

(19)



(11)

**EP 4 361 545 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**01.05.2024 Patentblatt 2024/18**

(21) Anmeldenummer: **22203692.3**

(22) Anmeldetag: **25.10.2022**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**F27B 3/08** (2006.01) **F27B 7/00** (2006.01)  
**F27B 7/24** (2006.01) **F27B 19/02** (2006.01)  
**F27D 11/08** (2006.01) **F27D 17/00** (2006.01)  
**F27D 99/00** (2010.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**F27B 3/085; F27B 7/00; F27B 7/24; F27B 19/02;**  
**F27D 11/08; F27D 17/008; F27D 99/0073**

(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 ME MK MT NL  
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

**BA**

Benannte Validierungsstaaten:

**KH MA MD TN**

(71) Anmelder:

- **ThyssenKrupp Steel Europe AG**  
**47166 Duisburg (DE)**
- **TS Group GmbH**  
**52070 Aachen (DE)**

(72) Erfinder:

- **HIRSCH, Alexandra**  
**45478 Mülheim an der Ruhr (DE)**
- **JÄGER, Nils**  
**45133 Essen (DE)**
- **SCHUBERT, Daniel**  
**47057 Duisberg (DE)**
- **WEINBERG, Matthias**  
**47809 Krefeld (DE)**
- **KOEHNE, Stephan**  
**52062 Aachen (DE)**

(74) Vertreter: **Zenz Patentanwälte Partnerschaft mbB**  
**Gutenbergstraße 39**  
**45128 Essen (DE)**

(54) **ANLAGENVERBUND UND VERFAHREN ZUM HERSTELLEN VON ROHEISEN**

(57) Die Erfindung betrifft einen Anlagenverbund (100). Der Anlagenverbund weist auf:  
 - einen Drehrohrofen (1) mit einem Einlaufabschnitt (2), einem Auslaufabschnitt (3) und einem Drehrohr (4),  
 - ein Schmelzaggregat (102),  
 - ein Gasrückführungs- und aufbereitungssystem (106) mit Aufbereitungsaggregaten (107, 108, 109, 110, 111, 112).

Zwischen einem Übergangsbereich (7) und einem

Übergangsbereich (9) ist der Drehrohrofen mit einer gasdichten Dichtung versehen. Nach einer Zufuhr (101) werden Fe-Träger in Richtung des Pfeils (PR) transportiert und reduziert und sodann dem Pfeil (103) folgend als erzeugtes Roheisen in das Schmelzaggregat (102) geleitet. Das Prozessgas wird in Richtung der Pfeile (PG, 104, 113) zu einer Kopplungsstelle (105) geleitet.

Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren.

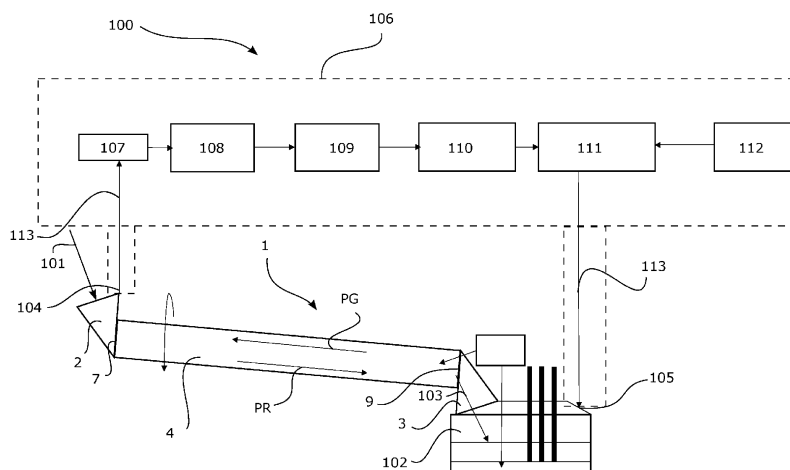


Fig. 1

**EP 4 361 545 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung ist auf einen Anlagenverbund gerichtet. Ein weiterer Aspekt der Erfindung ist ein Verfahren zum Herstellen von Roheisen.

**[0002]** Im Zuge der Bestrebungen, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß bei der Herstellung von Stahl zu reduzieren, liegt ein hohes Augenmerk auf der zunehmenden Nutzung der an sich seit langem bekannten Elektrostahlroute als Ersatz für die Hochofen-Konverter-Route. Bei der Elektrostahlroute wird ein mittels Direktreduktion genannter direkt reduzierter Eisenträger, auch als Eisenschwamm bezeichnet, in einem Lichtbogenschmelzofen (electric arc furnace, kurz: EAF) aufgeschmolzen, wie es beispielsweise in der WO 2004/108971 A1 beschrieben wird. Die Direktreduktion ist deswegen besonders perspektivreich für CO<sub>2</sub>-arme oder CO<sub>2</sub>-freie Stahlherstellung, weil die Direktreduktion mit H<sub>2</sub> als Reduktionsgas durchführbar ist und H<sub>2</sub> mittels Elektrolyse mit regenerativer Energie erzeugt werden kann. Anders, als bei der Hochofen-Konverter-Route, die seit vielen Jahrzehnten überwiegend eingesetzt wird und entsprechend optimiert werden konnte, ist bei den einzelnen Schritten bei und im Vorfeld der Elektrostahlroute noch in höherem Maße der Bedarf vorhanden, Verbesserungen vorzunehmen.

**[0003]** Vor diesem Hintergrund ist es Aufgabe der Erfindung, Voraussetzungen bereitzustellen, auf der Elektrostahlroute basierende Stahlherstellung mit verbesserter Ausnutzung der eingesetzten Stoffe zu erreichen.

**[0004]** Die Aufgabe wird gelöst mit einem Anlagenverbund mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 15.

**[0005]** Es ist ein Anlagenverbund zur Herstellung von Roheisen vorgesehen.

**[0006]** Dieser Anlagenverbund weist insbesondere auf:

- einen Drehrohrofen,
- ein Schmelzaggregat,
- ein Gasrückführungs- und aufbereitungssystem.

**[0007]** Der Drehrohrofen weist einen Einlaufabschnitt und einen Auslaufabschnitt auf. Zwischen dem Einlaufabschnitt und dem Auslaufabschnitt ist ein Drehrohr angeordnet. Das Drehrohr ist gegenüber dem Einlaufabschnitt und dem Auslaufabschnitt rotierbar gelagert. Damit ist eine Definition eines Drehrohrofens in allgemeiner Weise und in der im Rahmen dieser Beschreibung ausreichend erschöpfenden Definiertheit gegeben.

**[0008]** Ein Drehrohrofen ist seit langem in vielen Anwendungsgebieten bekannt. In vielen Fällen ist der Einlaufabschnitt als Einlaufgehäuse ausgebildet und/oder ist der Auslaufabschnitt als Auslaufgehäuse ausgebildet. Prinzipiell kann der Einlaufabschnitt aber auch in einfacherer Gestalt vorliegen. Der Einlaufabschnitt dient in der Regel dem Zweck, in dem Drehrohrofen zu behandelndes Material dem Drehrohr zuzuführen und in dieses einzuführen; analog dient der Auslaufabschnitt in der Re-

gel dem Zweck, Material auszugeben. In einigen Ausführungen können Einlaufabschnitt und Auslaufabschnitt auch zur Lagerung des gegenüber dem Einlaufabschnitt und Auslaufabschnitt rotierbar gelagerten Drehrohrs beitragen oder die Lagerung des gegenüber dem Einlaufabschnitt und Auslaufabschnitt rotierbar gelagerten Drehrohrs nutzen. Das Drehrohr ist abschnittsweise oder entlang seiner gesamten Längserstreckung zylindrisch ausgebildet. Bevorzugt ist das Drehrohr kreiszylindrisch oder zumindest in jedem gelagerten Abschnitt des Drehrohrs kreiszylindrisch ausgebildet, besonders bevorzugt auch zwischen diesen und somit entlang seiner gesamten Erstreckung. Anfangsseitig und endseitig ist das Drehrohr beispielsweise auf Einlaufabschnitt und Auslaufabschnitt drehbar gelagert. Bevorzugt ist Einlaufabschnittseitig und Auslaufabschnittseitig jeweils ein Innenlager eines Wälzlagers am Drehrohr angeordnet, dessen jeweilig zugeordnetes Außenlager des Wälzlagers Bestandteil des Einlaufabschnitts beziehungsweise des Auslaufabschnitts ist. Besonders bevorzugt ist das Wälzlager ein Kugellager. Prinzipiell ist auch eine andere Art der Lagerung möglich, beispielsweise mit Gleitlagerung. Das Drehrohr weist außerdem häufig Kopplungsmittel zur Kopplung mit einem Antrieb auf, wobei der Antrieb selbst in der Definition in dieser Beschreibung nicht als Bestandteil des Drehrohrofens angesehen wird und das Vorhandensein von Kopplungsmitteln zur Kopplung des Drehrohrs mit dem Antrieb keine Relevanz für die Überlegungen der vorgestellten Entwicklung hat, so dass deren potentiell Vorhandensein zwar unterstellt wird, nicht aber als Bestandteil der Erfindung oder einer ihrer Weiterbildungen angesehen wird.

**[0009]** Der Drehrohrofen kann als direkt beheizter Drehrohrofen, als indirekt beheizter Drehrohrofen oder als Kombination aus direkt beheiztem und indirekt beheiztem Drehrohrofen ausgebildet sein. Bei indirekter Beheizung wird Wärme von außerhalb des Drehrohrs in das Innere des Drehrohrs, welches als Reaktionsraum dient, übertragen, wobei auch beispielsweise Strahlungswärme oder Induktionswärme in Betracht kommen. Eine Beheizung innerhalb des Ofens erfolgt beispielsweise durch einen oder mehrere Brenner. Auch Kombinationen von indirekter und direkter Beheizung sind möglich. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird davon ausgegangen, dass ein Heizmittel vorhanden ist oder mehrere Heizmittel vorhanden sind zur direkten oder indirekten Erwärmung der im Drehrohr vorhandenen Materialien. Da die Art und Weise der Erwärmung für die vorliegende Erfindung keine wesentliche Rolle spielt, wird auch das Heizmittel nicht als Bestandteil der Erfindung angesehen, allerdings wird gleichwohl als dem Fachmann bekannte Tatsache anerkannt, dass der Drehrohrofen bevorzugt mit wenigstens einem Heizmittel gekoppelt ist zur Erwärmung des in dem Reaktionsraum, das bedeutet: im Inneren des Drehrohrs, vorhandenen Materials, sei es auf direkte oder auf indirekte Weise.

**[0010]** In dem erfindungsgemäßen Anlagenverbund dient der Drehrohrofen der Erzeugung von Roheisen mit-

tels in dem Drehrohrofen erfolgreicher Reduktion von Fe-Trägern, insbesondere von Eisenerz, aber beispielsweise auch Fe-haltigen Stäuben und/oder Schlämmen. Die Reduktion in dem Drehrohrofen erzeugt unter Nutzung reduzierender Gase. Als reduzierendes Gas kann insbesondere Methan, beispielsweise als Bestandteil von Erdgas, oder Wasserstoff als H<sub>2</sub> oder eine Mischung aus beiden in Betracht kommen. Eine derartige Reduktion wird in der Regel als Direktreduktion bezeichnet.

