils aktuelle Eintrittsdruck p_{0t} und die jeweils aktuelle Eintrittstemperatur T_{0t} im Inneren der Blaslanze, d.h. im Lanzenkopf, während des Blasprozesses gemessen. Diese zeitabhängige Druck- und Temperaturmessung erfolgt mit Hilfe von Detektoren und/oder Sensoren. Die Messdaten werden über ein Kabel oder auch drahtlos an eine angeschlossene Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit, beispielsweise einen PC, übertragen. Die Energieversorgung der Detektoren und/oder Sensoren kann durch das Kabel oder eine Batterie oder mit Hilfe eines Energie-Harvesting-Moduls erfolgen.

[0018] In der Blaslanze oder unmittelbar im Lanzenkopf sind somit nach diesen ersten beiden Aspekten der Erfindung Druck- und gegebenenfalls Temperatursensoren zur Bestimmung des aktuellen Eintrittsdruckes p_{0t} und der aktuellen Eintrittstemperatur T_{0t} des Sauerstoffes oder Blases in der Blaslanze installiert. Gleichzeitig mit der oder den Druckmessung(en) in der Blaslanze oder im Lanzenkopf soll der Druck oder Vordruck p_{vs} an der das Blasgas oder den Sauerstoff liefernden Ventilstation gemessen werden. Dies ermöglicht dann eine online Berechnung des Druckverlustes $\Delta p_{verl} = p_{vs} - p_{0t}$ und eine Kontrolle der Abweichung des aktuellen Eintrittsdruckes p_{0t} und der aktuellen Eintrittstemperatur T_{0t} des Blases oder des Sauerstoffes von den entsprechenden Auslegungsgrößen der jeweiligen Überschalldüse Auslegungsdruck p_0 und Auslegungstemperatur T_0 während des Blasprozesses. Auf diese Weise kann der Vordruck p_{vs} an der Ventilstation so eingestellt werden, dass am Eingang einer oder aller Überschalldüse(n) oder Laval-Düse(n) der Blaslanze ein Eintrittsdruck p_{0t} vorliegt, der dem Auslegungsdruck p_0 entspricht. In diesem Fall ist dann der Lanzenkopfverschleiß minimiert. Die Größe T_{0t} ist für den eigentlichen Betrieb nicht notwendig, jedoch wird die Auslegungstemperatur T_0 als theoretische Auslegungsgröße bei der Düsenauslegung benötigt. Der statische Druck p_A im metallurgischen Gefäß kann auf diese Weise nicht ermittelt werden. Für die Düsenauslegung spielt er aber auch nur eine untergeordnete Rolle, da der Druck p_A nur wenig vom Umgebungsdruck 1.01 bar abweicht. Die gemessenen Daten, d.h. die ermittelten Betriebsparametermesssignale, lassen sich durch ein Kabel oder drahtlos, letzteres beispielsweise mittels eines in die Blaslanze eingebauten Funkmoduls, an eine Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit, beispielsweise einen Rechner, insbesondere einen PC, übertragen, der dem Bedienpersonal zur Verfügung steht. Die für die korrekte theoretische Auslegung einer Überschalldüse gemäß der isentropen Stromfadentheorie notwendigen Prozessgrößen Eintrittsdruck p_0 und Eintrittstemperatur T_0 direkt an der Laval-Düse sowie der statische (Gegen)Druck p_A im metallurgischen Gefäß lassen sich mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und dem erfindungsgemäßen Messsystem nun kontinuierlich als jeweils aktuelle zeitabhängige Größe erfassen. Diese Größen p_{0t} und T_{0t} können mittels der im Lanzenkopf angeordneten Detektoren und/oder Senso-

ren kontinuierlich während des Blasprozesses gemessen werden. Der statische Druck p_A im metallurgischen Gefäß spielt für die korrekte Auslegung und damit die Einregelung des Betriebes der Überschalldüse(n) in oder an ihren idealen Betriebspunkt nur eine untergeordnete Rolle, da er in der Regel nur mäßig um den Umgebungsdruck schwankt ($1.01 \text{ bar} \pm 0.2 \text{ bar}$). Wenn der Druck p_{vs} an der Ventilstation ebenfalls kontinuierlich gemessen wird, kann der Druckverlust Δp_{verl} zwischen der Ventilstation und dem Eintritt des Gases in den Blaslanzenkopf ebenfalls kontinuierlich während des Blasprozesses ermittelt werden.

[0019] Insbesondere für die Realisierung der ersten beiden vorstehend dargelegten Aspekte der Erfindung zeichnet sich das erfindungsgemäße Verfahren in vorteilhafter Ausgestaltung dadurch aus, dass mittels mindestens eines im Lanzenkopf im Bereich der mindestens einen Überschalldüse angeordneten Drucksensors während des Betriebs der Blaslanze, insbesondere während eines Blasprozesses, vorzugsweise Sauerstoffblasprozesses, insbesondere kontinuierlich, im Lanzenkopf der Eintrittsdruck p_{0t} des Gases am Eingang der mindestens einen Überschalldüse detektiert und/oder gemessen wird, sowie insbesondere dadurch dass, mittels mindestens eines im Lanzenkopf im Bereich der mindestens einen Überschalldüse angeordneten Temperatursensors während des Betriebs der Blaslanze, insbesondere während eines Blasprozesses, vorzugsweise Sauerstoffblasprozesses, insbesondere kontinuierlich, im Lanzenkopf die Eintrittstemperatur T_{0t} des Gases am Eingang der mindestens einen Überschalldüse detektiert und/oder gemessen wird.

[0020] Hierbei ist es dann besonders zweckmäßig, wenn gleichzeitig, insbesondere kontinuierlich, der Zufuhrdruck p_{vs} des Gases an einer beabstandet zu der mindestens einen Überschalldüse angeordneten Gaszufuhrstation detektiert und/oder gemessen wird, was die Erfindung auch vorsieht.

[0021] In gleicher Weise zeichnet sich das erfindungsgemäße Messsystem in Ausgestaltung dadurch aus, dass im Lanzenkopf im Bereich der mindestens einen Überschalldüse mindestens ein Drucksensor angeordnet ist, der leitungsmäßig mit der Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit in Verbindung steht und der während des Betriebs der Blaslanze, insbesondere während eines Blasprozesses, vorzugsweise Sauerstoffblasprozesses, insbesondere kontinuierlich, im Lanzenkopf den Eintrittsdruck p_{0t} des Gases am Eingang der mindestens einen Überschalldüse detektiert und/oder misst und das oder die dabei erhaltene(n) Messsignal(e) während des Betriebes der Blaslanze der an den mindestens einen Drucksensor angeschlossenen Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit vorzugsweise online zuführt und zur Steuerung des Betriebes der Blaslanze bereitstellt und/oder dadurch, dass im Lanzenkopf im Bereich der mindestens einen Überschalldüse mindestens ein Temperatursensor angeordnet ist, der leitungsmäßig mit der Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit in Verbindung

steht und der während des Betriebs der Blaslanze, insbesondere während eines Blasprozesses, vorzugsweise Sauerstoffblasprozesses, insbesondere kontinuierlich, im Lanzenkopf die Eintrittstemperatur T_{0t} des Gases am Eingang der mindestens einen Überschalldüse detektiert und/oder misst und das oder die dabei erhaltene(n) Messsignal(e) während des Betriebes der Blaslanze der an den mindestens einen Temperatursensor angeschlossenen Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit vorzugsweise online zuführt und zur Steuerung des Betriebes der Blaslanze bereitstellt.

