



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
30.10.2024 Patentblatt 2024/44

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
C21B 5/00 (2006.01) F27D 17/00 (2006.01)  
F27D 19/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 23169730.1

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
F27D 17/001; C21B 5/006; C21C 5/30;  
C21C 5/4673; F27D 19/00; C21B 2300/04;  
C21C 2005/5288; C21C 2300/06; F27D 2019/0006

(22) Anmeldetag: 25.04.2023

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div>(84) Benannte Vertragsstaaten:<br/>AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB<br/>GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL<br/>NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR<br/>Benannte Erstreckungsstaaten:<br/>BA<br/>Benannte Validierungsstaaten:<br/>KH MA MD TN</div> <div>(71) Anmelder: Primetals Technologies Austria GmbH<br/>4031 Linz (AT)</div> <div>(72) Erfinder:<br/>• Tauber, Christian<br/>1030 Wien (AT)</div> | <div>• Schaler, Martin<br/>4030 Linz (AT)<br/>• Fritschek, Harald<br/>4113 St. Martin (AT)<br/>• Krahwinkler, Petra<br/>4502 St. Marien (AT)</div> <div>(74) Vertreter: Metals@Linz<br/>Primetals Technologies Austria GmbH<br/>Intellectual Property Upstream IP UP<br/>Turmstraße 44<br/>4031 Linz (AT)</div> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

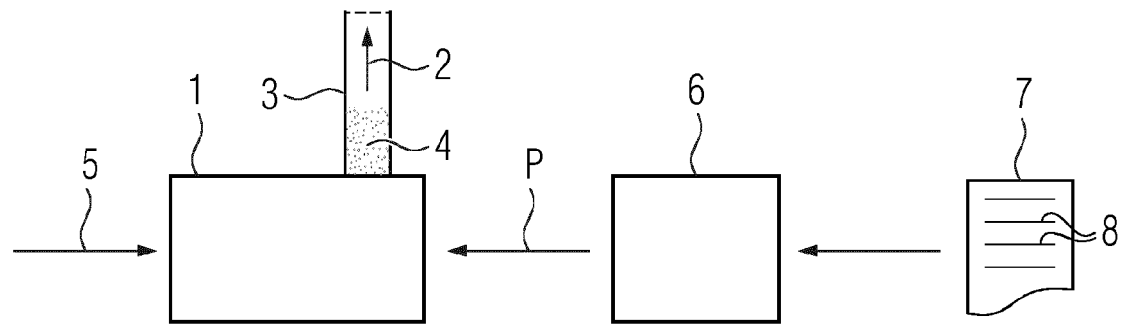
(54)

BETRIEBSVERFAHREN FÜR EINE HÜTTENTECHNISCHE ANLAGE DER EISEN- ODER STAHLERZEUGUNG

(57) Beim Betrieb einer hüttentechnischen Anlage (1, 9, 10) der Eisen- oder Stahlerzeugung entsteht ein Gas (2), in dem Feststoffpartikel (4) enthalten sind. Es werden immer wieder Proben des Gases (2) entnommen. Mittels einer Analyse der jeweils entnommenen Probe wird mindestens ein Analysewert (n) des Gases (2) bestimmt. Aufgrund der Bestimmung des Analyse-

wertes (n) wird mindestens ein Prozessparameter (P) der hüttentechnischen Anlage (1, 9, 10) nachgeführt. Ziel ist, den mindestens einen Analysewert (n) des Gases (2) einem Sollwert (n\*) anzunähern. Der mindestens eine Analysewert (n) ist eine auf eine vorbestimmte Menge des Gases (2) bezogene Anzahl an Feststoffpartikeln (4).

FIG 1



EP 4 455 312 A1

## Beschreibung

### Gebiet der Technik

5 **[0001]** Die vorliegende Erfindung geht aus von einem Betriebsverfahren für eine hüttentechnische Anlage der Eisen- oder Stahlerzeugung, bei deren Betrieb ein Gas entsteht, in dem Feststoffpartikel enthalten sind,

- wobei immer wieder Proben des Gases entnommen werden und mittels einer Analyse der jeweils entnommenen Probe mindestens ein Analysewert des Gases bestimmt wird,
- 10 - wobei aufgrund der Bestimmung des Analysewertes mindestens ein Prozessparameter der hüttentechnischen Anlage mit dem Ziel, den mindestens einen Analysewert des Gases einem Sollwert anzunähern, nachgeführt wird.

15 **[0002]** Die vorliegende Erfindung geht weiterhin aus von einem Steuerprogramm für eine Steuereinrichtung einer hüttentechnischen Anlage der Eisen- oder Stahlerzeugung, bei deren Betrieb ein Gas entsteht, in dem Feststoffpartikel enthalten sind, wobei das Steuerprogramm Maschinencode umfasst, der von der Steuereinrichtung abarbeitbar ist, wobei die Abarbeitung des Maschinencodes durch die Steuereinrichtung bewirkt, dass die Steuereinrichtung die hüttentechnische Anlage gemäß einem derartigen Betriebsverfahren betreibt.

20 **[0003]** Die vorliegende Erfindung geht weiterhin aus von einer Steuereinrichtung für eine hüttentechnische Anlage der Eisen- oder Stahlerzeugung, bei deren Betrieb ein Gas entsteht, in dem Feststoffpartikel enthalten sind, wobei die Steuereinrichtung mit einem derartigen Steuerprogramm programmiert ist, so dass die Steuereinrichtung im Betrieb die hüttentechnische Anlage gemäß einem derartigen Betriebsverfahren betreibt.

25 **[0004]** Die vorliegende Erfindung geht weiterhin aus von einer hüttentechnischen Anlage der Eisen- oder Stahlerzeugung, bei deren Betrieb ein Gas entsteht, in dem Feststoffpartikel enthalten sind, wobei die hüttentechnische Anlage eine derartige Steuereinrichtung aufweist, welche die hüttentechnische Anlage im Betrieb gemäß einem derartigen Betriebsverfahren betreibt.