**[0011]** Stromabwärts ist dem Drehrohrofen ein Schmelzaggregat des Anlagenverbunds nachgeordnet zum Aufschmelzen des in dem Drehrohrofen erzeugten Roheisens. Der Begriff "stromabwärts" bezieht sich dabei auf die Richtung des Ausgangsstoffs hin zum Zwischen- beziehungsweise Endprodukt, das heißt: es handelt sich um die Richtung, welche die in den Drehrohrofen zugegebenen Fe-Träger in Richtung des Vorliegens als Roheisen absolvieren. Nach der Direktreduktion liegt sogenannter Eisenschwamm vor, bei welchem es sich um einen Feststoff handelt. Um diesen Eisenschwamm in weiterverarbeitbares Roheisen zu überführen, wird es geschmolzen, zu welchem Zweck das Schmelzaggregat dient. Bevorzugt ist das Schmelzaggregat mit dem Drehrohrofen gekoppelt, besonders bevorzugt unmittelbar mit diesem verbunden.

**[0012]** Der Anlagenverbund weist ein Gasrückführungs- und aufbereitungssystem auf, das dem Führen von im Gegenstrom den Drehrohrofen durchgelaufenem Reaktionsgas durch ein Aufbereitungsaggregat des Gasrückführungs- und aufbereitungssystems dient. Das Reaktionsgas, das am Ende des Drehrohrofens, also beispielsweise im Auslaufabschnitt, dem Drehrohrofen zugeführt wird, durchströmt den Drehrohrofen, um Reduktionsprozesse herbeizuführen und das Eisenerz zu desoxidieren. Am Beginn des Drehrohrofens, also beispielsweise am Einlaufabschnitt, liegt ein Gas vor, das den Drehrohrofen bereits durchlaufen hatte, an Reduktionsprozessen teilgenommen hatte, mit Verunreinigungen angereichert wurde, und hiernach zur Aufbereitung in dem Gasrückführungs- und aufbereitungssystem vorgesehen ist. Das Gasrückführungs- und aufbereitungssystem dient dazu, das Reaktionsgas mit den im Drehrohrofen aufgenommenen Stoffen einer Aufbereitung zuzuführen, zu welchem Zweck das Gasrückführungs- und aufbereitungssystem im Wesentlichen als eine Rohrleitung oder ein Rohrleitungssystem ausgebildet ist, welche beziehungsweise welches das Gas im geschlossenen und möglichst gasdicht, beispielsweise mittels Flanschkopplung mit metallischem Dichtring, ausgeführten Kreislauf vom Beginn des Drehrohrofens, aus Sicht der Beförderungsrichtung der Fe-Träger betrachtet, zu dem Ende des Drehrohrofens zurückführt, und während des Zurückführens das Gas durch eine Anzahl von einem oder mehreren Aufbereitungsaggregaten führt, in denen die Aufbereitung des Gases durchgeführt wird.

**[0013]** Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass der Drehrohrofen als gasdichter Drehrohrofen ausgebildet ist. Es wird also ein Drehrohrofen verwendet, der im Ge-

gensatz zu herkömmlichen Drehrohröfen derart ausgestattet ist, dass das Innere des Drehrohrofens gegenüber dem Äußeren gasdicht abgeschlossen ist.

**[0014]** Den Einlaufabschnitt und den Auslaufabschnitt betreffend ist dies unproblematisch, beispielsweise kann der Einlaufabschnitt als Einlaufgehäuse ausgebildet sein, der eine beispielsweise mittels Blindflansch und gegebenenfalls metallischem Dichtring gasdicht verschließ- und wieder öffnbare Zugabeöffnung zur Zugabe von zu behandelndem Material, also beispielsweise Fe-Trägern, aufweist, und der nach einer Zugabe gasdicht geschlossen werden kann. Beispielsweise kann der Auslaufabschnitt als Auslaufgehäuse ausgebildet sein, der eine beispielsweise mittels Blindflansch und gegebenenfalls metallischem Dichtring gasdicht verschließ- und wieder öffnbare Entnahmeöffnung zur Entnahme von behandeltem Material, also beispielsweise Fe-Trägern aufweist, und der nach einer Entnahme gasdicht geschlossen werden kann. Alternativ kann der Auslaufabschnitt gasdicht mit einem anderen Aggregat des Anlagenverbunds gekoppelt sein, wofür nachstehend mit dem Schmelzaggregat ein Beispiel ausgeführt wird.

**[0015]** Die Nutzung eines gasdicht ausgebildeten Drehrohrofens in der für die Direktreduktion von Fe-Trägern erforderlichen Wirksamkeit ist bislang nicht bekannt, denn insbesondere an den Kopplungsstellen zwischen dem Drehrohr und den an das Drehrohr anschließenden stehenden Abschnitten des Drehrohrofens ist eine solche Ausführung anspruchsvoll. Die gasdichte Ausführung ist derart ausgeführt, dass in dem Drehrohrofen vorhandenes Gas, insbesondere Methan und/oder Wasserstoff als H<sub>2</sub> oder beides oder eines oder beide der vorgenannten aufweisende Mischungen nicht oder nicht in nennenswertem Ausmaß mit vom Äußeren an der Kopplungsstelle einströmender Umgebungsluft kontaminiert werden.

**[0016]** Durch die bislang nicht bekannte erfindungsgemäße Kombination von einem derartigen gasdichten Drehrohrofen mit einem Gasrückführungs- und aufbereitungssystem wird in Kombination mit dem Schmelzaggregat ein Anlagenverbund bereitgestellt, der in vorteilhafter Weise ein besonders hohes Ausnutzungsgrad ermöglicht.

**[0017]** Die beschriebenen Effekte entfalten ihre Vorteile in besonderer Weise dann, wenn vergleichsweise wertvolle, aber gleichzeitig leicht flüchtige Gase verwendet werden, wobei an oberster Stelle Wasserstoffe (in Form von H und insbesondere H<sub>2</sub>) zu nennen wären. Der erfindungsgemäße Anlagenverbund ist aufgrund der erfindungsgemäßen Einbindung eines gasdichten Drehrohrofens in vorteilhafter Weise geeignet, zur Herstellung von Eisenschwamm durch Direktreduktion genutzt zu werden, und hierbei insbesondere in der Direktreduktion von Eisenerz zu Eisenschwamm, besonders bevorzugt mit hohem Anteil einer Direktreduktion mit Wasserstoff oder gar mit der Direktreduktion ausschließlich mit Wasserstoff als molekulares H<sub>2</sub> als Reduktionsgas. Der regelmäßig beobachtete verbesserungsfähige Ausnut-

zungsgrad bei Nutzung von Gasen in Drehrohrofen-Prozessen wird durch die erfindungsgemäß vorgesehene gasdichte Ausführung des Drehrohrofens in weitem Maße verbessert, was aufgrund der vergleichsweise hohen Beschaffungskosten von H<sub>2</sub> in besonderem Maße zu Vorteilen bei der Herstellung von sogenanntem Grünen Stahl führt. Aus anderer Warte betrachtet wird somit ermöglicht, auch für die Direktreduktion von Eisenschwamm Drehrohrofen zu nutzen, ohne dass Nachteile einer geringen Gasausnutzung in Kauf genommen werden müssten. Im Ergebnis wird eine verbesserte Herstellung von Eisenschwamm mittels Direktreduktion ermöglicht, die sich aus der Ermöglichung der Nutzung des Drehrohrofens ergibt. Mit der ermöglichten Nutzung von Drehrohrofen im Direktreduktionsprozess, gegenüber beispielsweise einer Nutzung von Schachtofen, können die dem Drehrohrofenprozess inhärenten Vorteile genutzt werden, insbesondere die deutlich geringere Sensitivität der Verfahrenseffizienz auf die Permeabilität des in das Drehrohr zugegebenen und hiernach in diesem behandelten Möllers. Ein anderer Vorteil des Drehrohrofens gegenüber dem Schachtofen ist die Tatsache, dass aufgrund des Drehens des Ofens ein für ein effizientes Reduzieren vorteilhaftes Aufwirbeln des zu reduzierenden Guts verfahrensinhärent erfolgt, wodurch eine sehr effiziente Reduktionsreaktion möglich wird.

**[0018]** Bevorzugt ist vorgesehen, dass das Gasrückführungs- und aufbereitungssystem eines oder mehrere der nachfolgend genannten Aufbereitungsaggregate aufweist:

- Zinkfalle,
- Staubabscheider,
- Wasserabscheider,
- CO<sub>2</sub>-Abscheider,
- Reduktionsgaskonditionierer,
- Ersatzreaktionsgaszufuhr, bei der es sich beispielsweise um ein Reaktionsgasreservoir handelt, welches dem aufzubereitenden Gas zugeführt wird, um immer wieder den Anteil an Reaktionsgas auf einen gewünschten Anteil erhöhen zu können.

**[0019]** Beispielsweise werden alle der genannten Aufbereitungsaggregate als Bestandteil des Gasrückführungs- und aufbereitungssystems vorgesehen, bevorzugt genau in der genannten Reihenfolge.

**[0020]** Insbesondere ist bevorzugt, dass das Gasrückführungs- und aufbereitungssystem eine Rohranordnung aufweist, die gasdicht mit dem Einlaufabschnitt gekoppelt ist zur Aufnahme von im Gegenstrom den Drehrohrofen durchgelaufenem Reaktionsgas und/oder die gasdicht mit dem Endabschnitt des Anlagenverbunds gekoppelt ist zum Rückführen des aufbereiteten Gases für eine Rückführung in den Anlagenverbund hinein.

**[0021]** Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung ist die Rohranordnung, ebenfalls gasdicht, mit dem Schmelzaggregat des Endabschnitts gekoppelt. In dieser Ausgestaltung wird der Zweck erreicht, dass mit dem Rückfüh-

ren des aufbereiteten Gases aufgrund der Durchleitung durch das Schmelzaggregat hindurch ein Aufwärmen des aufbereiteten Gases erfolgt. Die in dem Schmelzaggregat vorhandene Wärmeenergie wird somit für ein Vorwärmen des Reaktionsgases genutzt, wodurch der Betrieb des Drehrohrofens selbst weniger energieintensiv wird.

**[0022]** Eine konkrete Umsetzung der gasdichten Ausbildung des Drehrohrofens setzt, wie vorstehend bereits ausgeführt, an der konstruktiven Ausgestaltung der Dichtungen zwischen Drehrohr und den an das Drehrohr anschließenden stehenden Abschnitten, nämlich dem Einlaufabschnitt und dem Auslaufabschnitt, an. Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass zur Dichtung des Inneren des Drehrohrofens gegenüber dem Äußeren in einem Übergangsbereich von dem Einlaufabschnitt zu dem Drehrohr eine erste Dichtanordnung angeordnet ist. Das bedeutet, dass bezweckt wird, dass zumindest in dem Bereich, an welchem der Übergang von einem gegenüber der Erdoberfläche stehenden Bereich, also dem Einlaufabschnitt, zu dem rotierbaren Drehrohr erfolgt, konstruktive Maßnahmen umgesetzt sind, die in ihrer Gesamtheit eine Abdichtung des Drehrohrinneren zu dem Drehrohräußeren herbeiführen. Die zwangsläufig durch die erforderliche Verbindung zwischen stehendem und rotierendem Bereich sich ergebende potenzielle Undichtigkeit von dem Inneren des Drehrohrofens gegenüber dem Äußeren wird dadurch weitgehend oder vollständig beseitigt. In analoger Weise ist in dem Übergangsbereich von dem Drehrohr zu dem Auslaufabschnitt eine zweite Dichtanordnung angeordnet, deren Zweck darin besteht, potenzielle Undichtigkeiten an der Schnittstelle zwischen rotierendem Bereich und stehendem Bereich abzudichten.