Nach einem dritten Aspekt der Erfindung ist vorgesehen, dass mittels mindestens eines unmittelbar im Lanzenkopf installierten Schwingungssensors während des Betriebes der Blaslanze die Schwingungsamplitude A und/oder die Schwingungsfrequenz ω der Blaslanze, insbesondere Sauerstoffblaslanze, detektiert und gemessen wird. Durch die Messung mittels im Lanzenkopf angeordneter Detektoren und/oder Sensoren ist eine zuverlässige, wartungsfreie und effiziente Schwingungsmessung an der Blaslanze im metallurgischen Gefäß, insbesondere Konverter, zur Erkennung des Schlackenanstieges und eines eventuellen Schlackenauswurfes sowie von Verbärungen der Blaslanze möglich. Es ist somit möglich, die Schwingungen der Blaslanze, insbesondere Sauerstoffblaslanze oder BOF-Lanze, mit einer innerhalb der Blaslanze angeordneten Sensorik zu messen. Hierbei erfolgt die Messung im Lanzenkopf zudem an einer möglichst mündungsnahen, d.h. in diesem Sinne "tiefen" Stelle der Blaslanze, wodurch sich eine hohe und im Vergleich zum Stand der Technik höhere Signifikanz der Messsignale ergibt. Die Messung erfolgt vorzugsweise mittels einer drahtlosen Sensorik (Detektor(en) und/oder Sensor(en)), wobei aber auch eine leitungs- oder drahtgebundene Anordnung möglich ist. Letzteres ist allerdings mit der Problematik verbunden, dass bei einer Schädigung des unteren Lanzenteiles, d.h. des Lanzenkopfes, oberhalb der aus den Detektoren und/oder Sensoren gebildeten Sensorik die Zuleitungen und gegebenenfalls die Sensorik aufwendig erneuert werden muss. Auch bei den Schwingungssensoren kann die Energieversorgung der drahtlosen Sensorik mit Hilfe von Batterien, Akkus oder eines Energie-Harvesting-Moduls erfolgen.

[0022] Zur Realisierung dieses dritten Aspektes der vorliegenden Erfindung zeichnet sich diese dadurch aus, dass mittels mindestens eines im Lanzenkopf im Bereich der mindestens einen Überschalldüse angeordneten Schwingungssensors während des Betriebes der Blaslanze, insbesondere während eines Blasprozesses, vorzugsweise Sauerstoffblasprozesses, insbesondere kontinuierlich, im Lanzenkopf die Schwingungsamplitude A und/oder die Schwingungsfrequenz ω der Blaslanze detektiert und/oder gemessen wird.

[0023] In gleicher Weise ist in Ausgestaltung des Messsystems vorgesehen, dass im Lanzenkopf im Bereich der mindestens einen Überschalldüse mindestens ein Schwingungssensor angeordnet ist, der leitungs-

mäßig mit der Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit in Verbindung steht und der während des Betriebs der Blaslanze, insbesondere während eines Blasprozesses, vorzugsweise Sauerstoffblasprozesses, insbesondere kontinuierlich, im Lanzenkopf die Schwingungsamplitude A und/oder die Schwingungsfrequenz ω der Blaslanze detektiert und/oder misst und das oder die dabei erhaltene(n) Messsignal(e) während des Betriebes der Blaslanze der an den mindestens einen Schwingungssensor angeschlossenen Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit vorzugsweise online zuführt und zur Steuerung des Betriebes der Blaslanze bereitstellt.

[0024] Mittels der im Lanzenkopf angeordneten Schwingungssensoren zur Bestimmung der Schwingungsamplitude A und/oder der Schwingungsfrequenz ω einer Gasblaslanze, insbesondere Sauerstoffblaslanze, ist eine kontinuierliche Messung der Amplitude und/oder der Frequenz der Schwingungen und damit einhergehend eine Überwachung der Schlackenhöhe im Konverter oder metallurgischen Gefäß möglich. Bei einer niedrigen Schlackenhöhe dominieren im Frequenzspektrum harmonische Eigenschwingungen der Blaslanze. Bei einem hohen Schlackenstand wird die Lanze von der Schlacke eingehüllt. Dabei entsteht und steigt eine von der Schlacke hervorgerufene stochastische Komponente der Schwingungen. Die Bildung der Verbärungen an der Lanzenspitze ändert auch deren Masse. Durch die Messung von Eigenfrequenzen kann die Menge von anhaftender Schlacke oder Stahl abgeschätzt und eine frühzeitige Entscheidung hinsichtlich eines Lanzenwechsels getroffen werden. Die gemessenen Schwingungsamplituden A und/oder Schwingungsfrequenzen ω werden ebenfalls insbesondere drahtlos, insbesondere per Funk, an die Auswerte- und/oder Steuereinheit, insbesondere einen Rechner, vorzugsweise einen PC, der dem Bedienungspersonal bedienbar zur Verfügung steht übertragen. Hierbei ist dann dem jeweiligen Schwingungssensor oder den Schwingungssensoren mindestens ein Funkmodul zugeordnet und an dieses oder dies angeschlossen.

[0025] Nach einem vierten Aspekt sind innerhalb des Lanzenkopfes Fotodioden, Fotodetektoren oder Lichtsensoren, insbesondere CCD (Charge Coupled Device) -Sensoren oder CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductors; MetallOxid-Halbleiter) -Sensoren angeordnet, die während eines Blasprozesses im Lanzenkopf die bei einem Zünden der Sauerstoffstrahlen die auftretenden optischen Emissionen detektieren. Damit ist es möglich, den Zeitpunkt des Zündens einer Sauerstoffblaslanze zeitnah zu erfassen, wobei die Fotodiode oder der mindestens eine optische Sensor oder Detektor derart innerhalb der Blaslanze angeordnet ist, dass die durch das Zünden der Sauerstoffstrahlen hervorgerufenen optischen Emissionen des Brennflecks von dem Sensor innerhalb der Blaslanze erfasst werden können. Die hierbei ermittelten Messsignale können dann in der zugeordneten Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit weiterverarbeitet werden. Auch in diesem Fall erfolgt die

Messsignal- und damit Datenübertragung durch ein Kabel oder drahtlos per Funk. Ebenso ist die Energieversorgung der drahtlosen optischen Sensorik mit Hilfe von Batterien, Akkus oder eines Energie-Harvesting-Moduls möglich.

[0026] Unmittelbar im Lanzenkopf sind die Lichtsensoren (CCD-Sensoren, CMOS-Sensoren) oder eine solche Sensoren oder Dioden oder Detektoren aufweisende Kamera zur Bestimmung des Zeitpunktes der Zündung beim Sauerstoffblasverfahren installiert. Hierbei ist vorgesehen, ein oder mehrere Lichtsensoren im Inneren der Blaslanze, vorzugsweise im Blaslanzenkopf, anzuordnen, um den genauen Zeitpunkt der Zündung ermitteln zu können. Die beim Zünden der Sauerstoffstrahlen hervorgerufene optische Emission wird von dem Sensor oder den Sensoren innerhalb der Blaslanze im Lanzenkopf erfasst und die ermittelten Messsignale und damit verbundenen Informationen werden an die Auswerte- und/oder Steuereinheit, insbesondere einen Rechner oder PC, leitungsgebunden mit Hilfe eines Kabels oder drahtlos per Funk übertragen.