### Stand der Technik

30 **[0005]** Die genannten Gegenstände sind allgemein bekannt.

### Zusammenfassung der Erfindung

35 **[0006]** Beim Betrieb einer hüttentechnischen Anlage der Eisen- oder Stahlerzeugung entstehen oftmals Gase, in denen Feststoffpartikel enthalten sind. Werden diese Gase sofort oder zu einem späteren Zeitpunkt in die Umwelt abgegeben, verursachen sie eine entsprechende Umweltverschmutzung. Von daher besteht das Bestreben, die Entstehung von Feststoffpartikeln so weit wie möglich zu vermeiden. Insbesondere eine unvollständige Verbrennung von Kohle oder Kohlenstoff kann zu einer Emission von Feststoffpartikeln wie Ruß (soot), unverbranntem Kohlenstoff (unburnt carbon) oder unverbrannten Fragmenten (unburnt char) führen. Bei ungünstigen Verbrennungsbedingungen können diese Partikel über 90 % der Gesamtpartikelmasse ausmachen, während sie bei günstigen Verbrennungsbedingungen unter 1 % fallen können.

40 **[0007]** Die vorhandenen Feststoffpartikel verursachen nicht nur eine Umweltverschmutzung, sondern geben auch in erheblichem Umfang Aufschluss über den in der hüttentechnischen Anlage ablaufenden hüttentechnischen Prozess. Sie können daher zur Optimierung des hüttentechnischen Prozesses herangezogen werden.

45 **[0008]** Im Stand der Technik wird mittels der Analyse üblicherweise die chemische Zusammensetzung des Gases bestimmt. Weiterhin wird mittels der Analyse oftmals die Gesamtmenge an Feststoffpartikeln bestimmt, beispielsweise wie viele Milligramm an Feststoffpartikeln in einem Kubikmeter an Gas enthalten sind. Mit diesen Angaben lassen sich zwar Umweltauflagen erfüllen, für eine technologische Beurteilung des in der hüttentechnischen Anlage ablaufenden hüttentechnischen Prozesses und eine hierauf aufbauende Steuerung des hüttentechnischen Prozesses bzw. der hüttentechnischen Anlage sind sie jedoch nicht optimal.

50 **[0009]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, Möglichkeiten zu schaffen, mittels derer der in der hüttentechnischen Anlage ablaufende hüttentechnische Prozess bzw. die hüttentechnische Anlage als solche in verbesserter Weise gesteuert werden können.

**[0010]** Die Aufgabe wird durch ein Betriebsverfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Betriebsverfahrens sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche 2 bis 7.

55 **[0011]** Erfindungsgemäß wird ein Betriebsverfahren der eingangs genannten Art dadurch ausgestaltet, dass der mindestens eine Analysewert eine auf eine vorbestimmte Menge des Gases bezogene Anzahl an Feststoffpartikeln ist.

**[0012]** Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kommt es also nicht darauf an, das Gas chemisch zu analysieren. Auch kommt es nicht darauf an, die Gesamtmenge an Feststoffpartikeln zu bestimmen. Es kommt vielmehr darauf an,

die Anzahl an Feststoffpartikeln zu bestimmen, die in einer vorbestimmten Menge des Gases enthalten sind. Diese Bestimmung kann nach Bedarf alternativ oder zusätzlich zu den Vorgehensweisen des Standes der Technik, also der chemischen Analyse des Gases und der Bestimmung der Gesamtmenge an Feststoffpartikeln, erfolgen.

**[0013]** Hierzu einige Beispiele, um die Lehre der Erfindung und den Unterschied zur Vorgehensweise des Standes der Technik darzulegen. Den Beispielen ist gemeinsam, dass angenommen wird, dass in dem Gas Teilchen mit einer Größe von  $4\text{ }\mu\text{m}$  und/oder Teilchen mit einer Größe von  $8\text{ }\mu\text{m}$  enthalten sind, die Teilchen mit  $4\text{ }\mu\text{m}$  eine Masse von jeweils  $10\text{ ng}$  aufweisen und die Teilchen mit  $8\text{ }\mu\text{m}$  jeweils  $50\text{ ng}$  aufweisen und weiterhin es auf Teilchen ankommt, die eine Größe von bis zu  $10\text{ }\mu\text{m}$  aufweisen. Die Zahlenwerte sind rein beispielhaft, an ihnen wird jedoch sehr deutlich erkennbar sein, worin der Unterschied zwischen der Vorgehensweise des Standes der Technik und der vorliegenden Erfindung besteht.

#### Beispiel 1

**[0014]** In dem Gas seien pro Kubikmeter 50 Teilchen mit einer Größe von  $4\text{ }\mu\text{m}$  und 50 Teilchen mit einer Größe von  $8\text{ }\mu\text{m}$  enthalten. Dann wird im Stand der Technik durch Auswertung einer Probe des Gases der Wert  $50 \times 10\text{ ng} + 50 \times 50\text{ ng} = 3000\text{ ng} = 3\text{ }\mu\text{g}$  ermittelt und verwertet. Bei der vorliegenden Erfindung hingegen wird der Wert  $50 + 50 = 100$  Feststoffpartikel ermittelt und verwertet.

#### Beispiel 2

**[0015]** Wie Beispiel 1, jedoch seien 100 Teilchen mit einer Größe von  $4\text{ }\mu\text{m}$  und 0 Teilchen mit einer Größe von  $8\text{ }\mu\text{m}$  enthalten. Dann wird im Stand der Technik durch Auswertung einer Probe des Gases der Wert  $100 \times 10\text{ ng} + 0 \times 50\text{ ng} = 1000\text{ ng} = 1\text{ }\mu\text{g}$  ermittelt und verwertet. Bei der vorliegenden Erfindung hingegen wird unverändert der Wert  $100 + 0 = 100$  Feststoffpartikel ermittelt und verwertet.