**[0023]** Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform weist wenigstens eine der ersten Dichtanordnung und der zweiten Dichtanordnung eine Gleitringdichtung auf. Das bedeutet, dass die Funktionalität der Dichtanordnung auf dem Prinzip der Gleitringdichtung basiert.

**[0024]** Bevorzugt ist, dass beide Dichtanordnungen eine Gleitringdichtung aufweisen.

**[0025]** Gleitringdichtungen sind in einigen Bereichen der Technik bekannt. Eine Gleitringdichtung ist bei allgemeiner Betrachtung eine Dichtung, die eine rotierende Welle gegenüber einer Wand abdichtet. Zur Abdichtung der Wand gegen die rotierende Welle weist eine Gleitringdichtung zwei aufeinander gleitende Bauteile auf, von denen einer als Gleitring und einer als Gegenring bezeichnet wird. Einer der beiden Ringe ist starr im stationären Teil, angewandt auf den Drehrohrofen gemäß dieser Anmeldung beispielsweise im Einlaufabschnitt, angeordnet, während der andere mit dem rotierenden Teil, angewandt auf den Drehrohrofen gemäß dieser Anmeldung beispielsweise mit dem Drehrohr, drehfest gekoppelt ist. Eine Gleitringdichtung weist den Vorteil auf, dass trotz der Bewegung eines rotierenden Teils gegen ein stehendes Teil, beispielsweise im vorliegenden Fall einer Rotationsbewegung eines Drehrohrs relativ zu dem

Einlaufabschnitt beziehungsweise dem Auslaufabschnitt, eine sehr gute Dichtung erreicht werden kann.

**[0026]** Eine gegenüber bisher bekannten Drehrohröfen durch das Nutzen von Gleitringdichtungen verbesserte Abdichtung des Äußeren zu dem Inneren geht zwar mit erhöhtem konstruktivem Aufwand einher, der allerdings lohnenswert sein kann aufgrund der erhaltenen vorteilhaften Eigenschaften, mit denen neue, bisher nicht bekannte, Anwendungszwecke erschlossen werden. Dadurch, dass der Drehrohrfen in besonders guter Weise gegenüber dem Äußeren abgedichtet ist, wird erreicht, dass im Inneren des Drehrohrs Gase aufweisende Atmosphären geschaffen werden können, bei denen ein Gasverlust weitestgehend vermieden werden kann und bei denen eine Kontamination mit Umgebungsluft weitgehend unterbunden wird. Dadurch wird erreicht, dass die im Drehrohrfen vorhandenen Gase im Prozess verbleiben, möglichst effizient genutzt werden und, da sie im System verbleiben, potenziell kontinuierlich entnommen und anderen Prozessen oder einem anderen Prozessschritt desselben Prozesses wieder zugeführt werden können. Es ist im Ergebnis daher möglich, mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand mit dem Gasrückführungs- und aufbereitungssystem der sich bildenden Drehrohrfenatmosphäre Gase zu entnehmen, aufzubereiten und wieder in den Anlagenverbund zurückzuführen. Denn dadurch, dass der Drehrohrfen nach Außen hin gasdicht ausgeführt ist, unterbleibt eine übermäßige Kontamination der Ofenatmosphäre mit Umgebungsluft. Dadurch wird der oben bereits beschriebene vorteilhafte Umstand ermöglicht, dass die Prozessgase in einem Kreislaufprozess teilweise oder vollständig wiederverwendet werden können.

**[0027]** Die Gleitringdichtung hat in vorteilhafter Weise den Vorteil, dass das drehende Drehrohr, welches gelegentlich auch als Glühtrommel bezeichnet wird, zu den stehenden Ein- und Auslaufabschnitten in guter Gas- und Staumdichtigkeit ausgeführt ist. Die Gleitringdichtung hat weiterhin den Vorteil, dass sie aufgrund der konstruktiven Umsetzung mit gleitenden Elementen und deren Vorspannung auch unvermeidbare Taumelbewegungen des Drehrohrs, also Bewegungen in axialer Richtung, in guter Weise ausgleichen kann, solange die Taumelbewegungen nicht ein unübliches Maß erreichen.

**[0028]** Besonders bevorzugt ist die Ausführung der Dichtanordnung realisiert, indem die erste Gleitringdichtung ein Gleitelement aufweist, das mit dem Einlaufabschnitt gekoppelt ist, wobei das Gleitelement bevorzugt als Gleitflansch ausgebildet ist. Bevorzugt ist dieses Gleitelement derart orientiert, dass die Gleitfläche des Gleitelements in Richtung des Inneren des Drehrohrfens weist, das heißt: eine auf dem Flansch stehende Normale weist parallel zu der Rotationsachse des Drehrohrs in eine Richtung, in welcher der vom Flansch aus gesehen längere Abschnitt des Drehrohrs gelagert wird als der in Antinormale weisende Richtung gelagerte Abschnitt des Drehrohrs. Analog weist bevorzugt die zweite Gleitringdichtung ein Gleitelement auf, das mit dem Auslaufab-

schnitt gekoppelt ist, wobei das Gleitelement bevorzugt als Gleitflansch ausgebildet ist. Bevorzugt ist dieses Gleitelement derart orientiert, dass die Gleitfläche des Gleitelements in Richtung des Inneren des Drehrohrfens weist, das heißt: eine auf dem Flansch stehende Normale weist parallel zu der Rotationsachse des Drehrohrs in eine Richtung, in welcher der vom Flansch aus gesehen längere Abschnitt des Drehrohrs gelagert wird als der in Antinormale weisende Richtung gelagerte Abschnitt des Drehrohrs. Anders ausgedrückt sind die beiden Normale zueinander gerichtet.

**[0029]** Bevorzugt weist die Dichtanordnung, beziehungsweise jede Dichtanordnung, weiterhin eine Druckfeder auf, die das Gleitelement zum Inneren des Drehrohrfens vorspannend ausgebildet ist. Besonders bevorzugt ist, dass die Druckfeder nachgestellt werden kann. Das Vorspannen des Gleitelements ist durch fachübliche Maßnahmen realisierbar, beispielsweise durch eine Verschraubung gegen einen geeignet positionierten, gegenüber der Erdoberfläche feststehenden, Gegenflansch. Der Gegenflansch kann insbesondere mit dem Drehrohr gekoppelt sein, das heißt: unmittelbar oder mittelbar verbunden.

**[0030]** Besonders bevorzugt weist die Gleitringdichtung zwei zur Dichtung gegen die Gleitfläche vorgesehene Dichtelemente auf. Eines dieser Dichtelemente ist ein inneres Dichtelement und ist an einem Befestigungsbereich der Dichtanordnung drehfest mit dem Drehrohr gekoppelt. Bevorzugt ist das innere Dichtelement als Dichtring ausgebildet, in diesem Fall kann er als innerer Dichtring bezeichnet werden. Das zweite Dichtelement ist als äußeres Dichtelement ausgebildet, das ebenfalls drehfest mit dem Drehrohr gekoppelt ist und bevorzugt als Dichtring, dann: äußerer Dichtring, ausgebildet ist. Das innere Dichtelement und das äußere Dichtelement sind zwischen dem Befestigungsbereich und der Gleitfläche axial, das heißt in eine zur Rotationsachse parallele Richtung weisend, gepresst angeordnet. Das innere Dichtelement ist weniger weit von der Rotationsachse beabstandet als das äußere Dichtelement. Inneres Dichtelement und/oder äußeres Dichtelement sind aus geeigneten Materialien auszuwählen, wobei bevorzugt graphitierte Dichtschnur verwendet wird, besonders bevorzugt aus graphitiertem Glasgewebe oder graphitierter Keramikfaser.

**[0031]** Wie sich unmittelbar erschließt, ist in konstruktiver Umkehrung auch möglich, dass die Dichtelemente an den Einlaufbeziehungsweise Auslaufbereichen angeordnet sind und die Gleitfläche drehfest an dem Drehrohr angeordnet ist.

**[0032]** Das innere Dichtelement und das äußere Dichtelement einerseits sowie der Befestigungsbereich und die Gleitfläche andererseits sind bevorzugt derartig dimensioniert, dass von dem inneren Dichtelement, dem äußeren Dichtelement, dem Befestigungsbereich und der Gleitfläche ein bei jedem Rotationsgrad des Drehrohrfens zusammenhängender Dichtraum begrenzt wird. Dadurch, dass zwei Dichtelemente vorhanden sind,

die unterschiedlich weit von der Rotationsachse beab-  
 standet sind, ist zwischen ihnen eine Lücke gebildet, die  
 mit dem Befestigungsbereich einerseits und der Gleitflä-  
 che andererseits, bei außerdem geeigneter Dimensio-  
 nierung der vier Elemente einen stets geschlossenen  
 Dichtraum bilden. Die Realisierung kann in besonders  
 eleganter konstruktiver Umsetzung beispielsweise erfol-  
 gen, indem das innere Dichtelement und das äußere  
 Dichtelement jeweils als Dichtring ausgebildet sind und  
 der zwischen dem inneren Dichtring und dem äußeren  
 Dichtring vorhandene Hohlspalt sowohl von der Gleitflä-  
 che des Gleitflansches einerseits als auch von dem  
 Dichtbereich andererseits vollständig abgedeckt wer-  
 den. Diese Abdeckung würde aus geometrischen Grün-  
 den sodann zwingend auch bei Rotation des Dichtrohrs,  
 und zwar bei jedem Rotationsgrad, das heißt entlang der  
 gesamten 360° Umdrehung, vollständig geschlossen  
 bleiben. Die doppelte Abdichtung mit zwei Dichtelemen-  
 ten hat den Vorteil, dass auch dann, wenn eines der Dich-  
 telemente, beispielsweise aufgrund einer Porosität, oder  
 einer Abnutzung, in der Dichtleistung nachlässt, das an-  
 dere der Dichtelemente gewissermaßen als redundante  
 Dichtmaßnahme fungiert.