[0027] Zur Erzielung des vorstehend erwähnten vierten Aspektes der Erfindung zeichnet sich das Verfahren in Ausgestaltung dadurch aus, dass mittels mindestens eines im Lanzenkopf im Bereich der mindestens einen Überschalldüse angeordneten Lichtsensors, insbesondere CCD- oder CMOS-Sensors, oder mindestens einer damit ausgestatteten Kamera während des Betriebs der Blaslanze, insbesondere während eines Blasprozesses, vorzugsweise Sauerstoffblasprozesses, im Lanzenkopf die bei einem Zünden der Sauerstoffstrahlen auftretende(n) optische(n) Emission(en) detektiert wird/werden. Ebenso ist hierfür in Ausgestaltung des Messsystems vorgesehen, dass im Lanzenkopf im Bereich der mindestens einen Überschalldüse mindestens ein Lichtsensor, insbesondere ein CCD- oder CMOS-Sensor, oder mindestens eine damit ausgestattete Kamera angeordnet ist, der leitungsmäßig mit der Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit in Verbindung steht und der während des Betriebs der Blaslanze, insbesondere während eines Blasprozesses, vorzugsweise Sauerstoffblasprozesses, im Lanzenkopf die bei einem Zünden der Sauerstoffstrahlen auftretende(n) optische(n) Emission(en) detektiert und/oder misst und das oder die dabei erhaltene(n) Messsignal(e) während des Betriebes der Blaslanze der an den mindestens einen Lichtsensor, insbesondere CCD- oder CMOS-Sensor, oder die mindestens eine Kamera angeschlossenen Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit vorzugsweise online zuführt und zur Steuerung des Betriebes der Blaslanze bereitstellt.

[0028] Mit der erfindungsgemäßen Ausgestaltung nach dem vierten Aspekt, lässt sich eine genaue Bestimmung des Zündzeitpunktes durchführen, dies bei jeweils einer Überschalldüse einer Mehrlochblaslanze zugeordnetem Sensor/Detektor auch differenziert nach den einzelnen Sauerstoffstrahlen.

[0029] Ein fünfter Aspekt der Erfindung richtet sich darauf, den Ortspunkt der Zündung beim Sauerstoffblasver-

fahren zu detektieren und/oder zu messen. Diesbezüglich sollen unmittelbar im Lanzenkopf Lichtsensoren, insbesondere CCD- oder CMOS-Sensoren oder Detektoren, Fotodioden oder Fotodetektoren oder eine damit ausgestattete Kamera angeordnet sein, deren einfallendes Licht empfangenden Sensorflächen optisch durch eine Mündungsöffnung der Blaslanze und insbesondere die Mündungsöffnung einer zugeordneten Überschalldüse optisch hindurchgehend ausgerichtet sind. Die derart im Lanzenkopf installierten Lichtsensoren dienen der Bestimmung des Ortspunktes der Zündung beim Sauerstoffblasverfahren. Bei Verwendung mehrerer gerichteter optischer Sensoren oder der Verwendung einer Kamera lässt sich neben dem Zündzeitpunkt damit auch bei üblicherweise verwendeten Mehrlochblaslanzen der Ort des Zündens ermitteln. Da üblicherweise ein Blaslanzenkopf mehrere Überschalldüsen enthält, kann ein Lichtsensor einer Düse zugeordnet werden. Auf diese Weise entsteht die Möglichkeit einer differenzierten Erkennung des Zündens der Sauerstoffstrahlen, da bei Auftreffen eines Sauerstoffstrahls auf flüssiges Roheisen ein Brennfleck entsteht, während bei Auftreffen des Brennflecks auf Schrott kein Brennfleck entsteht, so dass sich die jeweils detektierten Bereiche hinsichtlich ihrer optischen Emission(en) unterscheiden. Der Vorteil der Installation im Inneren der Blaslanze ist, dass die Ausblichöffnung der Kamera oder der Sensoren durch Spülung mittels Sauerstoff freigehalten wird. Die erhaltenen Messsignale können dann wiederum leitungsgebunden oder per Funk an die Auswerte- und/oder Steuereinheit, insbesondere einen Rechner oder PC übertragen und dort zur Verfahrenssteuerung verwendet werden. Dieser fünfte Aspekt der Erfindung besteht also darin, den Zündort des Sauerstoffstrahles zu erfassen, indem ein optischer Sensor oder Detektor derart innerhalb einer Blaslanze angeordnet wird, dass er die durch das Zünden des Sauerstoffstrahlen hervorgerufenen optischen Emissionen des Brennflecks innerhalb der Blaslanze erfassen kann, so dass die erhaltenen Messsignale oder Informationen dann in der zugeordneten Auswerte- und/oder Steuereinheit weiterverarbeitet werden können. Die Datenübertragung erfolgt leitungsgebunden durch ein Kabel oder drahtlos per Funk. Auch in diesem Fall kann die Energieversorgung der drahtlosen optischen Sensorik mit Hilfe von Batterien, Akkus oder eines Energie-Harvesting-Moduls erfolgen, wobei der oder die Detektor(en) oder Sensor(en) mittels eines in der Blaslanze angeordneten Energie-Harvesting-Moduls mit elektrischer Energie versorgt wird/werden.

[0030] Zur Realisierung dieses fünften Aspektes der Erfindung zeichnet sich das erfindungsgemäße Verfahren dadurch aus, dass mittels mindestens eines im Lanzenkopf im Bereich der mindestens einen Überschalldüse angeordneten und optisch durch eine Mündungsöffnung der Blaslanze hindurchgehend ausgerichteten Lichtsensors, insbesondere CCD- oder CMOS-Sensors, oder mindestens einer damit ausgestatteten Kamera während des Betriebs der Blaslanze, insbesondere wäh-

rend eines Blasprozesses, vorzugsweise Sauerstoffblasprozesses, im Lanzenkopf außerhalb der Blaslanze auftretende optische Emissionen detektiert werden.

[0031] Ebenso zeichnet sich das Messsystem zur Realisierung dieses fünften Aspektes der Erfindung dadurch aus, dass im Lanzenkopf im Bereich der mindestens einen Überschalldüse mindestens ein Lichtsensor, insbesondere ein CCD- oder CMOS-Sensor, oder mindestens eine damit ausgestattete Kamera angeordnet ist, der/die optische durch eine Mündungsöffnung der Blaslanze hindurchgehend ausgerichtet ist und der/die leitungsmäßig mit der Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit in Verbindung steht und der während des Betriebs der Blaslanze, insbesondere während eines Blasprozesses, vorzugsweise Sauerstoffblasprozesses, im Lanzenkopf außerhalb der Blaslanze auftretende optische Emissionen detektiert und/oder misst und das oder die dabei erhaltene(n) Messsignal(e) während des Betriebes der Blaslanze der an den mindestens einen Lichtsensor () oder die mindestens eine Kamera angeschlossenen Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit vorzugsweise online zuführt und zur Steuerung des Betriebes der Blaslanze bereitstellt.

[0032] Hierbei ist es dann besonders zweckmäßig, wenn bei einer mehrere Überschalldüse aufweisenden Mehrlochlanze jeder Überschalldüse jeweils mindestens ein Detektor oder Sensor zugeordnet wird oder bei einer entsprechenden Blaslanze des Messsystems zugeordnet ist.