#### Beispiel 3

**[0016]** Wie Beispiel 1, jedoch seien 0 Teilchen mit einer Größe von  $4\text{ }\mu\text{m}$  und 100 Teilchen mit einer Größe von  $8\text{ }\mu\text{m}$  enthalten. Dann wird im Stand der Technik durch Auswertung einer Probe des Gases der Wert  $0 \times 10\text{ ng} + 100 \times 50\text{ ng} = 5000\text{ ng} = 5\text{ }\mu\text{g}$  ermittelt und verwertet. Bei der vorliegenden Erfindung hingegen wird unverändert der Wert  $0 + 100 = 100$  Feststoffpartikel ermittelt und verwertet.

**[0017]** Durch Skalieren von Beispiel mit dem Faktor 3 von Beispiel 3 mit dem Faktor 0,6 lässt sich weiterhin auch ohne weiteres darlegen, dass bei gleichem Ergebnis des Standes der Technik (nämlich jeweils  $3\text{ }\mu\text{g}$ ) voneinander verschiedene Ergebnisse gemäß der vorliegenden Erfindung ermittelt werden, nämlich 300 Feststoffpartikel im Falle von Beispiel 2 und 60 Feststoffpartikel im Falle von Beispiel 3.

**[0018]** Vorzugsweise ist der mindestens eine Analysewert auf die Anzahl an Feststoffpartikeln bis zu einer vorbestimmten Maximalgröße oder auf die Anzahl an Feststoffpartikeln zwischen einer Minimalgröße und einer Maximalgröße bezogen. Die im Rahmen der Analyse ermittelte Anzahl an Feststoffpartikeln kann sich also beispielsweise auf die Anzahl an Feststoffpartikeln bis zu einer Größe von  $50\text{ nm}$  (sogenannter nucleation mode), auf die Anzahl an Feststoffpartikeln einer Größe zwischen  $50\text{ nm}$  und  $100\text{ nm}$  (sogenannter Aitken mode) oder auf die Anzahl an Feststoffpartikeln einer Größe zwischen  $100\text{ nm}$  und  $1\text{ }\mu\text{m}$  (sogenannter accumulation mode) beziehen. Die genannten Zahlenwerte sind zwar üblich, prinzipiell aber nur rein beispielhaft. Weiterhin ist auch die Ermittlung von mehr als einem einzelnen Analysewert möglich. Beispielsweise können drei Analysewerte ermittelt werden, wobei je einer der Analysewerte die Anzahl an Feststoffpartikeln in den vorstehend genannten Größenbereichen angibt.

**[0019]** In vielen Fällen wird der hüttentechnischen Anlage ein eisenhaltiges Eingangsprodukt zugeführt, das in der hüttentechnischen Anlage zu einem eisenhaltigen Ausgangsprodukt verarbeitet wird. Beispiele derartiger hüttentechnischen Anlagen sind eine Direktreduktionsanlage, eine Sinteranlage, eine Pelletieranlage, ein Hochofen, ein Elektrolichtbogenofen, ein Smelter und ein Konverter.

**[0020]** In einer Direktreduktionsanlage wird Eisenerz zu Eisenschwamm verarbeitet. In einer Sinteranlage wird Eisenerz zu kleinen, erzhaltigen zusammengebackenen Teilen verarbeitet. In einer Pelletieranlage wird loses Eisenerz unter Zuhilfenahme von Bindemitteln und Zuschlagstoffen zu festen Kugeln (Pellets) aus Eisenerz mit veränderter chemische Zusammensetzung verarbeitet. Insbesondere wird taubes Gestein entfernt. In einem Hochofen wird Eisenerz zu (mehr oder minder reinem) Eisen geschmolzen. In einem Lichtbogenofen wird fester Stahl (einschließlich Schrott) zu flüssigem Stahl geschmolzen oder wird Eisenschwamm zu flüssigem Stahl geschmolzen oder wird flüssiges Eisen zu Stahl raffiniert. Weiterhin kann eine weitergehende Raffinierung von Stahl erfolgen. Dies gilt gleichermaßen für einen BOF und einen AOD.

**[0021]** Der Prozessparameter kann nach Bedarf bestimmt werden. Bei einer hüttentechnischen Anlage, der ein eisenhaltiges Eingangsprodukt zugeführt, das in der hüttentechnischen Anlage zu einem eisenhaltigen Ausgangsprodukt

verarbeitet wird, kann es sich bei dem Prozessparameter beispielsweise um eine Menge und/oder Zusammensetzung eines der hüttentechnischen Anlage zugeführtem Brennstoffmaterials und/oder eine Menge und/oder Zusammensetzung eines der hüttentechnischen Anlage zugeführtem Heißwindes und/oder um einen Zeitpunkt handeln, zu dem der hüttentechnischen Anlage das eisenhaltige Ausgangsprodukt entnommen wird.

**[0022]** Der Ort, an dem die Entnahme der Proben erfolgt, kann bei einer derartigen hüttentechnischen Anlage ebenfalls nach Bedarf bestimmt sein. Im einfachsten Fall erfolgt eine Entnahme der Proben "above burden". In diesem Fall werden die Proben mittels der Messsonde aus einem Bereich eines Strömungsweges des Gases entnommen, der sich stromabwärts der Gegend befindet, in dem sich das eisenhaltige Eingangsprodukt und das eisenhaltige Ausgangsprodukt befinden. Es ist jedoch auch möglich, dass die Proben mittels einer Messsonde aus einem Bereich eines Strömungsweges des Gases entnommen werden und dass sich stromabwärts des Bereiches ein Teil des eisenhaltigen Eingangsprodukts und/oder des eisenhaltigen Ausgangsprodukts befindet. Es kann also auch eine Entnahme der Proben "sub burden" erfolgen. Sowohl eine Entnahme der Proben "above burden" als auch eine Entnahme der Proben "sub burden" können insbesondere bei einem Hochofen sinnvoll sein.