**[0033]** Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass aus-  
 gehend von der Gleitfläche eine Durchführung von dem  
 Dichtraum zu einem Gleitelementauslass des Gleitele-  
 ments hindurchführt. Der Gleitelementauslass ist mit ei-  
 ner Gaszufuhrvorrichtung gekoppelt, beispielsweise  
 über einen den Gleitelementauslass umgrenzenden An-  
 dockstutzen. Die Gaszufuhrvorrichtung dient dem Ein-  
 führen eines Gases in den Dichtraum hinein. Das bedeu-  
 tet, dass der gebildete Dichtraum, der wie beschrieben  
 bei jedem Rotationsgrad des Drehrohrofens als solcher  
 fungiert und dicht gegenüber dem Inneren ist, von außen  
 mit einem Gas gefüllt wird. Das Füllen mit einem Gas  
 bewirkt, dass dieses gewissermaßen als Sperrgas fun-  
 giert, wodurch verhindert oder zumindest teilweise ver-  
 hindert wird, dass im Inneren des Drehrohrs vorhandene  
 Gase zum Äußeren gelangen. Dies kann insbesondere  
 dadurch realisiert werden, dass in dem Dichtraum ein  
 Sperrgasdruck aufgebaut wird, der höher ist als der im  
 Drehrohr vorhandene Druck. Insbesondere kann vorge-  
 sehen sein, dass im Dichtraum ein gegenüber dem Dreh-  
 rohrinneren ein um bis zu 5 mbar erhöhter Druck  
 herrscht, bevorzugt ein zwischen 1 und 5 mbar erhöhter  
 Druck, mit dem sich in anhand von Prototypen durchge-  
 führten Versuchen sehr gute Ergebnisse gezeigt haben.

**[0034]** Bevorzugt wird der Dichtraum mit einem Über-  
 druck von bis zu 10 mbar, besonders bevorzugt von bis  
 zu 5 mbar, gegenüber dem Prozessgasdruck im Dreh-  
 rohrinneren gasgefüllt. In diesem Druckbereich ist in ef-  
 fizienter Weise das Eindringen von Umgebungsluft in den  
 Prozessraum beziehungsweise das Entweichen von  
 Prozessgasen und Staub aus dem Prozessraum in die  
 Umgebung vermieden. Der in dem Druckraum vorhan-  
 dene Gasdruck kann beispielsweise druckregelt ein-  
 gestellt werden, beispielsweise in Abhängigkeit von dem  
 in dem Prozessraum, das heißt: innerhalb des Drehrohrs,

vorhandenen Druck. Als Regelorgan kann hierfür bei-  
 spielsweise ein Mass-Flow-Regler eingesetzt werden.  
 Weiterhin kann vorgesehen sein, dass in dem Dichtraum  
 ein Drucksensor angeordnet ist zur kontinuierlichen oder  
 quasi-kontinuierlichen Überwachung des Dichtraum-  
 drucks.

**[0035]** Bei einer besonders bevorzugten Ausführungs-  
 form ist vorgesehen, dass entlang des Außenumfangs  
 des Gleitelements eine Anzahl von mehreren Gleitele-  
 mentauslässen angeordnet sind, die bevorzugt gleich-  
 winklig zueinander positioniert sind. Jeder der vorhan-  
 denen Gleitelementauslässe ist mit einer Gaszufuhr-  
 richtung gekoppelt, bevorzugt mit derselben Gaszufuhr-  
 richtung gekoppelt. Besonders bevorzugt ist eine Ring-  
 leitung vorgesehen, die mit derselben Gaszufuhrvor-  
 richtung gekoppelt ist und jeweils Abzweigungen zu den  
 Gleitelementauslässen aufweist. Durch diese Realisie-  
 rung kann an voneinander beabstandeten Orten Gas in  
 den Dichtraum hineingeführt werden, besonders bevor-  
 zugt in gleichwinklig zueinander positionierten Zufuhror-  
 ten, so dass das Aufrechterhalten eines Überdrucks ge-  
 genüber den im Inneren vorhandenen Prozess in beson-  
 ders effizienter Weise umgesetzt werden kann.

**[0036]** Als Sperrgas kann beispielsweise Stickstoff,  
 N<sub>2</sub>, oder ein Edelgas, insbesondere Argon, Ar, einge-  
 setzt werden.

**[0037]** Optional kann vorgesehen sein, dass an einem  
 Innenmantel des Drehrohrs wenigstens ein Leitblech  
 angeordnet ist. Dadurch kann die Beförderung von den  
 in dem Drehrohr vorhandenen Materialien, beispielswei-  
 se von Eisenerz, durch eine je nach gewünschter An-  
 wendungssituation ausgeformte Leitblechgestalt in vor-  
 teilhafter Weise beeinflusst werden.

**[0038]** Optional oder zusätzlich können am Außen-  
 mantel des Drehrohrs ein Klopfer oder mehrere Klopfer  
 vorgesehen werden, die während des Betriebs des Dreh-  
 rohrs zur Rotationsachse senkrechte, also radial orien-  
 tierte, Bewegungen herbeiführt mit dem Ziel, ein Anba-  
 cken oder Festsetzen von Material an den Ofenwänden  
 möglichst zu verhindern oder zumindest in dem Ausmaß  
 zu reduzieren. Die Klopfer können beispielsweise hy-  
 draulisch betrieben sein.

**[0039]** In einer Weiterbildung des Anlagenverbunds ist  
 vorgesehen, dass der Drehrohrofen mit einem zweiten  
 Drehrohrofen gekoppelt ist und eine Drehrohrofenan-  
 ordnung bildet zum sequentiellen Behandeln des Eisener-  
 zes unter unterschiedlichen Ofenbedingungen. Bei-  
 spielsweise kann ein Auslaufabschnitt eines ersten  
 Drehrohrofens und ein Einlaufabschnitt eines diesem  
 hintergeordneten zweiten Drehrohrofens Bestandteil ei-  
 nes selben Gehäuses sein. Dadurch, dass in einer sol-  
 chen Anordnung wenigstens zwei Drehrohröfen der  
 oben beschriebenen Weise sequenziell hintereinander  
 angeordnet sind, kann in vorteilhafter Weise erreicht wer-  
 den, dass verschiedene Prozessschritte, beispielsweise  
 hintereinander auszuführende Prozessschritte der Ei-  
 senschwammerzeugung, in derselben Drehrohrofenan-  
 ordnung, aber mit verschiedenen anwendbaren Parame-

tern, durchgeführt werden.

**[0040]** Das erfindungsgemäß vorhandene Schmelzaggregat kann beispielsweise ein Lichtbogenofen sein, bevorzugt ein Lichtbogen-Widerstandserwärmungs-Ofen. Besonders bevorzugt ist, dass der Lichtbogenofen ein Lichtbogen-Reduktionsofen ist, kurz: SAF als Abkürzung des Begriffs Submerged Electric Arc Furnace. Grundsätzlich können aber auch andere Lichtbogenöfen genutzt werden, beispielsweise ein Electric Arc Furnace, kurz: EAF, ein Open Slag Bath Furnace, kurz: OBSF oder andere Lichtbogenöfen.

**[0041]** Ein weiterer Gedanke der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von Roheisen in einem Anlagenverbund der eingangs beschriebenen Weise oder einer seiner Weiterbildungen, wobei die nachfolgend genannten Schritte durchgeführt werden:

- a) Einführen von Fe-Trägern, insbesondere von Eisenerz und/oder anderen Fe-haltigen Trägern wie Stäuben oder Schlämmen, bevorzugt zusätzlich mit Zuschlagstoffen und/oder Schrotten und/oder Kohlenstoff-Trägern, wie beispielsweise biogenen fossilfreien Stoffen oder Reststoffen, als sogenannter Möller in den Einlaufabschnitt des Drehrohrofens.
- b) In dem Drehrohrofen: Befördern des Möllers in einer Beförderungsrichtung des Drehrohrofens und in diesem Reduzieren der Fe-Träger mit einem im Gegenstrom durch den Drehrohrofen geführten Reduktionsgas zum Herstellen von Eisenschwamm. Besonders bevorzugt wird H<sub>2</sub> als Reaktionsgas genutzt, es ist aber auch ein Nutzen von Methan und/oder von Sauerstoff oder einem Gemenge aus zweien oder dreien der vorgenannten, gegebenenfalls zusätzlich mit weiteren Gasen, möglich. Das Reduzieren erfolgt unter Wärmezugabe in dem Drehrohrofen, bevorzugt dabei unter O<sub>2</sub>-Zugabe.
- c) Zuführen des Eisenschwamms in das Schmelzaggregat und nachfolgendes Schmelzen in dem Schmelzaggregat.

**[0042]** In einer bevorzugten Weiterbildung wird aus dem Einlaufabschnitt heraus Reaktionsgas, das den Drehrohrofen im Gegenstrom durchlaufen hat, mit einem Gasrückführungs- und aufbereitungssystem durch das Aufbereitungsaggregat des Gasrückführungs- und aufbereitungssystems geführt. In den Aufbereitungsaggregaten wird das Reaktionsgas aufbereitet. Sodann wird das aufbereitete Gas in den Endabschnitt des Anlagenverbunds hineingeführt, um dort erneut für die Reaktion mit den Fe-Trägern in dem Drehrohrofen bereitzustehen. Ein Teil des Reaktionsgases durchläuft also einen geschlossenen Kreislauf, der aus dem Drehrohrofen, dem Gasrückführungs- und aufbereitungssystem, und vorzugsweise außerdem dem Schmelzaggregat, gebildet wird.

**[0043]** Bevorzugt wird das aufbereitete Gas derart in den Endabschnitt des Anlagenverbunds hineingeführt wird, dass es das Schmelzaggregat durchläuft und dort

aufgeheizt wird mit dem Vorteil, dass der Betrieb des Drehrohrofens weniger energieintensiv ist.

**[0044]** Besonders bevorzugt wird H<sub>2</sub> als Reaktionsgas genutzt, es ist aber auch ein Nutzen von Methan und/oder von Sauerstoff oder einem Gemenge aus zweien oder dreien der vorgenannten, gegebenenfalls zusätzlich mit weiteren Gasen, möglich.

**[0045]** In einer Weiterbildung des Verfahrens weist der Anlagenverbund wenigstens zwei hintereinander gekoppelte Drehrohröfen auf, wobei

Vorwärmen des Fe-Trägers, und/oder  
Trocknen des Fe-Trägers, und/oder  
Vorreduktion des Fe-Trägers, sowie  
Reduktion des Fe-Trägers  
durchgeführt werden,  
wobei für jeden der durchgeführten Schritte ein diesem Schritt zugeordneter und separat gesteuerter Drehrohrofen mit separat eingestellten Prozessparametern genutzt wird.

**[0046]** Mit dem erfindungsgemäßen Anlagenverbund und dem erfindungsgemäßen Verfahren werden die Vorteile der Nutzung eines Drehrohrofens bei der Direktreduktion aufgegriffen und mit der erfindungsgemäßen Ausbildung oder ihrer Weiterbildungen besonders vorteilhaft verbessert. Aufgrund der Nutzung eines Drehrohrofens ergibt sich gegenüber der Nutzung eines Schachtofens der Vorteil der kontinuierlichen Durchmischung und der dadurch erfolgenden Homogenisierung der Reaktionszonen. Bei der Nutzung eines Schachtofens ergibt sich prinzipbedingt, dass die Art und Weise, welche Reaktionen in welchem Bereich des Schachtofens stattfinden, in hohem Maße von dem im Schachtofen befindlichen Möller abhängig ist, wobei der Möller die Mischung von Eisenerz, Zuschlägen und gegebenenfalls Schrott bezeichnet. Insbesondere die Permeabilität des Möllers, also die Durchlässigkeit des Möllers für die Reaktionsgase ist ein entscheidender Faktor, weswegen die Einstellung und Kontrolle der Größenverteilung und der Formverteilung der einzelnen Bestandteile des Möllers ein wesentlicher Aspekt der Prozessführung einer Schachtofen-Direktreduktion ist. Im Gegensatz zu der entsprechend aufwendigen Möllerszusammensetzung für die Direktreduktion im Schachtofen ergibt sich bei der Benutzung im Drehrohrofen der Vorteil, dass aufgrund der Drehung des Ofens eine stete Durchmischung des Möllers stattfindet, wodurch der Einfluss der Permeabilität des Möllers deutlich verringert ist.