[0033] In weiterer Ausgestaltung sehen das Verfahren sowie das Messsystem vor, dass der Blaslanze ein oder mehrere Detektor(en) oder Sensor(en) aus der Gruppe der Drucksensoren, Temperatursensoren, Schwingungssensoren und/oder Lichtsensoren zugeordnet wird/werden, oder dass die Blaslanze einen oder mehrere Detektor(en) oder Sensor(en) aus der Gruppe der Drucksensoren, Temperatursensoren, Schwingungssensoren und/oder Lichtsensoren aufweist.

[0034] Die Messdatenübertragung an die Auswertereinheit, beispielsweise einen PC, und die Energieversorgung der Messsensoren oder -detektoren kann beispielsweise durch ein Kabel realisiert werden. Beim Wechsel der Blaslanze wird aber üblicherweise der Lanzenkopf oder das untere Teil der Lanze aufgrund von Verschleiß, Verbärungen oder Beschädigungen abgetrennt. Hierbei besteht bei leitungsgebundener Energieversorgung die Gefahr, dass das Kabel durchgeschnitten wird. Eine drahtlose Messsignal- und Messdatenübertragung ist daher besonders vorteilhaft. Diese kann beispielsweise durch eine Funkübertragung realisiert werden. In diesem Fall kann für die Sicherstellung der Energieversorgung der jeweilige Sensor oder Detektor mit einer Batterie oder einem Energie-Harvesting-Modul ausgestattet sein. Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich daher in Weiterbildung dadurch aus, dass das oder die erhaltene(n) Messsignal(e) von dem Detektor und/oder Sensor leitungsgebunden mittels eines in oder an der Blaslanze angeordneten Kabels oder draht-

los mittels eines mit dem Detektor und/oder Sensor verbundenen und in der Blaslanze angeordneten Funkmoduls der Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit zugeführt wird/werden.

5 **[0035]** Hierbei ist es in vorteilhafter Weise zudem möglich, dass der oder die Detektor(en) oder Sensor(en) mittels eines in der Blaslanze angeordneten Energie-Harvesting-Moduls mit elektrischer Energie versorgt wird/werden.

10 **[0036]** Das Messsystem zeichnet sich in vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung schließlich noch dadurch aus, dass der oder die Detektor(en) oder Sensor(en) leitungsgebunden mittels eines in oder an der Blaslanze angeordneten Kabels oder drahtlos mittels eines in der Blaslanze angeordneten Funkmoduls mit der Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit verbunden ist/sind, wobei insbesondere der oder die drahtlos mit der Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit verbundene(n) Detektor(en) oder Sensor(en) vorzugsweise mit einem in der Blaslanze angeordneten Energie-Harvesting-Modul verbunden ist/sind.

15 **[0037]** Die vorstehend aufgeführten Detektoren und/oder Sensoren können somit mit einer drahtlosen Informations- und/oder Energieübertragung ausgestattet innerhalb der Blaslanze angeordnet sein. Dadurch wird der Aufwand bei einer Neuinstallation der Sensoren und/oder Detektoren geringer als bei leitungs- oder kabelgebundenen Sensoren oder Detektoren. Von Vorteil ist dieser geringere Aufwand bei der Neuinstallation insbesondere dann, wenn die Blaslanze oberhalb der Sensoren, beispielsweise aufgrund von an der Blaslanze vorhandenen Verbärungen, zertrennt werden und ein neues Lanzenteil angeschweißt werden muss. Die in diesem Sinne drahtlos ausgebildeten Sensoren können zur Vermeidung des Wechsels der Energiequelle mit einer Energie-Harvesting-Energiequelle bzw. einem Energie-Harvesting-Modul ausgestattet sein. In der Lanze kann als Energiequelle beispielsweise ein Generator dienen, der seine Energie aus der Gasströmung oder der Schwingung der Lanze schöpft. Im Falle einer Schwingungsmessung kann die Energie beim Einsatz eines Energie-Harvesting-Moduls beispielsweise aus der sich aus den Schwingungen der Blaslanze ergebenden Energie bezogen werden.

20 **[0038]** Bei der Verwendung mehrerer gezielt ausgerichtet angeordneter optischer Sensoren oder Detektoren oder einer damit ausgestatteten Kamera lässt sich neben dem Zündzeitpunkt auch bei üblicherweise verwendeten Mehrlochblaslanzen der Ort des Zündens ermitteln. Da ein Blaslanzenkopf üblicherweise mehrere Überschalldüsen enthält, kann jeder Überschalldüse ein entsprechender Lichtsensor oder -detektor zugeordnet werden. Auf diese Weise besteht die Möglichkeit einer differenzierten Erkennung des Zündens der Sauerstoffstrahlen.

25 **[0039]** Mit Hilfe der Auswerte- und/oder Steuereinheit lassen sich die durch die Sensoren und/oder Detektoren detektierten oder gemessenen oder ermittelten Messsi-

gnale oder daraus abgeleitete Informationen auswerten und für die Steuerung des Prozesses und das Betreiben der zugrunde liegenden Modell nutzen.

[0040] Die Erfindung ist nachstehend anhand an einer Zeichnung beispielhaft näher erläutert. Diese zeigt in

- Fig. 1 in schematischer Schnittdarstellung eine Blaslanze mit zugeordnetem metallurgischem Gefäß und Gasversorgung,
- Fig. 2 in schematischer Darstellung den Bereich eines Lanzenkopfes mit darin angeordnetem leitungsgebundenem Sensor,
- Fig. 3 in schematischer Darstellung den Bereich eines Lanzenkopfes mit darin angeordnetem Drahtlos-Sensor und in
- Fig. 4 in schematischer Darstellung eine Sensorik zur Erkennung des Zündortes.

[0041] Die Fig. 1 zeigt eine von oben in ein als Konverter ausgebildetes metallurgisches Gefäß 1 eingeführte Blaslanze 2, insbesondere Sauerstoffblaslanze, die bei ihrem Betrieb in der in Fig. 1 dargestellten Arbeitsposition Gas auf eine in dem metallurgischen Gefäß 1 befindliche Metallschmelze 3 ausbläst. An dem bei der Darstellung in Fig. 1 unteren Ende der Blaslanze 2 ist ein die Blaslanzenspitze bildender, auswechselbarer Lanzenkopf 4 angeordnet. Innerhalb des Lanzenkopfes 4 sind mehrere Überschalldüsen ausgebildet, was durch die vom Lanzenkopf 4 ausgehenden Striche angedeutet ist.

[0042] Über eine Rohrleitungen oder Schläuche umfassende Zuführleitung 5 ist die Blaslanze 2 mit einer Gaszuführstation 6 verbunden, die eine Ventilstation 7 umfasst, mittels welcher der Zuführleitung 5 aus dem Lanzenkopf 4 auszublasendes Gas 8 regelbar zuführbar ist. Bei dem Gas 8 handelt es sich im Ausführungsbeispiel um ein bei Sauerstoff(auf)blasverfahren verwendetes Gas, d.h. Sauerstoff oder ein sauerstoffhaltiges Gasgemisch, beispielsweise ein Argon-Sauerstoff-Gas. Es ist aber auch möglich Stickstoff oder eine stickstoffhaltige Gasmischung der Zuführleitung 5 zuzuführen. Bei in die Zuführleitung 5 einströmendem Gas 8 lässt sich an der Ventilstation 7 ein Druck p_{vs} als Vordruck einstellen und einregeln. Für die Verfahrens- und Prozesssteuerung beim Betrieb der Blaslanze 2 wird der Druck p_{vs} kontinuierlich gemessen.