**[0023]** Alternativ zu einer hüttentechnischen Anlage, der ein eisenhaltiges Eingangsprodukt zugeführt, das in der hüttentechnischen Anlage zu einem eisenhaltigen Ausgangsprodukt verarbeitet wird, ist es möglich, dass der hüttentechnischen Anlage ein Kaltwind zugeführt wird, der in der hüttentechnischen Anlage zu einem Heißwind erhitzt wird, der seinerseits einer weiteren hüttentechnischen Anlage zugeführt wird, in der ein eisenhaltiges Eingangsprodukt zu einem eisenhaltigen Ausgangsprodukt verarbeitet wird, und dass das Gas der Heißwind ist. Eine derartige hüttentechnische Anlage wird oftmals als Hot Stove bezeichnet. In ihr erfolgt meist ein Beheizen von Steinen, die ihrerseits den Kaltwind zu Heißwind aufheizen. Die einer derartigen hüttentechnischen Anlage nachgeordnete weitere hüttentechnische Anlage ist oftmals ein Hochofen. Es sind aber auch andere Typen von weiteren hüttentechnischen Anlagen möglich.

**[0024]** Auch einer hüttentechnischen Anlage, ein Kaltwind zugeführt wird, der zu einem Heißwind erhitzt wird, kann der Prozessparameter nach Bedarf bestimmt werden. Insbesondere kann es sich bei dem Prozessparameter bei einer derartigen hüttentechnischen Anlage beispielsweise um eine Menge eines der hüttentechnischen Anlage zugeführten Brennstoffmaterials und/oder um eine Menge und/oder Zusammensetzung des der hüttentechnischen Anlage zugeführtem Kaltwindes handeln.

**[0025]** Die Aufgabe wird weiterhin durch ein Steuerprogramm mit den Merkmalen des Anspruchs 8 gelöst. Erfindungsgemäß bewirkt die Abarbeitung des Maschinencodes durch die Steuereinrichtung, dass die Steuereinrichtung die hüttentechnische Anlage gemäß einem erfindungsgemäßen Betriebsverfahren betreibt. Vorzugsweise bewirkt die Abarbeitung des Maschinencodes durch die Steuereinrichtung zugleich auch die Realisierung mindestens einer der vorteilhaften Ausgestaltungen des Betriebsverfahrens.

**[0026]** Die Aufgabe wird weiterhin durch eine Steuereinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst. Erfindungsgemäß ist die Steuereinrichtung mit einem erfindungsgemäßen Steuerprogramm programmiert, so dass die Steuereinrichtung die hüttentechnische Anlage im Betrieb gemäß einem erfindungsgemäßen Betriebsverfahren betreibt.

**[0027]** Die Aufgabe wird weiterhin durch eine hüttentechnische Anlage der Eisen- oder Stahlerzeugung mit den Merkmalen des Anspruchs 11 gelöst. Erfindungsgemäß ist die Steuereinrichtung der hüttentechnischen Anlage als erfindungsgemäße Steuereinrichtung ausgebildet, welche die hüttentechnische Anlage im Betrieb gemäß einem erfindungsgemäßen Betriebsverfahren betreibt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0028]** Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels, das im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert wird. Dabei zeigen:

- FIG 1 in abstrahierter Form eine hüttentechnische Anlage,
- FIG 2 ein Ablaufdiagramm,
- FIG 3 eine Partikelverteilung,
- FIG 4 mehrere miteinander zusammenwirkende hüttentechnische Anlagen,
- FIG 5 eine hüttentechnische Anlage,
- FIG 6 eine Modifikation der hüttentechnischen Anlage von FIG 5,
- FIG 7 eine weitere hüttentechnische Anlage und
- FIG 8 eine Anordnung einer Messsonde in einem Strömungsweg eines Gases.

Beschreibung der Ausführungsformen

**[0029]** FIG 1 zeigt in sehr abstrahierter Form eine hüttentechnische Anlage 1 der Eisen- oder Stahlerzeugung. Beim

Betrieb der Anlage 1 entsteht ein Gas 2. Das Gas 2 wird aus der hüttentechnischen Anlage 1 abgeführt. Das Abführen erfolgt über eine Ableitung 3. Die Ableitung 3 kann beispielsweise als Kamin, als Schornstein, als Leitungsrohr und auch auf andere Weise ausgebildet sein. Gemäß FIG 1 sind in dem Gas 2 Feststoffpartikel 4 enthalten, beispielsweise kleine Partikel aus Kohlenstoff. In vielen Fällen wird der hüttentechnischen Anlage 1 ein Wind 5 zugeführt. Der Wind 5 kann -

je nach Art der hüttentechnischen Anlage 1 - ein Heißwind oder ein Kaltwind sein.

**[0030]** Die Anlage 1 weist eine Steuereinrichtung 6 auf, welche die hüttentechnische Anlage 1 betreibt. Die Steuereinrichtung 6 ist mit einem Steuerprogramm 7 programmiert. Das Steuerprogramm 7 umfasst Maschinencode 8, der von der Steuereinrichtung 6 abarbeitbar ist. Aufgrund der Programmierung der Steuereinrichtung 6 mit dem Steuerprogramm 7 arbeitet die Steuereinrichtung 6 im Betrieb den Maschinencode 8 ab. Die Abarbeitung des Maschinencodes 8 durch die Steuereinrichtung 6 bewirkt, dass die Steuereinrichtung 6 die hüttentechnische Anlage 1 gemäß einem Betriebsverfahren betreibt, das nachstehend in Verbindung mit FIG 2 näher erläutert wird.

**[0031]** Gemäß FIG 2 steuert die Steuereinrichtung 6 die hüttentechnische Anlage 1 in einem Schritt S1 gemäß Prozessparametern P, welche die Steuereinrichtung 6 zuvor bestimmt hat. In einem Schritt S2 wird eine Probe des Gases 2 entnommen und in einem Schritt S3 analysiert. Mittels der Analyse der entnommenen Probe wird im Schritt S3 mindestens ein Analysewert n des Gases 2 bestimmt. In einem Schritt S4 für die Steuereinrichtung 6 mindestens einen der Prozessparameter P der hüttentechnischen Anlage 1 nach. Das Nachführen erfolgt aufgrund der Bestimmung des Analysewertes n mit dem Ziel, den mindestens einen Analysewert n des Gases 2 einem Sollwert  $n^*$  anzunähern. Vom Schritt S4 aus geht die Steuereinrichtung 6 wieder zum Schritt S1 über, so dass sie bei der erneuten Ausführung des Schrittes S1 den hüttentechnischen Prozess 1 gemäß dem im Schritt S4 ermittelten Wert des mindestens einen Prozessparameters P steuert.