**[0047]** Die hierdurch erhöhte Prozessstabilität und Prozessreproduzierbarkeit in Kombination mit der kontinuierlichen Prozessführung erhöht die in Kombination mit der erfindungsgemäßen Anordnung des Gasrückführungs- und aufbereitungssystems an dem Drehrohrofen und bevorzugt an dem Schmelzaggregat in der herbeigeführten Kreislaufführung den Ausnutzungsgrad der Reaktionsgase, wodurch die Emissionen bei Betrieb des Anlagenverbunds vergleichsweise niedrig sind.

**[0048]** Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile des Gegenstands der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung im Zusammenhang mit den Figuren, in denen beispielhaft Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt sind.

**[0049]** Es versteht sich, dass die vorstehend genannten wie auch die nachfolgend erläuterten Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind.

**[0050]** Es zeigen:

Fig. 1: Grundprinzip eines erfindungsgemäßen Anlagenverbunds;

Fig. 2: Grundprinzip eines Drehrohrofens;

Fig. 3: Schnittdarstellung eines Ausschnitts eines Ausführungsbeispiels eines Drehrohrofens, in dem ein Ausführungsbeispiel einer Dichtanordnung gezeigt ist;

Fig. 4: Grundprinzip einer Drehrohrofenanordnung.

**[0051]** Fig. 1 zeigt anhand einer beispielhaften Ausführung einen Anlagenverbund 100 zur Herstellung von Roheisen. Es ist ein Drehrohrofen 1 vorhanden mit einem Einlaufabschnitt 2 und einem Auslaufabschnitt 3. Der Drehrohrofen wird betrieben derart, dass entlang des Pfeils PR eine Fortbewegung des zu reduzierenden Materials und der weiteren im Drehrohrofen enthaltenen Festbestandteile, insbesondere Zuschlagsstoffe, erfolgt, und im Gegenstrom dazu, also entlang PG ein Reduktionsgas zur Reduktion der Fe-Träger geführt wird. Stromabwärts ist dem Drehrohrofen 1 ein Schmelzaggregat 102 nachgeordnet zum Aufschmelzen des in dem Drehrohrofen 1 erzeugten Roheisens, das in das Schmelzaggregat geleitet wird, wie mit Pfeil 103 symbolisiert ist.

**[0052]** Der Einlaufabschnitt 2 ist gasdicht verschlossen, allerdings zur Zufuhr 101 von Fe-Trägern, wie insbesondere Eisenerz, temporär offenbar und hiernach wieder gasdicht verschließbar, was aufgrund des statischen Charakters unproblematisch umsetzbar ist, beispielsweise durch Blindflansch mit Metalledichtung oder ähnlichen Einrichtungen. Der Auslaufabschnitt 3 ist im Ausführungsbeispiel an das Schmelzaggregat 102 gekoppelt, und zwar dauerhaft, sodass die gasdichte Ausführung des Drehrohrofens auch an dieser Schnittstelle unproblematisch ist. Zwischen Einlaufabschnitt 2 und Auslaufabschnitt 3 ist ein Drehrohr 4 angeordnet, das gegenüber dem Einlaufabschnitt 2 und Auslaufabschnitt 3 rotierbar gelagert ist. Zwischen dem Übergangsbereich 7 und dem Übergangsbereich 9 ist der Drehrohrofen mit einer gasdichten Dichtung versehen, beispielsweise in einer in Fig. 3 dargestellten Weise. Durch die genannten Maßnahmen ist der Drehrohrofen 1 als gasdichter Drehrohrofen 1 ausgeführt.

**[0053]** Zwischen einer ersten Kopplungsstelle 104 am Einlaufabschnitt 2 und einer zweiten Kopplungsstelle 105 am Schmelzaggregat 102 führt ein Gasrückführungs- und aufbereitungssystem 106. Durch das Gas-

rückführungs- und aufbereitungssystem 106 wird das Reaktionsgas durch eine Folge von Aufbereitungsaggregaten des Gasrückführungs- und aufbereitungssystems 106 geführt und dort aufbereitet. Hiernach wird das aufbereitete Gas zurückgeführt und in den Endabschnitt des Anlagenverbunds hineingelassen, um erneut durch den Drehrohrofen 1 im Gegenstrom geführt zu werden. Der Endabschnitt setzt sich in der gezeigten Ausführungsform aus dem Auslaufabschnitt 3 des Drehrohrofens und dem Schmelzaggregat 102 zusammen, wodurch repräsentiert wird, dass eine Gasrückführung des aufbereiteten Gases in das System hinein an verschiedenen Stellen des Systems möglich ist; die in Fig. 1 gezeigte Zuführung durch den Schmelzofen hindurch hat den Vorteil, dass das Gas vor Einleitung in das Drehrohr 4 bereits eine Vorwärmung in dem Schmelzaggregat 102 erfährt.

**[0054]** Das Gasrückführungs- und aufbereitungssystem 106 weist in der gezeigten Ausführungsform auf:

- Zinkfalle 107,
- Staubabscheider 108,
- Wasserabscheider 109,
- CO<sub>2</sub>-Abscheider 110,
- Reduktionsgaskonditionierer 111,
- Ersatzreaktionsgaszufuhr 112.

**[0055]** Mit dem Anlagenverbund 100 ist außerdem eine Rohranordnung 113 des Gasrückführungs- und aufbereitungssystems 106 vorhanden, die gasdicht mit dem Einlaufabschnitt 2 gekoppelt ist zur Aufnahme von im Gegenstrom den Drehrohrofen durchgelaufenem Reaktionsgas und die gasdicht mit dem Endabschnitt 3, 102 des Anlagenverbunds 100 gekoppelt ist zum Rückführen des aufbereiteten Gases für eine Rückführung in den Anlagenverbund 100 hinein.

**[0056]** Fig. 2 zeigt das Grundprinzip eines Drehrohrofens 1. Funktionelles Herzstück des Drehrohrofens 1 ist ein Drehrohr 4, welches in der technischen Fachsprache oft auch mit dem Begriff der Glühtrommel referenziert wird. Das Drehrohr 4 ist rotierend gelagert. Im vorliegenden Beispielfall ist das Drehrohr 4 kreiszylindrisch ausgeführt und es erfolgt eine Rotation um eine Rotationsachse R. Es ist auf einer Seite des Drehrohrs ein Einlaufabschnitt 2 vorgesehen, der in der Prinzipskizze in Gestalt eines Gehäuses 2 ausgebildet ist, und der insbesondere der Funktionalität dient, eine Zuführung von in der Glühtrommel zu behandelndem Material zu erlauben und zu diesem Zweck wiederverschließbar offenbar ist. Auf der anderen Seite des Drehrohrs ist ein Auslaufabschnitt 3 vorgesehen, der das Material, welches das Drehrohr 4 durchlaufen hat, übernimmt, um es einer offenen und wiederverschließbaren Entnahmeöffnung oder einer weiteren Behandlungsstation zuzuführen. Das Drehrohr 4 ist zwischen Einlaufabschnitt 2 und Auslaufabschnitt 3 angeordnet, wobei Einlaufabschnitt 2 und 3 relativ zur Erdoberfläche stationär sind, wohingegen das Drehrohr 4 gegenüber dem Einlaufabschnitt 2 und dem Auslaufabschnitt 4 rotierbar gelagert ist.



**[0057]** Zur Dichtung des Inneren 5 des Drehrohrofens 1 gegenüber dem Äußeren 6 ist in einem Übergangsbereich 7 von dem Einlaufabschnitt 2 zu dem Drehrohr 3 eine erste Dichtanordnung 8 angeordnet. Der Übergangsbereich 7 ist als ein Bereich zu verstehen, der zumindest einen Abschnitt des Einlaufabschnitts 2, einen Abschnitt des Drehrohrs 4 sowie konstruktive Maßnahmen zur Kopplung des einen mit dem anderen umfasst, wobei es auf eine Abgrenzung nach außen hin nicht ankommt, da es sich bei dem Übergangsbereich um die gedankliche Maßgabe handelt, jedenfalls die potentielle Übergangsstelle zu berücksichtigen. In analoger Weise ist in einem Übergangsbereich 9 von dem Auslaufabschnitt 3 zu dem Drehrohr 4 eine zweite Dichtanordnung 10 angeordnet. Die erste Dichtanordnung 8 weist eine erste Gleitringdichtung 11 auf. Die zweite Dichtanordnung 10 weist eine zweite Gleitringdichtung 11' auf.

**[0058]** Der Transport des zu behandelnden Materials erfolgt in Richtung des Pfeils P.

**[0059]** Die Fig. 3 ist eine ausschnittsweise Schnittdarstellung eines Drehrohrofens 1, in dem zur Verdeutlichung ihrer Funktionsweise die Dichtanordnung 8 dargestellt ist. Die Dichtanordnung 8 ist in diesem Ausführungsbeispiel die Gesamtheit der in der konstruktiven Umsetzung genutzten Bauelemente, welche entweder unmittelbar die Dichtung bereitstellen oder welche für die Positionierung der die Dichtung bereitstellenden Bauteile erforderlich sind.

**[0060]** Die Gleitringdichtung weist ein als Gleitflansch 12 ausgebildetes Gleitelement 12 auf. Dieser Gleitflansch 12 ist über den Befestigungsflansch 17 drehfest mit dem Einlaufabschnitt 2 gekoppelt. Der Gleitflansch 12 stellt in die Richtung des Pfeils I, der in Richtung des Inneren des Drehrohrs zeigt, eine Gleitfläche 13 zur Verfügung. Mit anderen Worten: Mit dem Gleitelement 12 wird eine dem Inneren des Drehrohrs 4 zugewandte Gleitfläche bereitgestellt. Der Befestigungsflansch 17 ist zwar, wie bereits erwähnt, drehfest mit dem Einlaufbereich 2 gekoppelt, aber er ist axial beweglich, nämlich in Richtung des Pfeils I. Mit einer Druckfeder 14, die über einen Bolzen 18 in Zusammenarbeit mit dem Gegenflansch 19 eine Vorspannung des Gleitelements 12 zum Inneren des Drehrohrofens, also in Richtung des Pfeils I, herbeiführt, ist sichergestellt, dass das Gleitelement 12 in gewissem Maße eines Verschleißes der noch zu beschreibenden Dichtringe diesen Verschleiß kompensiert. Bei darüberhinausgehendem Verschleiß ist über die Verschraubung des Bolzens 18 diesseits der Dehnungsfeder 14 und jenseits des Gegenflansches 19 die Vorspannung des Gleitelements in Richtung des Pfeils I nachstellbar.