[0043] Im metallurgischen Gefäß 1 oder Konverter herrscht beim Betrieb der Blaslanze 2 ein statischer (Gegen)Druck p_A . Die einzelnen Überschalldüsen oder Laval-Düsen des Lanzenkopfes 4 sind auf einen idealen Betriebspunkt (Design Point) ausgelegt, bei welchem der Auslegungsdruck p_0 und die Auslegungstemperatur T_0 am Eingang einer jeden Überschalldüse herrschen. Beim Betrieb der Blaslanze 2 wird am Lanzenkopf 4 nun am Eingang jeder Überschalldüse oder Laval-Düse kontinuierlich der jeweils aktuell herrschende Eintrittsdruck p_{0t} und die jeweils herrschende Eintrittstemperatur T_{0t} durch Detektion ermittelt und/oder gemessen. Da der

Druckverlust Δp_{verl} von der Ventilstation zu dem Eingangsbereich einer jeden Überschalldüse durch die Beziehung $\Delta p_{verl} = p_{vs} - p_{0t}$ bestimmt ist, ist es möglich, eine online-Berechnung des Druckverlustes Δp_{verl} und damit eine Kontrolle der Abweichung des Eintrittsdrucks p_{0t} sowie der Eintrittstemperatur T_{0t} des der einzelnen Überschalldüse zugeführten Sauerstoffes von den Auslegungsgrößen p_0 und T_0 während des Blasprozesses durchzuführen. Auf diese Weise kann der Vordruck p_{vs} an der Ventilstation 7 so eingestellt werden, dass der korrekte Auslegungsdruck p_0 als Eintrittsdruck p_{0t} am Eingang der jeweiligen Überschalldüse oder Laval-Düse vorliegt.

[0044] Die Erfassung des Eintrittsdrucks p_{0t} und der Eintrittstemperatur T_{0t} erfolgt mittels mindestens eines Detektors oder Sensors 9a, 9b, der derart im Lanzenkopf 4 angeordnet ist, dass er den Eintrittsdruck p_{0t} und/oder die Eintrittstemperatur T_{0t} des auszublasenden Gases 8 am Eingang aller oder mindestens einer ihm zugeordneten Überschalldüse(n) detektiert und/oder misst. Im dem Falle, dass ein Detektor oder Sensor 9a, 9b jeweils dem Eingang einer Überschalldüse zugeordnet ist, ist in dem Lanzenkopf 4 jeweils eine der Anzahl der Laval-Düsen oder Überschalldüsen entsprechende Anzahl an Detektoren und/oder Sensoren 9a, 9b angeordnet.

[0045] Schematisch ist die Anordnung des mindestens einen Sensors oder Detektors 9a, 9b in den Figuren 2 und 3 dargestellt. Die Figur 2 zeigt dabei einen mittels einer Halterung 10 im Lanzenkopf 4 angeordneten Detektor oder Sensor 9a, der über eine Leitung, insbesondere ein Kabel 11, mit einer nicht näher dargestellten Auswerte- und/oder Steuereinheit verbunden ist.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach der Figur 3 findet ein Detektor oder Sensor 9b Verwendung, der mit einem zugeordneten Funkmodul 12 verbunden ist, mit welchem die von dem Detektor oder Sensor 9b detektierten und/oder gemessenen Messsignale drahtlos, insbesondere per Funk, an die nicht dargestellte Auswerte- und/oder Steuereinheit übermittelt werden. Hierbei umfasst das Funkmodul 12 eine Energiequelle in Form einer Batterie oder eines Energie-Harvesting-Moduls.

[0046] Die mittels des mindestens einen Detektors oder Sensors 9a, 9b erhaltenen Messsignale werden an die nicht näher dargestellte angeschlossene Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit online kontinuierlich während des Betriebes der Blaslanze 4 im Blasprozess übermittelt und dort zur Steuerung des Betriebes der Blaslanze 2 bereitgestellt und dann auch zur Steuerung des Blasverfahrens verwendet.

[0047] Bei dem mindestens einen Detektor oder Sensor 9a, 9b handelt es sich um einen Drucksensor zur Ermittlung des Eintrittsdruckes p_{0t} . Es können aber durchaus mehrere oder Multifunktions-Detektoren oder Sensoren 9a, 9b vorhanden und in dem Lanzenkopf 4 angeordnet sein, die aus der Gruppe der Drucksensoren, Temperatursensoren, Schwingungssensoren und/oder Lichtsensoren ausgewählt sind.

[0048] Im Lanzenkopf 4 angeordnete Schwingungs-

sensoren detektieren und/oder messen die Schwingungsamplitude A und/oder die Schwingungsfrequenz ω der Blaslanze 2.

[0049] Als Lichtsensoren ausgebildete Detektoren oder Sensoren 9a, 9b erfassen beim Zünden von Sauerstoffstrahlen beim Sauerstoffblasen hervorgerufene optische Emissionen. Bei den Lichtsensoren kann es sich um CCD-Sensoren, CMOS-Sensoren, Fotodioden, Fotodetektoren sowie mit diesen Sensoren oder Detektoren ausgestattete Kameras handeln. Mit diesen wird die beim Zünden eines Sauerstoffstrahls auftretende Strahlung oder optische Emission im Lanzenkopf 4 erfasst oder die beim Zünden eines Sauerstoffstrahls auftretende Änderung der Strahlungsintensität oder optischen Emissionen im Lanzenkopf 4 erfasst. Hierbei kann der in Form eines Lichtsensors ausgebildete jeweilige Detektor oder Sensor 9a, 9b auch so ausgestattet und ausgerichtet sein, dass er, wie dies in Fig. 4 schematisch dargestellt ist, den Ortspunkt der Zündung oder den Zündort 13 detektiert oder erkennt. Bei der Verwendung mindestens eines, vorzugsweise aber mehrerer gerichteter optischer Sensoren 9a, 9b oder der Verwendung einer Kamera als optischer Sensorik lässt sich neben dem Zündzeitpunkt auch bei üblicherweise verwendeten Mehrlochblaslanzen der Zündort 13 ermitteln. Hierbei wird der Effekt ausgenutzt, dass bei Auftreffen eines aus dem Lanzenkopf 4 austretenden Sauerstoffstrahles 8b auf die im metallurgischen Gefäß 1 befindliche Metallschmelze 3 bei Zündung des Sauerstoffstrahles 8b am Zündort 13 ein Brennfleck entsteht, wohingegen beim Auftreffen eines Sauerstoffstrahles 8a auf im Metallschmelzbad 3 vorhandenen Schrott 14 kein Brennfleck entsteht. Der Auftreffpunkt des Sauerstoffstrahles 8b zeigt somit eine andere Strahlungsintensität und damit optische Emission als der Auftreffpunkt des Sauerstoffstrahles 8a. Dies kann genutzt werden, um Brennflecke und damit den Zündort 13 zu detektieren.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer ein Gas (8) ausblasenden Blaslanze (2), insbesondere Sauerstoffblaslanze, in einem metallurgischen Gefäß (1), wobei der vorzugsweise auswechselbare Lanzenkopf (4) der Blaslanze (2) mindestens eine Überschalldüse aufweist,
dadurch gekennzeichnet, dass mittels mindestens eines im Lanzenkopf (4) im Bereich der Überschalldüse angeordneten Detektors oder Sensors (9a, 9b) während des Betriebs der Blaslanze (2), insbesondere während eines Blasprozesses, vorzugsweise Sauerstoffblasprozesses, insbesondere kontinuierlich, im Lanzenkopf (4) der Eintrittsdruck (p_{0t}) und/oder die Eintrittstemperatur (T_{0t}) des Gases (8) an der mindestens einen Überschalldüse und/oder die Schwingungsamplitude (A) und/oder die Schwingungsfrequenz (ω) der Blaslan-