**[0032]** Die Schritte S1 bis S4 werden von der Steuereinrichtung 6 iterativ immer wieder ausgeführt. Die Ausführung kann online bzw. quasi in Echtzeit erfolgen, also insbesondere unter Einbindung der anhand der entnommenen Proben ermittelten Analysewerte n in die Steuerung der hüttentechnischen Anlage 1.

**[0033]** Die Richtung und/oder das Ausmaß, in welche der mindestens eine Prozessparameter P nachgeführt werden muss, kann von der Steuereinrichtung 6 beispielsweise dadurch bestimmt werden, dass sie intern ein technologisches Modell des in der hüttentechnischen Anlage 1 ablaufenden hüttentechnischen Prozesses aufweist, mittels dessen sie den hüttentechnischen Prozess modelliert. Dem Modell können der Analysewert n und gegebenenfalls weitere Größen, die den aktuellen Zustand der hüttentechnischen Anlage 1 beschreiben, zugeführt werden. Als Ausgangsgröße kann das Modell den (neuen) Wert des mindestens einen Prozessparameters P ausgeben. Gegebenenfalls kann das technologische Modell durch statistische Modelle oder lernfähige Algorithmen (beispielsweise ein neuronales Netz) realisiert sein. Wiederum alternativ können in der Steuereinrichtung 6 Formeln oder Kennlinien hinterlegt sein, welche die funktionale Beziehung des Analysewertes n und des mindestens einen Prozessparameters P beschreiben. Die Kennlinien können gegebenenfalls mit Größen parametrisiert sein, die den aktuellen Zustand der hüttentechnischen Anlage 1 beschreiben. Auch eine Lookup-Table ist möglich.

**[0034]** Der mindestens eine Analysewert n kann eine auf eine vorbestimmte Menge des Gases 2 (beispielsweise einen Kubikmeter unter Normalbedingungen oder anderweitig definierten Bedingungen oder 1 kg) bezogene Anzahl an Feststoffpartikeln 4 in dem Gas 2 sein.

**[0035]** Es ist möglich, dass der mindestens eine Analysewert n unabhängig von der Größe der Feststoffpartikel 4 ist und lediglich die Gesamtanzahl an Feststoffpartikeln 4 angibt. In der Regel ist der mindestens eine Analysewert n jedoch auf die Anzahl an Feststoffpartikeln 4 bis zu einer vorbestimmten Maximalgröße oder auf die Anzahl an Feststoffpartikeln 4 zwischen einer Minimalgröße und einer Maximalgröße bezogen. Beispielsweise kann - siehe FIG 3 - ein Analysewert  $n = n_1$  ermittelt werden, der für die Anzahl an Feststoffpartikeln 4 bis zu einer Größe  $g_1$  charakteristisch ist. Eine definierte Untergrenze für die Größe der Feststoffpartikel 4, die in den Analysewert  $n = n_1$  eingehen, existiert nicht. Es kann jedoch sein, dass aus messtechnischen Gründen sehr kleine Feststoffpartikel 4 nicht mehr erfasst werden. Alternativ oder zusätzlich kann - siehe FIG 3 - ein Analysewert  $n = n_2$  ermittelt werden, der für die Anzahl an Feststoffpartikeln 4 ab einer Größe  $g_2$  bis zu einer Größe  $g_3$  charakteristisch ist. In diesem Fall existiert zusätzlich zu einer definierten Obergrenze  $g_3$  (Maximalwert) auch eine definierte Untergrenze  $g_2$  (Minimalwert) für die Größe der Feststoffpartikel 4. Es können auch mehrere Analysewerte n analog zum Analysewert  $n_1$  (also zwar mit definierter Obergrenze, aber ohne definierte Untergrenze) und/oder mehrere Analysewerte n analog zum Analysewert  $n_2$  (also mit definierter Untergrenze und definierter Obergrenze) ermittelt werden. Je nach Lage des Einzelfalls können sich die verschiedenen Größenbereiche überlappen oder disjunkt sein. Im letztgenannten Fall können sie aneinander angrenzen. In der Praxis ist es oftmals sinnvoll, jeweils einen eigenen Analysewert n für die Anzahl an Feststoffpartikeln 4 bis zu einer Größe von 50 nm (nucleation mode), für die Anzahl an Feststoffpartikeln 4 einer Größe zwischen 50 nm und 100 nm (Aitken mode) oder für die Anzahl an Feststoffpartikeln 4 einer Größe zwischen 100 nm und 1  $\mu\text{m}$  (accumulation mode) zu ermitteln.

**[0036]** Die Größen  $g_1$ ,  $g_2$  und  $g_3$  können von der Messmethode abhängen. Das Prinzip bleibt aber unabhängig von der Messmethode stets das gleiche.

**[0037]** FIG 4 zeigt eine hüttentechnische Anlage 9 und eine weitere hüttentechnische Anlage 10. Sowohl die hüttentechnische Anlage 9 als auch die hüttentechnische Anlage 10 sind hüttentechnische Anlagen 1 im Sinne der vorliegenden

Erfindung. Nachstehend werden für die hüttentechnische Anlage nach Bedarf die Bezugszeichen 1, 9 und 10 verwendet. Werden die Bezugszeichen 9 und 10 verwendet, ist die spezifische hüttentechnische Anlage von FIG 4 gemeint. Wird das Bezugszeichen 1 verwendet, wird allgemein auf eine hüttentechnische Anlage Bezug genommen.