**[0061]** An einem Befestigungsbereich 20, im vorliegenden Fall als mit dem Drehrohr 4 verbundener Festflansch 20 ausgeführt, sind ein als innerer Dichtring 15 ausgebildetes inneres Dichtelement 15 und ein als äußerer Dichtring 16 ausgebildetes äußeres Dichtelement 16 angeordnet. Das innere Dichtelement 15 und das äußere Dichtelement 16 sind zwischen dem Befestigungs-

bereich und der Gleitfläche axial gepresst, um eine gute Dichtung herbeizuführen. Die Beibehaltung dieser die Dichtwirkung fördernden Axialkraft wird durch die oben erläuterte Vorspannung mit der Druckfeder 14 sowie der Möglichkeit derer Nachstellung sichergestellt.

**[0062]** Wie der Figur zu entnehmen, sind das innere Dichtelement 15, das äußere Dichtelement 16, der Befestigungsbereich 20 und die Gleitfläche 13 derart dimensioniert und positioniert, dass zwischen ihnen ein zusammenhängender Dichtraum 21 vorliegt.

**[0063]** Mit geeignet dimensionierten und positionierten Bohrungen im Gleitelement 12 wird bewirkt, dass von der Gleitfläche 13 ausgehend eine Durchführung 22 von dem Dichtraum 22 zu einem Gleitelementauslass 23 des Gleitelements 12 hindurchführt. Der Gleitelementauslass wiederum ist mit einer, in der Fig. 3 nicht dargestellten, Gaszufuhrvorrichtung gekoppelt um ein Einführen eines Gases in den Dichtraum 22 hinein und eine kontinuierliche Beibehaltung eines Überdrucks in dem Dichtraum 22 zu gewährleisten.

**[0064]** Mit dem Gegenflansch 19 ist eine feststehende Lagerhälfte 28 eines Kugellagers 28, 29 positioniert, um mit der über Verbindungsflansch 30 mit dem Befestigungsbereich und damit mit dem Drehrohr gekoppelten drehenden Lagerhälfte 29 die rotierbare Lagerung des Drehrohrs 4 zu bewirken.

**[0065]** Fig. 4 ist die Funktionsweise einer Drehrohrofenanordnung 24 zu entnehmen. Die Anordnung 24 ist dadurch hergestellt worden, dass zwei Drehrohröfen 1 und 1', wie schematisch in Fig. 2 dargestellt, in einer Reihe gekoppelt sind. In der Ausführung der Fig. 4 ist der Auslaufabschnitt 3 und der Einlaufabschnitt 2' in einem selben Gehäuse 25 ausgeführt. Mit einer solchen Drehrohrofenanordnung in dem Anlagenverbund kann für jeden der durchgeführten Schritte ein diesem Schritt zugeordneter und separat gesteuerter Drehrohrofen mit separat eingestellten Prozessparametern genutzt werden, wobei prinzipiell eine beliebig gewünschte Anzahl von Drehrohröfen sequentiell gekoppelt werden kann, so dass beispielsweise mehrere oder alle der nachfolgend genannten Prozesse in einem eigens für diesen Prozess vorgesehenen Drehrohrofen durchgeführt wird: Vorwärmen des Fe-Trägers, und/oder Trocknen des Fe-Trägers, und/oder Vorreduktion des Fe-Trägers, und/oder Reduktion des Fe-Trägers.

## Patentansprüche

1. Anlagenverbund (100) zur Herstellung von Roheisen, aufweisend zumindest die nachfolgenden Komponenten:
  - einen Drehrohrofen (1) mit einem Einlaufabschnitt (2) und einem Auslaufabschnitt (3) sowie einem zwischen Einlaufabschnitt (2) und Auslaufabschnitt (3) angeordnetem Drehrohr (4), das gegenüber dem Einlaufabschnitt (2) und

Auslaufabschnitt (3) rotierbar gelagert ist, zur Erzeugung von Roheisen mittels in dem Drehrohr (1) erfolgender Reduktion von Fe-Trägern, insbesondere von Eisenerz,

- ein stromabwärts dem Drehrohr (1) nachgeordnetes Schmelzaggregat (102), bevorzugt mit dem Drehrohr (1) gekoppeltes Schmelzaggregat (102), zum Aufschmelzen des in dem Drehrohr (1) erzeugten Roheisens, wobei das Schmelzaggregat (102) bevorzugt ein Lichtbogenofen ist, besonders bevorzugt ein Lichtbogen-Widerstandserwärmungs-Ofen, noch bevorzugter ein Lichtbogen-Reduktions-Ofen, kurz: SAF als Abkürzung des Begriffs *Submerged Electric Arc Furnace*,

- ein Gasrückführungs- und aufbereitungssystem (106) zum Führen von im Gegenstrom den Drehrohr (1) durchgelaufenem Reaktionsgas durch ein Aufbereitungsaggregat (107, 108, 109, 110, 111, 112) des Gasrückführungs- und aufbereitungssystems (106) zum dortigen Aufbereiten des Reaktionsgases und nachfolgendem Rückführen des aufbereiteten Gases in einen Endabschnitt (3, 102) des Anlagenverbunds (100) hinein zum Durchlaufen des aufbereiteten Gases durch dem Drehrohr (1) im Gegenstrom,

**dadurch gekennzeichnet, dass** der Drehrohr (1) als gasdichter Drehrohr (1) ausgebildet ist.

2. Anlagenverbund (100) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gasrückführungs- und aufbereitungssystem (106) einen oder mehrere der nachfolgend genannten Aufbereitungsaggregate aufweist:

- Zinkfalle (107),
- Staubabscheider (108),
- Wasserabscheider (109),
- CO<sub>2</sub>-Abscheider (110),
- Reduktionsgaskonditionierer (111),
- Ersatzreaktionsgaszufuhr (112).

3. Anlagenverbund (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gasrückführungs- und aufbereitungssystem (106) eine Rohranordnung (113) aufweist, die gasdicht mit dem Einlaufabschnitt (2) gekoppelt ist zur Aufnahme von im Gegenstrom den Drehrohr (1) durchgelaufenem Reaktionsgas und/oder die gasdicht mit dem Endabschnitt (3, 102) des Anlagenverbunds (100) gekoppelt ist zum Rückführen des aufbereiteten Gases für eine Rückführung in den Anlagenverbund (100) hinein, wobei bevorzugt die Rohranordnung mit dem Schmelzaggregat (102) des Endabschnitts (3, 102) gekoppelt ist zum Rückführen des aufbereiteten Ga-

ses durch das Schmelzaggregat (102) hindurch unter Aufwärmen des aufbereiteten Gases.

4. Anlagenverbund (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

zur Dichtung des Inneren des Drehrohrs (1) gegenüber dem Äußeren in einem Übergangsbereich (7) von dem Einlaufabschnitt (2) zu dem Drehrohr (4) eine erste Dichtanordnung (8) angeordnet ist und in einem Übergangsbereich (9) von dem Drehrohr (4) zu dem Auslaufabschnitt (3) eine zweite Dichtanordnung (10) angeordnet ist, wobei die erste Dichtanordnung (8) eine erste Gleitringdichtung (11) aufweist und/oder die zweite Dichtanordnung (10) eine zweite Gleitringdichtung (11') aufweist.

5. Anlagenverbund (100) nach Anspruch 4, wobei die wenigstens eine der ersten Gleitringdichtung (11) und der zweiten Gleitringdichtung (11') in drehfester Kopplung mit dem Einlaufabschnitt (2) beziehungsweise dem Auslaufabschnitt (3) ein, bevorzugt als Gleitflansch ausgebildetes, Gleitelement (12) aufweist mit einer zum Inneren des Drehrohrs (4) weisenden Gleitfläche.

6. Anlagenverbund (100) nach Anspruch 4 oder nach Anspruch 5, wobei die Dichtanordnung eine Druckfeder (14) aufweist, mit welcher das Gleitelement zum Inneren des Drehrohrs hin vorgespannt ist, bevorzugt nachstellbar vorgespannt.

7. Anlagenverbund (100) nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gleitringdichtung ein an einem Befestigungsbereich (20) drehfest mit dem Drehrohr (4) gekoppeltes inneres Dichtelement (15) aufweist, das bevorzugt als Dichttring (15) ausgebildet ist, und ein drehfest mit dem Drehrohr (4) gekoppeltes äußeres Dichtelement (16) aufweist, das bevorzugt als Dichttring (16) ausgebildet ist, wobei das innere Dichtelement (15) und das äußere Dichtelement (16) zwischen dem Befestigungsbereich (20) und der Gleitfläche (13) axial gepresst angeordnet sind, wobei das äußere Dichtelement (16) weiter von einer Rotationsachse des Drehrohrs (4) beabstandet ist als das innere Dichtelement (15).

8. Anlagenverbund (100) nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das innere Dichtelement (15) und das äußere Dichtelement (16) einerseits sowie der Befestigungsbereich (20) und die Gleitfläche (13) andererseits derart dimensioniert sind, dass von dem inneren Dichtelement (15), dem äußeren Dichtelement (16), dem Befestigungs-

bereich (20) und der Gleitfläche (13) ein bei jedem Rotationsgrad des Drehrohrofens zusammenhängender Dichtraum (22) begrenzt wird.

9. Anlagenverbund (100) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** entlang des Außenumfangs des Gleitelements eine Anzahl von mehreren Gleitelementauslässen angeordnet sind, die bevorzugt gleichwinklig zueinander positioniert sind, wobei jeder der vorhandenen Gleitelementauslässe mit einer Gaszufuhrvorrichtung gekoppelt ist, bevorzugt mit derselben Gaszufuhrvorrichtung gekoppelt ist, besonders bevorzugt über eine Ringleitung mit derselben Gaszufuhrvorrichtung gekoppelt ist. 5
10. Anlagenverbund (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass**
  - an einem Innenmantel des Drehrohrs (4) wenigstens ein Leitblech angeordnet ist,
  - am Außenmantel des Drehrohrs (4) wenigstens ein Klopfer zur Schwingerregung des Drehrohrs (4) angeordnet ist. 10
11. Anlagenverbund (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drehrohrofen (1) mit einem zweiten Drehrohrofen (1) gekoppelt ist und eine Drehrohrofenanordnung (24) bildet zum sequenziellen Behandeln des Eisenerzes unter unterschiedlichen Ofenbedingungen. 25
12. Verfahren zum Herstellen von Roheisen in einem Anlagenverbund (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die nachfolgend genannten Schritte durchgeführt werden: 30
  - a) Einführen von Fe-Trägern, insbesondere von Eisenerz und/oder anderen Fe-haltigen Trägern wie Stäuben oder Schlämmen, sowie gegebenenfalls Zuschlagstoffen und/oder Schrotten und/oder Kohlenstoff-Trägern, wie beispielsweise biogenen fossilfreien Stoffen oder Reststoffen, als Möller in den Einlaufabschnitt (2) des Drehrohrofens, 40
  - b) in dem Drehrohrofen: Befördern des Möllers in einer Beförderungsrichtung des Drehrohrofens und Reduzieren der Fe-Träger mit einem im Gegenstrom durch den Drehrohrofen (1) geführten Reduktionsgas, wobei bevorzugt H<sub>2</sub> und/oder Methan als Reaktionsgas genutzt wird, besonders bevorzugt zu wenigstens 90 Vol-% ausschließlich H<sub>2</sub> genutzt wird, zum Erzeugen von Eisenschwamm, 45
  - c) Zuführen des Eisenschwamms in das Schmelzaggregat (102) und nachfolgendes Schmelzen in dem Schmelzaggregat (102). 50