ze (2)

und/oder der Zündzeitpunkt der Zündung beim Sauerstoffblasverfahren und/oder der Ortspunkt der Zündung beim Sauerstoffblasverfahren detektiert und/oder gemessen wird/werden und das oder die dabei erhaltene(n) Messsignal(e) während des Betriebes der Blaslanze (2) einer an den mindestens einen Detektor oder Sensor (9a, 9b) angeschlossenen Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit vorzugsweise online zugeführt und zur Steuerung des Betriebes der Blaslanze (2) bereitgestellt wird/werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels mindestens eines im Lanzenkopf (4) im Bereich der mindestens einen Überschalldüse angeordneten Drucksensors (9a, 9b) während des Betriebs der Blaslanze (2), insbesondere während eines Blasprozesses, vorzugsweise Sauerstoffblasprozesses, insbesondere kontinuierlich, im Lanzenkopf (4) der Eintrittsdruck (p_{0t}) des Gases (8) am Eingang der mindestens einen Überschalldüse () detektiert und/oder gemessen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels mindestens eines im Lanzenkopf (4) im Bereich der mindestens einen Überschalldüse angeordneten Temperatursensors (9a, 9b) während des Betriebs der Blaslanze (2), insbesondere während eines Blasprozesses, vorzugsweise Sauerstoffblasprozesses, insbesondere kontinuierlich, im Lanzenkopf (4) die Eintrittstemperatur (T_{0t}) des Gases (8) am Eingang der mindestens einen Überschalldüse detektiert und/oder gemessen wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** gleichzeitig, insbesondere kontinuierlich, der Zufuhrdruck (p_{vs}) des Gases (8) an einer beabstandet zu der mindestens einen Überschalldüse angeordneten Gaszuführstation (6) detektiert und/oder gemessen wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels mindestens eines im Lanzenkopf (4) im Bereich der mindestens einen Überschalldüse angeordneten Schwingungssensors (9a, 9b) während des Betriebs der Blaslanze (2), insbesondere während eines Blasprozesses, vorzugsweise Sauerstoffblasprozesses, insbesondere kontinuierlich, im Lanzenkopf die Schwingungsamplitude (A) und/oder die Schwingungsfrequenz (ω) der Blaslanze (2) detektiert und/oder gemessen wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels mindestens eines im Lanzenkopf (4) im Bereich der min-

- destens einen Überschalldüse angeordneten Lichtsensors (9a, 9b), insbesondere CCD- oder CMOS-Sensors, während des Betriebs der Blaslanze (2), insbesondere während eines Blasprozesses, vorzugsweise Sauerstoffblasprozesses, im Lanzenkopf (4) die bei einem Zünden der Sauerstoffstrahlen (8a, 8b) auftretende(n) optische(n) Emission(en) detektiert wird/werden.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels mindestens eines im Lanzenkopf (4) im Bereich der mindestens einen Überschalldüse angeordneten und optisch durch eine Mündungsöffnung der Blaslanze hindurchgehend ausgerichteten Lichtsensors (9a, 9b), insbesondere CCD- oder CMOS-Sensors, oder mindestens einer damit ausgestatteten Kamera während des Betriebs der Blaslanze (2), insbesondere während eines Blasprozesses, vorzugsweise Sauerstoffblasprozesses, im Lanzenkopf (4) außerhalb der Blaslanze (2) auftretende optische Emissionen detektiert werden.
 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einer mehrere Überschalldüsen aufweisenden Mehrlochlanze jeder Überschalldüse jeweils mindestens ein Detektor oder Sensor (9a, 9b) zugeordnet wird.
 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Blaslanze (2) ein oder mehrere Detektor(en) oder Sensor(en) (9a, 9b) aus der Gruppe der Drucksensoren, Temperatursensoren, Schwingungssensoren und/oder Lichtsensoren zugeordnet wird/werden.
 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das oder die erhaltene(n) Messsignal(e) von dem Detektor oder Sensor (9a, 9b) leitungsgebunden mittels eines in oder an der Blaslanze angeordneten Kabels (11) oder drahtlos mittels eines mit dem Detektor und/oder Sensor (9a, 9b) verbundenen und in der Blaslanze (2) angeordneten Funkmoduls (12) der Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit zugeführt wird/werden.
 11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der oder die Detektor(en) oder Sensor(en) (9a, 9b) mittels eines in der Blaslanze (2) angeordneten Energie-Harvesting-Moduls mit elektrischer Energie versorgt wird/werden.
 12. Messsystem zur Ermittlung beim Betrieb einer Gas (8) ausblasenden Blaslanze (2), insbesondere Sauerstoffblaslanze, in einem metallurgischen Gefäß (1) zur Verfahrenssteuerung verwendeter Messsignale, wobei das Messsystem eine Blaslanze (2), vorzugsweise Sauerstoffblaslanze, mit einem mindestens eine Überschalldüse aufweisenden, vorzugsweise auswechselbaren, Lanzenkopf (4) und eine die Messsignale erhaltende und verarbeitende Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Lanzenkopf (4) im Bereich der mindestens einen Überschalldüse mindestens ein Detektor oder Sensor (9a, 9b) angeordnet ist, der leitungsmäßig mit der Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit in Verbindung steht und der während des Betriebs der Blaslanze (2), insbesondere während eines Blasprozesses, vorzugsweise Sauerstoffblasprozesses, insbesondere kontinuierlich, im Lanzenkopf (4) den Eintrittsdruck (p_{0l}) und/oder die Eintrittstemperatur (T_{0l}) des Gases (8) an der mindestens einen Überschalldüse und/oder die Schwingungsamplitude (A) und/oder die Schwingungsfrequenz (ω) der Blaslanze (2) und/oder den Zündzeitpunkt der Zündung beim Sauerstoffblasverfahren und/oder den Ortspunkt der Zündung beim Sauerstoffblasverfahren detektiert und/oder misst und das oder die dabei erhaltene(n) Messsignal(e) während des Betriebes der Blaslanze (2) der an den mindestens einen Detektor oder Sensor (9a, 9b) angeschlossenen Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit vorzugsweise online zuführt und zur Steuerung des Betriebes der Blaslanze (2) bereitstellt.
 13. Messsystem nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Lanzenkopf (4) im Bereich der mindestens einen Überschalldüse mindestens ein Drucksensor (9a, 9b) angeordnet ist, der leitungsmäßig mit der Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit in Verbindung steht und der während des Betriebs der Blaslanze (2), insbesondere während eines Blasprozesses, vorzugsweise Sauerstoffblasprozesses, insbesondere kontinuierlich, im Lanzenkopf (4) den Eintrittsdruck (p_{0l}) des Gases (8) am Eingang der mindestens einen Überschalldüse detektiert und/oder misst und das oder die dabei erhaltene(n) Messsignal(e) während des Betriebes der Blaslanze (2) der an den mindestens einen Drucksensor (9a, 9b) angeschlossenen Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit vorzugsweise online zuführt und zur Steuerung des Betriebes der Blaslanze (2) bereitstellt.
 14. Messsystem nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Lanzenkopf (4) im Bereich der mindestens einen Überschalldüse mindestens ein Temperatursensor (9a, 9b) angeordnet ist, der leitungsmäßig mit der Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit in Verbindung steht und der während des Betriebs der Blaslanze (2), insbesondere während eines Blasprozesses, vorzugsweise Sau-

erstoffblasprozesses, insbesondere kontinuierlich, im Lanzenkopf (4) die Eintrittstemperatur (T_{0t}) des Gases (8) am Eingang der mindestens einen Überschalldüse detektiert und/oder misst und das oder die dabei erhaltene(n) Messsignal(e) während des Betriebes der Blaslanze (2) der an den mindestens einen Temperatursensor (9a, 9b) angeschlossenen Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit vorzugsweise online zuführt und zur Steuerung des Betriebes der Blaslanze (2) bereitstellt.