**[0038]** Die hüttentechnische Anlage 9 ist eine hüttentechnische Anlage, der ein Kaltwind 11 zugeführt wird und von der ein Heißwind 12 abgeführt wird. Bei der hüttentechnischen Anlage 9 ist der Heißwind 12 das Gas 2 im Sinne der vorliegenden Erfindung. Zum Aufheizen (Erhitzen) des Kaltwindes 11 zu dem Heißwind 12 wird der hüttentechnischen Anlage 9 mindestens ein Brennmateriel 13 zugeführt, beispielsweise Kohle, Öl, Erdgas oder Wasserstoff. Durch Verbrennen des Brennmateriels 13 werden in der hüttentechnischen Anlage 9 angeordnete Wärmeübertrager 14 erhitzt, die ihrerseits den Kaltwind 11 zu dem Heißwind 12 aufheizen. Eine derartige hüttentechnische Anlage 9 ist Fachleuten unter dem Begriff "hot stove" bekannt.

**[0039]** Der hüttentechnischen Anlage 10 wird ein eisenhaltiges Eingangsprodukt 15 zugeführt. Das eisenhaltige Eingangsprodukt 15 wird in der hüttentechnischen Anlage 10 zu einem eisenhaltigen Ausgangsprodukt 16 verarbeitet. Beim Betrieb der hüttentechnischen Anlage 10 entsteht ein Abgas 17. Bei der hüttentechnischen Anlage 10 ist das Abgas 17 das Gas 2 im Sinne der vorliegenden Erfindung.

**[0040]** Gemäß FIG 4 ist die hüttentechnische Anlage 10 der hüttentechnischen Anlage 9 nachgeordnet in dem Sinne, dass der hüttentechnischen Anlage 10 der Heißwind 12 zugeführt wird, der von der hüttentechnischen Anlage 9 erzeugt wird. Der Heißwind 12 wird von der hüttentechnischen Anlage 10 im Rahmen der Verarbeitung des eisenhaltigen Eingangsprodukts 15 zu dem eisenhaltigen Ausgangsprodukt 16 verwertet.

**[0041]** Im Falle der hüttentechnischen Anlage 9 kann der Prozessparameter P eine Menge an Brennmateriel 13 sein, das der hüttentechnischen Anlage 9 zugeführt wird. Dies ist in FIG 5 durch eine Dosiereinrichtung 18 angedeutet, die in einer Zuführleitung 19 zum Zuführen des Brennmateriels 13 angeordnet ist und auf die der Prozessparameter P wirkt. Falls mehr als ein Brennmateriel 13 verwendet wird, beispielsweise Öl und Erdgas oder Kohle und Wasserstoff, kann alternativ oder zusätzlich zur Menge auch die Zusammensetzung bzw. Verteilung des Brennmateriels 13 eingestellt werden.

**[0042]** Alternativ oder zusätzlich kann der Prozessparameter P im Falle der hüttentechnischen Anlage 9 eine Menge an Kaltwind 11 sein, der der hüttentechnischen Anlage 9 zugeführt wird. Dies ist in FIG 5 durch ein Ventil 20 angedeutet, das in einer Zuführleitung 21 zum Zuführen des Kaltwindes 11 angeordnet ist und auf das der Prozessparameter P wirkt. Gegebenenfalls können der hüttentechnischen Anlage 9 entsprechend der Darstellung in FIG 6 auch Luft 22 und Sauerstoff 23 über getrennte Ventile 24 und eigene Zuführleitungen 25 zugeführt werden. In diesem Fall kann der Prozessparameter P nicht nur die Menge an Kaltwind 11, sondern auch dessen Zusammensetzung sein bzw. beeinflussen.

**[0043]** Im Falle der hüttentechnischen Anlage 10 kann der Prozessparameter P eine Menge Brennmateriel 26 sein, das der hüttentechnischen Anlage 10 zugeführt wird. Dies ist in FIG 7 durch ein Ventil 27 angedeutet, das in einer Zuführleitung 28 zum Zuführen des Brennmateriels 26 angeordnet ist und auf das der Prozessparameter P wirkt. Falls mehr als ein Brennmateriel 26 verwendet wird, kann - analog zum Brennmateriel 13 der hüttentechnischen Anlage 9 - alternativ oder zusätzlich zur Menge auch die Zusammensetzung bzw. Verteilung des Brennmateriels 26 eingestellt werden. Beispielsweise wird der hüttentechnischen Anlage 10 in vielen Fällen zusätzlich zu einem Haupt-Brennmateriel Kohlenstaub 29 zugeführt, beispielsweise in einen Prozessraum der hüttentechnischen Anlage 10 eingeblasen. In diesem Fall kann der Prozessparameter P auch eine Menge Kohlenstaub 29 sein, der der hüttentechnischen Anlage 10 zugeführt wird.

**[0044]** Alternativ oder zusätzlich kann der Prozessparameter P im Falle der hüttentechnischen Anlage 10 eine Menge an Heißwind 12 sein, der der hüttentechnischen Anlage 10 zugeführt wird. Dies ist in FIG 7 durch ein Ventil 30 angedeutet, das in einer Zuführleitung 31 zum Zuführen des Heißwindes 12 angeordnet ist und auf das der Prozessparameter P wirkt. Analog zu FIG 6 können der hüttentechnischen Anlage 10 auch Luft 22 und Sauerstoff 23 über getrennte Ventile und eigene Zuführleitungen zugeführt werden. In diesem Fall kann der Prozessparameter P nicht nur die Menge an Heißwind 12, sondern auch dessen Zusammensetzung sein bzw. beeinflussen.

**[0045]** Bei der hüttentechnischen Anlage 10 kommen als Prozessparameter P noch andere Größen in Frage. Beispielsweise erfolgt in vielen Fällen der Betrieb der hüttentechnischen Anlage 10 als sogenannter Batch-Betrieb, in dem der hüttentechnischen Anlage 10 von Zeit zu Zeit immer wieder eine jeweilige Charge des eisenhaltigen Ausgangsprodukts 16 entnommen wird. In derartigen Fällen kommt als Prozessparameter P auch ein Zeitpunkt in Frage, zu dem der hüttentechnischen Anlage 10 das eisenhaltige Ausgangsprodukt 16 entnommen wird.