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei aus dem Einlaufabschnitt (102) heraus Reaktionsgas, das den Drehrohrofen (1) im Gegenstrom durchlaufen hat, mit einem Gasrückführungs- und aufbereitungssystem (106) durch das Aufbereitungsaggregat (107, 108, 109, 110, 111, 112) des Gasrückführungs- und aufbereitungssystems (106) geführt wird, dort ein Aufbereiten des Reaktionsgases erfolgt, und hierauf das aufbereitete Gas in den Endabschnitt (3, 102) des Anlagenverbunds (100) hineingeführt wird, um in einem geschlossenen Kreislauf erneut für die Reaktion mit den Fe-Trägern in dem Drehrohrofen (1) bereitzustehen. 5

14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei das aufbereitete Gas derart in den Endabschnitt (3) des Anlagenverbunds (100) hineingeführt wird, dass es das Schmelzaggregat (102) durchläuft und dort aufgeheizt wird. 15

15. Verfahren nach Anspruch einem der Ansprüche 12 bis 14, wobei der Anlagenverbund (100) wenigstens zwei hintereinander gekoppelte Drehrohrofen (1, 1') aufweist, wobei 20

Vorwärmen der Fe-Träger, und/oder Trocknen der Fe-Träger, und/oder Vorreduktion der Fe-Träger, und/oder Reduktion der Fe-Träger durchgeführt werden, wobei für jeden der durchgeführten Schritte ein diesem Schritt zugeordneter und separat gesteuerter Drehrohrofen (1) mit separat eingestellten Prozessparametern genutzt wird. 25

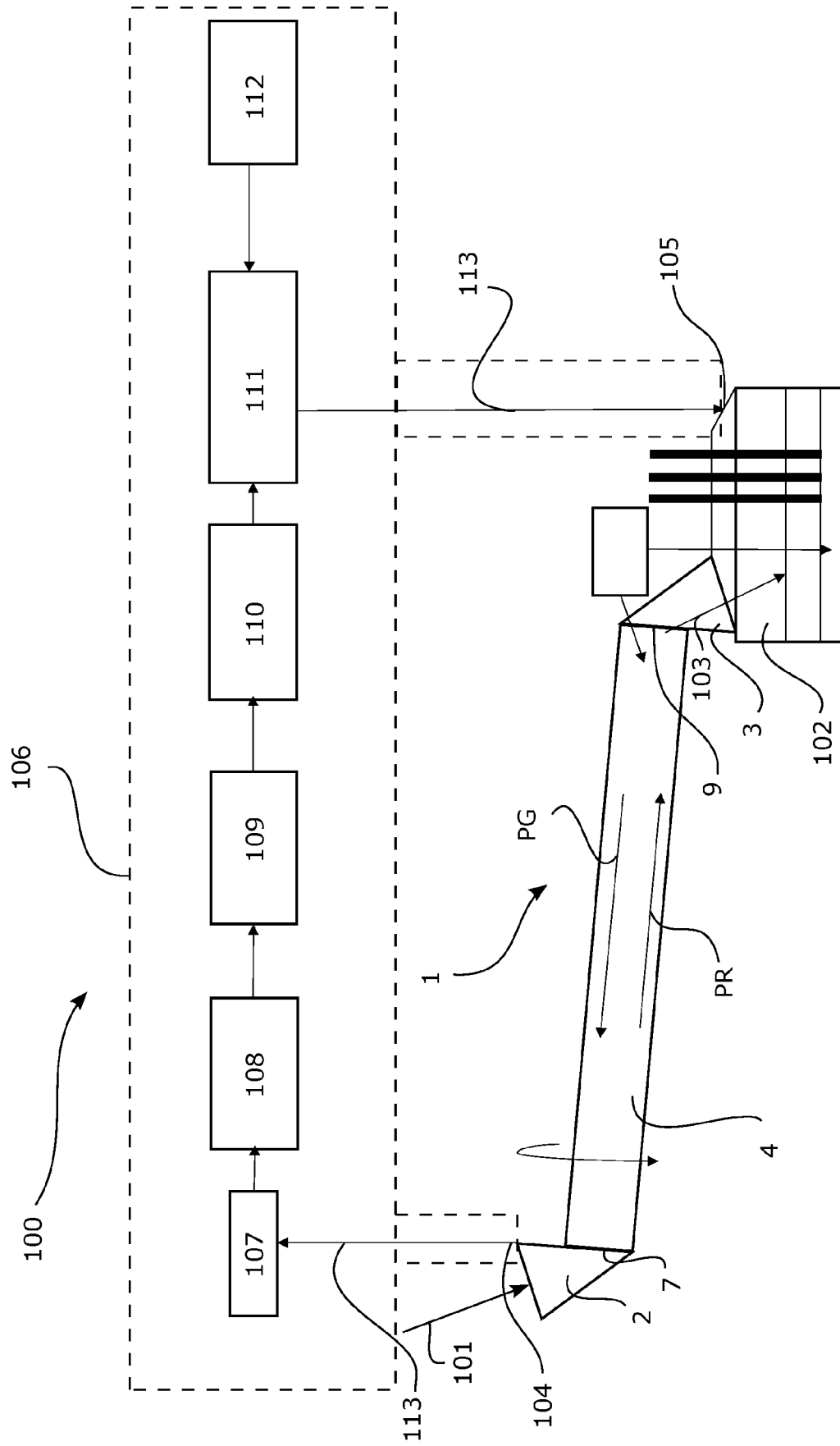


Fig. 1

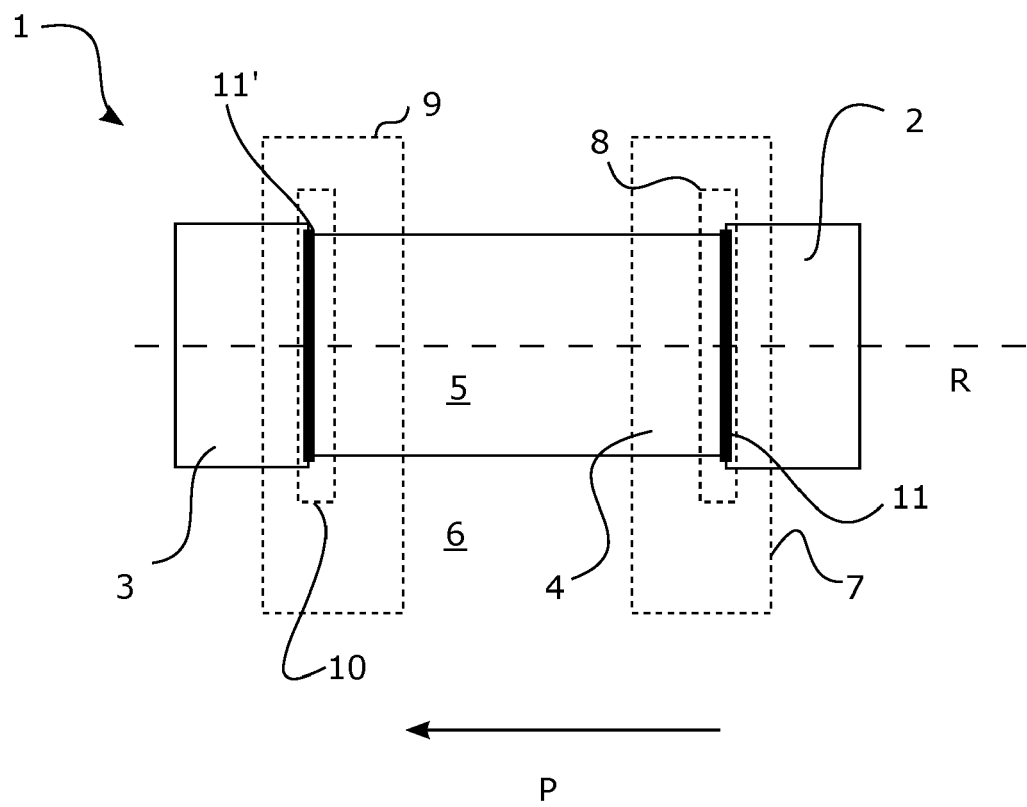
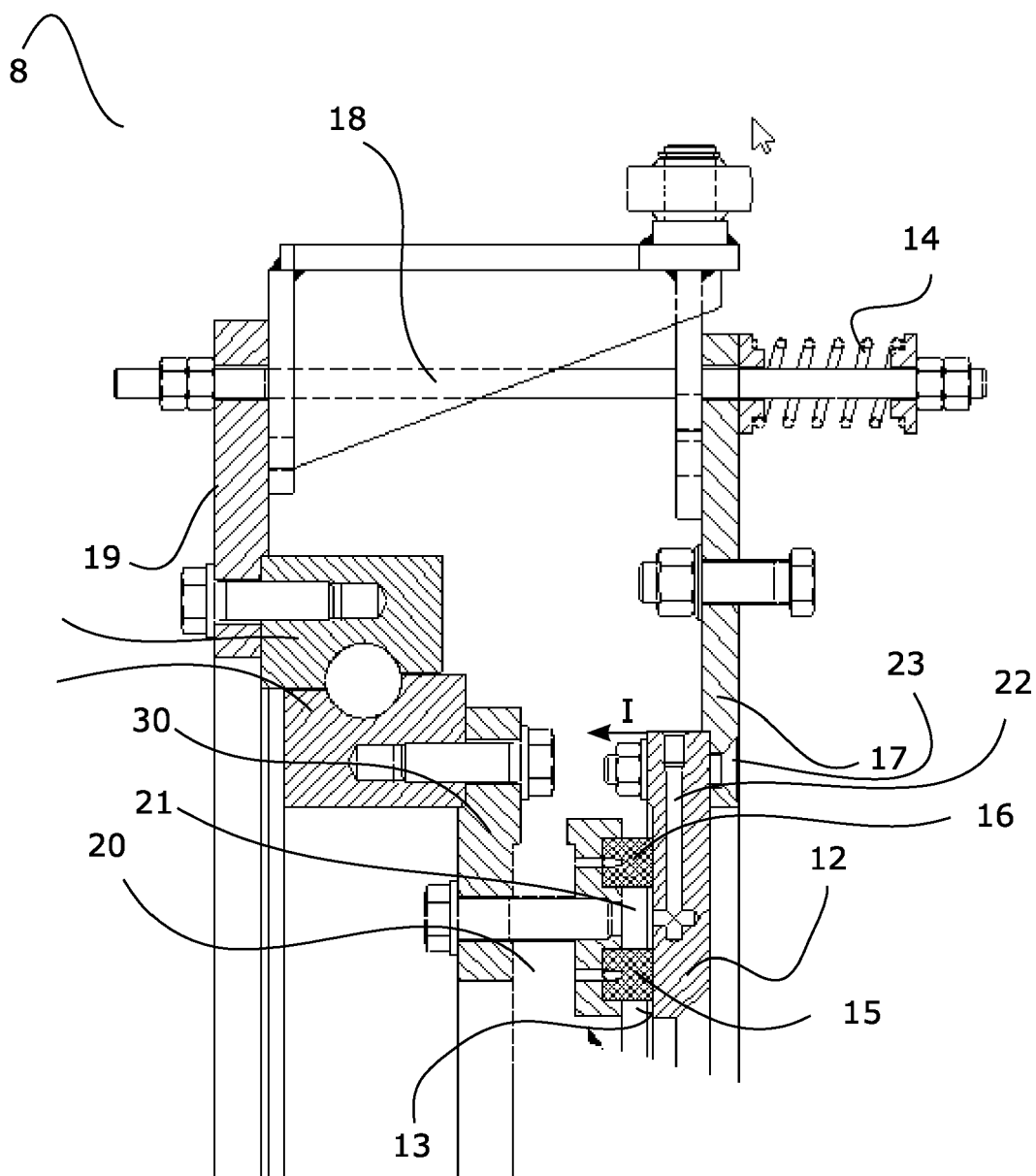