15. Messsystem nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Lanzenkopf (4) im Bereich der mindestens einen Überschalldüse mindestens ein Schwingungssensor (9a, 9b) angeordnet ist, der leitungsmäßig mit der Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit in Verbindung steht und der während des Betriebs der Blaslanze (2), insbesondere während eines Blasprozesses, vorzugsweise Sauerstoffblasprozesses, insbesondere kontinuierlich, im Lanzenkopf (4) die Schwingungsamplitude (A) und/oder die Schwingungsfrequenz (ω) der Blaslanze (2) detektiert und/oder misst und das oder die dabei erhaltene(n) Messsignal(e) während des Betriebes der Blaslanze (2) der an den mindestens einen Schwingungssensor (9a, 9b) angeschlossenen Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit vorzugsweise online zuführt und zur Steuerung des Betriebes der Blaslanze (2) bereitstellt.

16. Messsystem nach einem der Ansprüche 12 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Lanzenkopf (4) im Bereich der mindestens einen Überschalldüse mindestens ein Lichtsensor (9a, 9b), insbesondere ein CCD- oder CMOS-Sensor, oder mindestens eine damit ausgestattete Kamera angeordnet ist, der/die leitungsmäßig mit der Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit in Verbindung steht und der während des Betriebs der Blaslanze (2), insbesondere während eines Blasprozesses, vorzugsweise Sauerstoffblasprozesses, im Lanzenkopf (4) die bei einem Zünden der Sauerstoffstrahlen (8a, 8b) auftretende(n) optische(n) Emission(en) detektiert und/oder misst und das oder die dabei erhaltene(n) Messsignal(e) während des Betriebes der Blaslanze (2) der an den mindestens einen Lichtsensor (9a, 9b), insbesondere CCD- oder CMOS-Sensor oder die mindestens eine Kamera, angeschlossenen Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit vorzugsweise online zuführt und zur Steuerung des Betriebes der Blaslanze (2) bereitstellt.

17. Messsystem nach einem der Ansprüche 12 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Lanzenkopf (4) im Bereich der mindestens einen Überschalldüse mindestens ein Lichtsensor (9a, 9b), insbesondere ein CCD- oder CMOS-Sensor, oder mindestens eine

damit ausgestattete Kamera angeordnet ist, der/die optisch durch eine Mündungsöffnung der Blaslanze (2) hindurchgehend ausgerichtet ist und der/die leitungsmäßig mit der Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit in Verbindung steht und der/die während des Betriebs der Blaslanze (2), insbesondere während eines Blasprozesses, vorzugsweise Sauerstoffblasprozesses, im Lanzenkopf (4) außerhalb der Blaslanze (2) auftretende optische Emissionen detektiert und/oder misst und das oder die dabei erhaltene(n) Messsignal(e) während des Betriebes der Blaslanze (2) der an den mindestens einen Lichtsensor (9a, 9b) oder die mindestens eine Kamera angeschlossenen Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit vorzugsweise online zuführt und zur Steuerung des Betriebes der Blaslanze (2) bereitstellt.

18. Messsystem nach einem der Ansprüche 12 - 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Blaslanze (2) als mehrere Überschalldüsen aufweisende Mehrlochlanze ausgebildet ist, wobei jeder der Überschalldüsen jeweils mindestens ein Detektor oder Sensor (9a, 9b) zugeordnet ist.

19. Messsystem nach einem der Ansprüche 12 - 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Blaslanze (2) einen oder mehrere Detektor(en) oder Sensor(en) (9a, 9b) aus der Gruppe der Drucksensoren, Temperatursensoren, Schwingungssensoren und/oder Lichtsensoren aufweist.

20. Messsystem nach einem der Ansprüche 12 - 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** der oder die Detektor(en) oder Sensor(en) (9a, 9b) leitungsgebunden mittels eines in oder an der Blaslanze (2) angeordneten Kabels (11) oder drahtlos mittels eines in der Blaslanze angeordneten Funkmoduls (12) mit der Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit verbunden ist/sind, wobei insbesondere der oder die drahtlos mit der Auswerte- und/oder Prozesssteuereinheit verbundene(n) Detektor(en) oder Sensor(en) (9a, 9b) vorzugsweise mit einem in der Blaslanze (2) angeordneten Energie-Harvesting-Modul verbunden ist/sind.