**[0046]** Das Entnehmen der Proben des Gases 2 erfolgt gemäß FIG 8 mittels einer Messsonde 32. Die Messsonde 32 kann beispielsweise als Lanze ausgebildet sein, die nur temporär in den Strömungsweg des Gases 2 eingebracht wird. Alternativ kann die Messsonde 32 permanent im Strömungsweg des Gases 2 angeordnet sein. Der Ort, an dem die Messsonde 32 angeordnet ist bzw. wird, kann - unabhängig von der Art der hüttentechnischen Anlage 1 - gemäß FIG 8 (obere Darstellung der Messsonde 32) stets derart gewählt sein, dass die Messsonde 32 ausschließlich von dem Gas 2 (und den darin enthaltenen Feststoffpartikeln 4) umgeben ist und umströmt wird. In diesem Fall erfolgt bei der hüttentechnischen Anlage 10 die Probenentnahme aus einem Bereich des Strömungsweges des Gases 2, in dem sich

kein Teil des eisenhaltigen Eingangsprodukts 15 und/oder des eisenhaltigen Ausgangsprodukts 16 befindet. Die Probenentnahme erfolgt also "above burden". Bei der hüttentechnischen Anlage 10 ist es gemäß FIG 8 (untere Darstellung der Messsonde 32) jedoch in manchen Fällen auch möglich, dass der Ort, an dem die Messsonde 32 angeordnet ist bzw. wird, derart gewählt sein, dass die Messsonde 32 auch von dem eisenhaltigen Eingangsprodukt 15 und/oder dem eisenhaltigen Ausgangsprodukt 16 umgeben ist. In diesem Fall erfolgt bei der hüttentechnischen Anlage 10 die Probenentnahme aus einem Bereich des Strömungsweges des Gases 2, in dem sich ein Teil des eisenhaltigen Eingangsprodukts 15 und/oder des eisenhaltigen Ausgangsprodukts 16 befindet. Somit befindet sich, von der Messsonde 32 aus gesehen, stromabwärts des Strömungsweges des Gases 2 ein Teil des eisenhaltigen Eingangsprodukts 15 und/oder des eisenhaltigen Ausgangsprodukts 16. Die Probenentnahme erfolgt also "sub burden".

**[0047]** Die vorliegende Erfindung weist viele Vorteile auf. Insbesondere ergibt sich durch die Art der Auswertung ein verbesserter Einblick in den in der hüttentechnischen Anlage 1 ablaufenden hüttentechnischen Prozess, so dass der Betrieb der hüttentechnischen Anlage 1 verbessert werden kann. Das Kriterium, bezüglich dessen die Qualität des Betriebs der hüttentechnischen Anlage 1 bzw. des hüttentechnischen Prozesses bewertet wird, kann nach Bedarf sein. Es kann sich um einen Umwelteinfluss, um ein Qualitätsmerkmal beispielsweise eines erzeugten eisenhaltigen Ausgangsprodukts 16, um einen Energiebedarf (insbesondere an Brennmateriale 13, 26), um ein Ausmaß an Verschleiß der hüttentechnischen Anlage 1 und andere mehr handeln. Die erfindungsgemäße Vorgehensweise kann nach Bedarf alternativ oder zusätzlich zu Vorgehensweisen des Standes der Technik ausgeführt werden. Sie kann insbesondere in das sogenannte L2-System der hüttentechnischen Anlage 1 eingebunden werden.

**[0048]** Obwohl die Erfindung im Detail durch die bevorzugten Ausführungsbeispiele näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

#### Bezugszeichenliste

**[0049]**

|                    |                                       |
|--------------------|---------------------------------------|
| 1                  | Anlage                                |
| 2                  | Gas                                   |
| 3                  | Ableitung                             |
| 4                  | Feststoffpartikel                     |
| 5                  | Wind                                  |
| 6                  | Steuereinrichtung                     |
| 7                  | Steuerprogramm                        |
| 8                  | Maschinencode                         |
| 9                  | vorgeordnete hüttentechnische Anlage  |
| 10                 | nachgeordnete hüttentechnische Anlage |
| 11                 | Kaltwind                              |
| 12                 | Heißwind                              |
| 13, 26             | Brennmateriale                        |
| 14                 | Wärmeübertrager                       |
| 15                 | eisenhaltiges Eingangsprodukt         |
| 16                 | eisenhaltiges Ausgangsprodukt         |
| 17                 | Abgas                                 |
| 18, 27             | Dosiereinrichtungen                   |
| 20, 24, 30         | Ventile                               |
| 19, 21, 25, 28, 31 | Zuführleitungen                       |
| 22                 | Luft                                  |
| 23                 | Sauerstoff                            |
| 29                 | Kohlenstaub                           |
| 32                 | Messsonde                             |

|            |                  |
|------------|------------------|
| g1, g2, g3 | Größen           |
| n, n1, n2  | Analysewerte     |
| n*         | Sollwert         |
| P          | Prozessparameter |
| S1 bis S4  | Schritte         |

## Patentansprüche

1. Betriebsverfahren für eine hüttentechnische Anlage (1, 9, 10) der Eisen- oder Stahlerzeugung, bei deren Betrieb ein Gas (2) entsteht, in dem Feststoffpartikel (4) enthalten sind,

- wobei immer wieder Proben des Gases (2) entnommen werden und mittels einer Analyse der jeweils entnommenen Probe mindestens ein Analysewert (n) des Gases (2) bestimmt wird,  
 - wobei aufgrund der Bestimmung des Analysewertes (n) mindestens ein Prozessparameter (P) der hüttentechnischen Anlage (1, 9, 10) mit dem Ziel, den mindestens einen Analysewert (n) des Gases (2) einem Sollwert (n\*) anzunähern, nachgeführt wird,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** der mindestens eine Analysewert (n) eine auf eine vorbestimmte Menge des Gases (2) bezogene Anzahl an Feststoffpartikeln (4) ist.