Fig. 2



**Fig. 3**

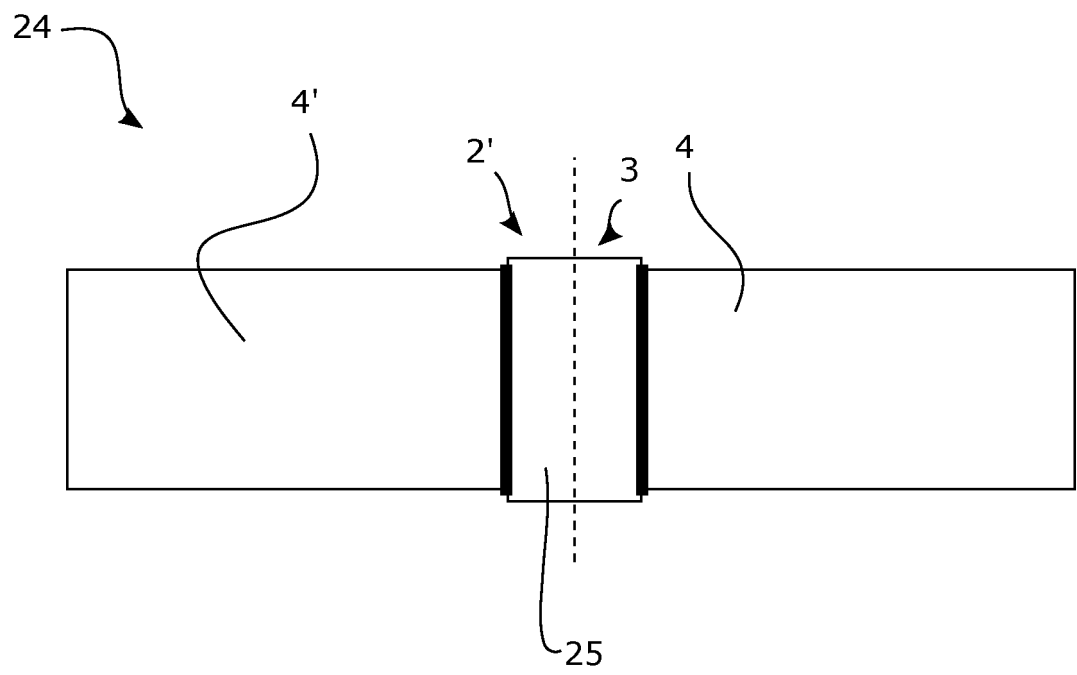


Fig. 4



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 20 3692

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                                                                                                                           | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)                                                           |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                         | EP 0 754 767 A1 (QUEENBOROUGH ROLLING MILL COMP [GB]) 22. Januar 1997 (1997-01-22)<br>* Abbildungen 1-6 *<br>* Spalte 1, Zeile 1 - Spalte 3, Zeile 43 *<br>* Spalte 4, Zeile 6 - Spalte 6, Zeile 35 *<br>-----                                | 1-15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | INV.<br>F27B3/08<br>F27B7/00<br>F27B7/24<br>F27B19/02<br>F27D11/08<br>F27D17/00<br>F27D99/00 |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                         | FR 1 423 287 A (STORA KOPPARBERGS BERGSLAGS AB) 3. Januar 1966 (1966-01-03)<br>* Abbildung 1 *<br>* Seite 1, Zeile 1 - Zeile 64 *<br>* Seite 2, Zeile 4 - Absatz 66 *<br>-----                                                                | 1-15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                              |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                         | FR 2 262 270 A1 (VOEST AG [AT])<br>19. September 1975 (1975-09-19)<br>* Abbildungen 1, 2 *<br>* Seite 1, Zeile 1 - Seite 3, Zeile 5 *<br>-----                                                                                                | 1-15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                              |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                         | DE 11 2015 006408 T5 (SHIJIAZHANG XINHUA ENERGY ENVIRONMENTAL TECH CO LTD [CN])<br>14. Dezember 2017 (2017-12-14)<br>* Abbildung 3 *<br>* Ansprüche 1-10 *<br>* Absatz [0004] - Absatz [0005] *<br>* Absatz [0023] - Absatz [0029] *<br>----- | 1-15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)<br><br>F27B<br>F27D                                          |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                         | CN 108 955 237 A (HEZHANG COUNTY LIMING MINING CO LTD)<br>7. Dezember 2018 (2018-12-07)<br>* Abbildung 1 *<br>* Absatz [0044] - Absatz [0077] *<br>-----                                                                                      | 1-15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                              |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                         | EP 0 357 939 A2 (VEBA OEL ENTWICKLUNGS GMBH [DE]) 14. März 1990 (1990-03-14)<br>* Abbildung 1 *<br>* Spalte 2, Zeile 36 - Spalte 5, Zeile 12 *<br>*<br>-----<br>-/--                                                                          | 1-15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                              |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                              |
| Recherchenort<br><b>Den Haag</b>                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                               | Abschlußdatum der Recherche<br><b>28. Februar 2023</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                               | Prüfer<br><b>Jung, Régis</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                              |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                                                                                                                                               | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>.....<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                                                                              |

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 22 20 3692

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) |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>EP 1 089 044 A1 (RAGAILLER FRANZ [AT])</b><br><b>4. April 2001 (2001-04-04)</b><br><b>* Abbildungen 1-4 *</b><br><b>* Absatz [0001] - Absatz [0008] *</b><br><b>* Absatz [0010] - Absatz [0012] *</b><br>----- | 1-15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)    |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                    |
| Recherchenort<br><b>Den Haag</b>                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                   | Abschlußdatum der Recherche<br><b>28. Februar 2023</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Prüfer<br><b>Jung, Régis</b>       |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                                                                                                                   | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>.....<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                    |

1  
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 22 20 3692

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.

28-02-2023

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| <b>EP 0754767 A1</b>                               | <b>22-01-1997</b>             | <b>AT 190670 T</b>                | <b>15-04-2000</b>             |
|                                                    |                               | <b>EP 0754767 A1</b>              | <b>22-01-1997</b>             |
|                                                    |                               | <b>GB 2303690 A</b>               | <b>26-02-1997</b>             |
|                                                    |                               | <b>US 5883918 A</b>               | <b>16-03-1999</b>             |
| <b>FR 1423287 A</b>                                | <b>03-01-1966</b>             | <b>KEINE</b>                      |                               |
| <b>FR 2262270 A1</b>                               | <b>19-09-1975</b>             | <b>AT 327252 B</b>                | <b>26-01-1976</b>             |
|                                                    |                               | <b>BR 7501069 A</b>               | <b>02-12-1975</b>             |
|                                                    |                               | <b>CA 1039500 A</b>               | <b>03-10-1978</b>             |
|                                                    |                               | <b>DE 2412616 A1</b>              | <b>21-08-1975</b>             |
|                                                    |                               | <b>ES 434967 A1</b>               | <b>16-12-1976</b>             |
|                                                    |                               | <b>FR 2262270 A1</b>              | <b>19-09-1975</b>             |
|                                                    |                               | <b>GB 1444884 A</b>               | <b>04-08-1976</b>             |
|                                                    |                               | <b>IN 139582 B</b>                | <b>03-07-1976</b>             |
|                                                    |                               | <b>IT 1031482 B</b>               | <b>30-04-1979</b>             |
|                                                    |                               | <b>JP S5418965 B2</b>             | <b>11-07-1979</b>             |
|                                                    |                               | <b>JP S50142407 A</b>             | <b>17-11-1975</b>             |
|                                                    |                               | <b>SU 549090 A3</b>               | <b>28-02-1977</b>             |
|                                                    |                               | <b>US 3991987 A</b>               | <b>16-11-1976</b>             |
| <b>DE 112015006408 T5</b>                          | <b>14-12-2017</b>             | <b>AU 2015389238 A1</b>           | <b>05-10-2017</b>             |
|                                                    |                               | <b>CN 104792154 A</b>             | <b>22-07-2015</b>             |
|                                                    |                               | <b>DE 112015006408 T5</b>         | <b>14-12-2017</b>             |
|                                                    |                               | <b>JP 6549305 B2</b>              | <b>24-07-2019</b>             |
|                                                    |                               | <b>JP 2018513344 A</b>            | <b>24-05-2018</b>             |
|                                                    |                               | <b>US 2018112916 A1</b>           | <b>26-04-2018</b>             |
|                                                    |                               | <b>WO 2016155236 A1</b>           | <b>06-10-2016</b>             |
| <b>CN 108955237 A</b>                              | <b>07-12-2018</b>             | <b>KEINE</b>                      |                               |
| <b>EP 0357939 A2</b>                               | <b>14-03-1990</b>             | <b>AT 108267 T</b>                | <b>15-07-1994</b>             |
|                                                    |                               | <b>CA 1326357 C</b>               | <b>25-01-1994</b>             |
|                                                    |                               | <b>DD 287767 A5</b>               | <b>07-03-1991</b>             |
|                                                    |                               | <b>DE 3830678 A1</b>              | <b>22-03-1990</b>             |
|                                                    |                               | <b>DE 8903410 U1</b>              | <b>04-01-1990</b>             |
|                                                    |                               | <b>EP 0357939 A2</b>              | <b>14-03-1990</b>             |
|                                                    |                               | <b>ES 2056157 T3</b>              | <b>01-10-1994</b>             |
|                                                    |                               | <b>JP H02113088 A</b>             | <b>25-04-1990</b>             |
|                                                    |                               | <b>RU 2037509 C1</b>              | <b>19-06-1995</b>             |
|                                                    |                               | <b>US 5022852 A</b>               | <b>11-06-1991</b>             |
| <b>EP 1089044 A1</b>                               | <b>04-04-2001</b>             | <b>AT 407440 B</b>                | <b>26-03-2001</b>             |
|                                                    |                               | <b>EP 1089044 A1</b>              | <b>04-04-2001</b>             |

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 2004108971 A1 [0002]