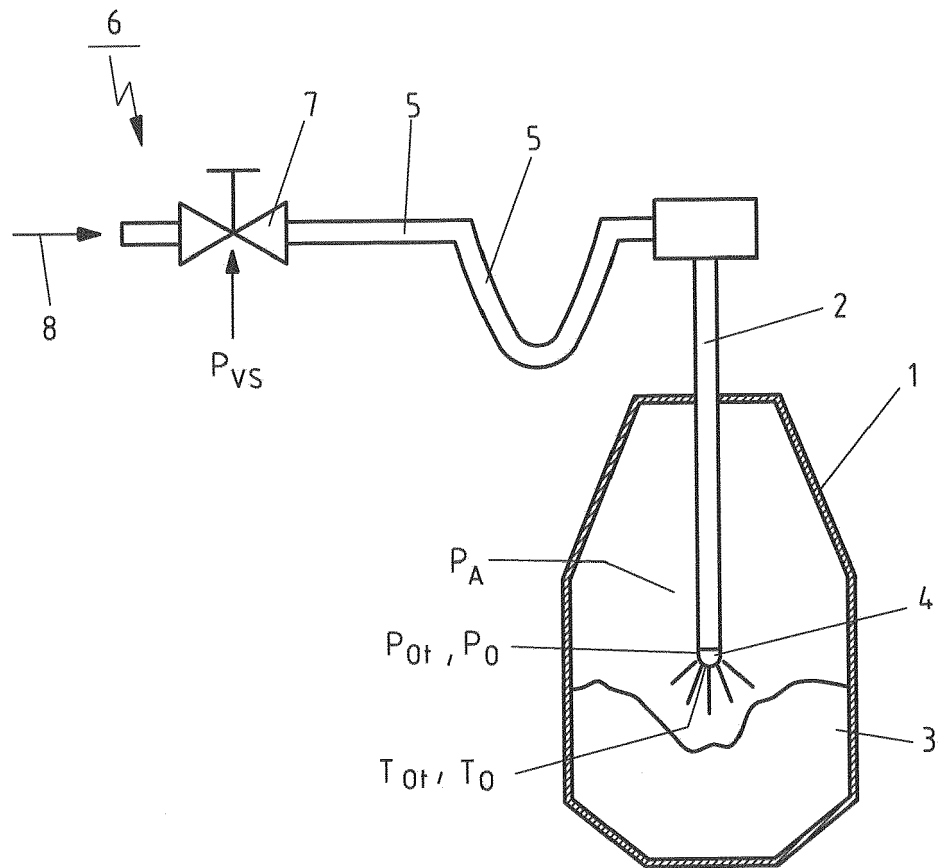


FIG.1

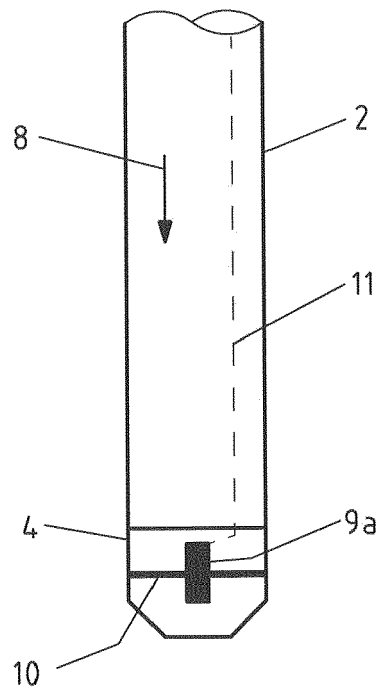


FIG. 2

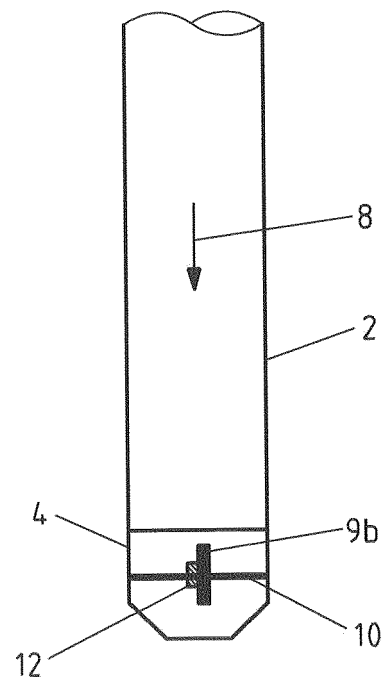


FIG. 3

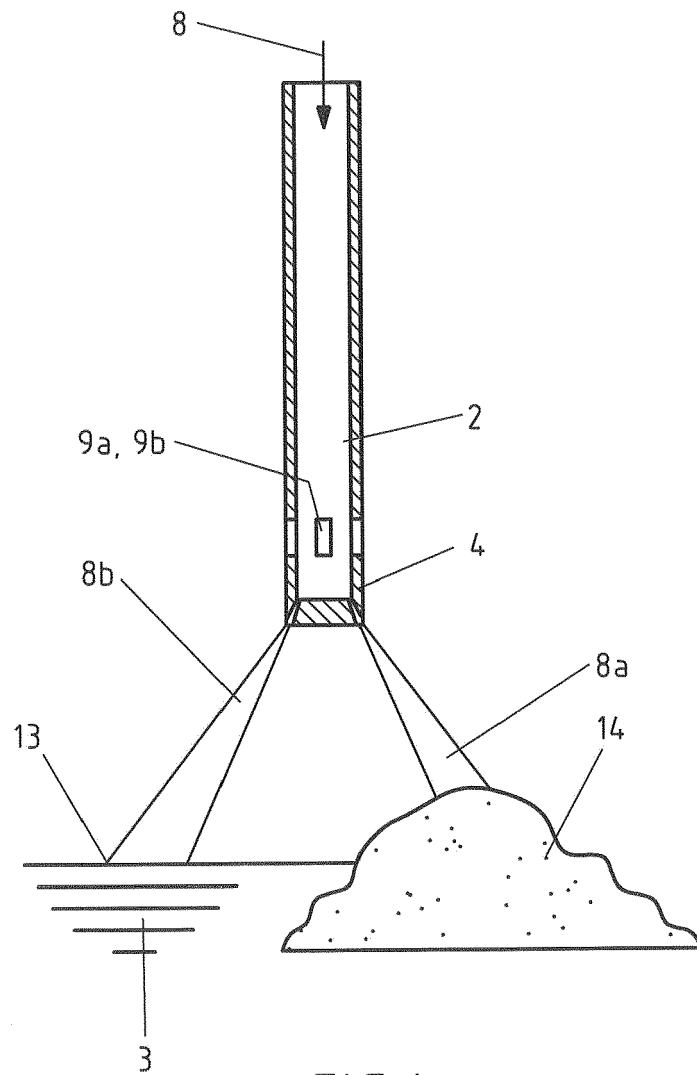


FIG. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 14 15 2053

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	WO 2011/120937 A2 (SMS SIEMAG AG [DE]; ODENTHAL HANS-JUERGEN [DE]; SCHLUETER JOCHEN [DE];) 6. Oktober 2011 (2011-10-06)	1,2,4,8, 10-14, 18,20	INV. C21C5/32 C21C5/46 F27D19/00
Y	* Zusammenfassung * * Ref. 14; Abbildung 3 * * Ansprüche 1,9 *	9,19	ADD. F27D3/16 F27D21/00
X	DE 199 48 187 A1 (THYSENKRUPP STAHL AG [DE]) 9. August 2001 (2001-08-09)	1,3,4, 10-12, 14,18,20	
Y	* Zusammenfassung * * Ref. 21; Abbildung 2 *	9,19	
X	EP 1 054 069 A2 (KAWASAKI STEEL CO [JP] JFE STEEL CORP [JP]) 22. November 2000 (2000-11-22)	1,4,6,7, 10-12, 16-18,20	
Y	* Zusammenfassung * * Ref 9; Abbildung 7 *	9,19	
X,P	WO 2013/072170 A2 (SMS SIEMAG AG [DE]; UEBBER NORBERT [DE]; ODENTHAL HANS-JUERGEN [DE]) 23. Mai 2013 (2013-05-23)	1,5,12, 15	C21C F27D
	* Zusammenfassung * * Ref. 5; Abbildung 2 *		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 9. Mai 2014	Prüfer Gimeno-Fabra, Lluís
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 14 15 2053

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten
 Patendokumente 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.

09-05-2014

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2011120937 A2	06-10-2011	CA 2794247 A1	06-10-2011
		CN 102884207 A	16-01-2013
		DE 102010047969 A1	06-10-2011
		EP 2553126 A2	06-02-2013
		KR 20120137497 A	21-12-2012
		US 2013106034 A1	02-05-2013
		WO 2011120937 A2	06-10-2011

DE 19948187 A1	09-08-2001	AT 294244 T	15-05-2005
		AU 1078501 A	22-04-2002
		CA 2388397 A1	18-04-2002
		DE 19948187 A1	10-05-2001
		EP 1315841 A1	04-06-2003
		WO 0231212 A1	18-04-2002

EP 1054069 A2	22-11-2000	CA 2308744 A1	21-11-2000
		CN 1274759 A	29-11-2000
		DE 60008959 D1	22-04-2004
		DE 60008959 T2	12-08-2004
		EP 1054069 A2	22-11-2000
		ES 2216760 T3	01-11-2004
		JP 3666301 B2	29-06-2005
		JP 2000328134 A	28-11-2000
		TW 517091 B	11-01-2003
		US 6355205 B1	12-03-2002

WO 2013072170 A2	23-05-2013	DE 102011086324 A1	16-05-2013
		WO 2013072170 A2	23-05-2013

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 2012136698 A1 [0008]
- WO 2011151143 A2 [0010]