2. Betriebsverfahren nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** der mindestens eine Analysewert (n) auf die Anzahl an Feststoffpartikeln (4) bis zu einer vorbestimmten Maximalgröße (g1) oder auf die Anzahl an Feststoffpartikeln (4) zwischen einer Minimalgröße (g2) und einer Maximalgröße (g3) bezogen ist.

3. Betriebsverfahren nach Anspruch 1 oder 2,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** der hüttentechnischen Anlage (10) ein eisenhaltiges Eingangsprodukt (15) zugeführt wird, das in der hüttentechnischen Anlage (10) zu einem eisenhaltigen Ausgangsprodukt (16) verarbeitet wird.

4. Betriebsverfahren nach Anspruch 3,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** der Prozessparameter (P) eine Menge und/Zusammensetzung eines der hüttentechnischen Anlage (10) zugeführten Brennmaterials (26), eine Menge und/oder Zusammensetzung eines der hüttentechnischen Anlage (10) zugeführten Heißwindes (12) und/oder ein Zeitpunkt ist, zu dem der hüttentechnischen Anlage (10) das eisenhaltige Ausgangsprodukt (16) entnommen wird.

5. Betriebsverfahren nach Anspruch 3 oder 4,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Proben mittels einer Messsonde (32) aus einem Bereich eines Strömungsweges des Gases (2) entnommen werden und dass sich stromabwärts des Bereiches ein Teil des eisenhaltigen Eingangsprodukts (15) und/oder des eisenhaltigen Ausgangsprodukts (16) befindet.

6. Betriebsverfahren nach Anspruch 1 oder 2,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** der hüttentechnischen Anlage (9) ein Kaltwind (11) zugeführt wird, der in der hüttentechnischen Anlage (9) zu einem Heißwind (12) erhitzt wird, der seinerseits einer weiteren hüttentechnischen Anlage (10) zugeführt wird, in der ein eisenhaltiges Eingangsprodukt (15) zu einem eisenhaltigen Ausgangsprodukt (16) verarbeitet wird, und dass das Gas (2) der Heißwind (12) ist.

7. Betriebsverfahren nach Anspruch 6,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** der Prozessparameter (P) eine Menge und/oder eine Zusammensetzung eines der hüttentechnischen Anlage (9) zugeführten Brennmaterials (13) und/oder eine Menge und/oder Zusammensetzung des an der hüttentechnischen Anlage (9) zugeführten Kaltwindes (11) ist.

8. Steuerprogramm für eine Steuereinrichtung (6) einer hüttentechnischen Anlage (1, 9, 10) der Eisen- oder Stahlerzeugung, bei deren Betrieb ein Gas (2) entsteht, in dem Feststoffpartikel (4) enthalten sind, wobei das Steuerprogramm Maschinencode (8) umfasst, der von der Steuereinrichtung (6) abarbeitbar ist, wobei die Abarbeitung des Maschinencodes (8) durch die Steuereinrichtung (6) bewirkt, dass die Steuereinrichtung (6) die hüttentechnische Anlage (1, 9, 10) gemäß einem Betriebsverfahren nach Anspruch 1 betreibt.

9. Steuerprogramm nach Anspruch 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Abarbeitung des Maschinencodes (8) durch die Steuereinrichtung (6) bewirkt, dass die Steuereinrichtung (6) die hüttentechnische Anlage (1, 9, 10) gemäß den zusätzlichen Merkmalen von Anspruch 2, Anspruch 4, Anspruch 5 und/oder Anspruch 7 betreibt.
10. Steuereinrichtung für eine hüttentechnische Anlage (1, 9, 10) der Eisen- oder Stahlerzeugung, bei deren Betrieb ein Gas (2) entsteht, in dem Feststoffpartikel (4) enthalten sind, wobei die Steuereinrichtung mit einem Steuerprogramm (7) nach Anspruch 8 oder 9 programmiert ist, so dass die Steuereinrichtung die hüttentechnische Anlage (1, 9, 10) im Betrieb gemäß einem Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 betreibt.
11. Hüttentechnische Anlage der Eisen- oder Stahlerzeugung, bei deren Betrieb ein Gas (2) entsteht, in dem Feststoffpartikel (4) enthalten sind, wobei die hüttentechnische Anlage eine Steuereinrichtung (6) nach Anspruch 10 aufweist, welche die hüttentechnische Anlage im Betrieb gemäß einem Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 betreibt.

FIG 1

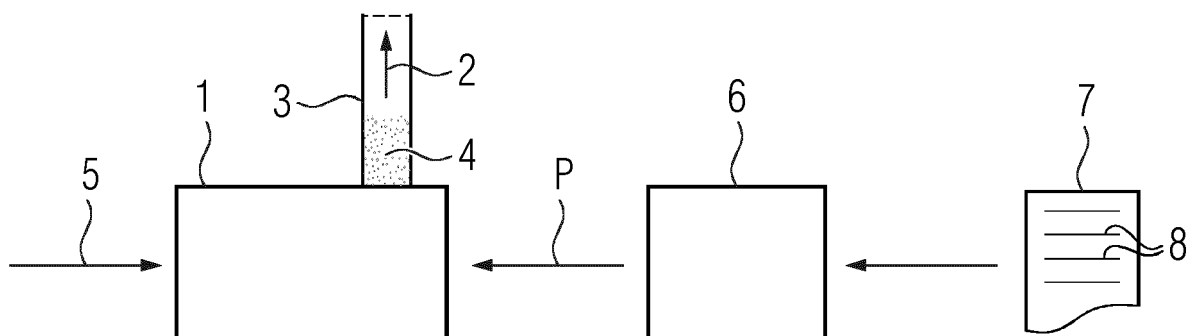


FIG 2

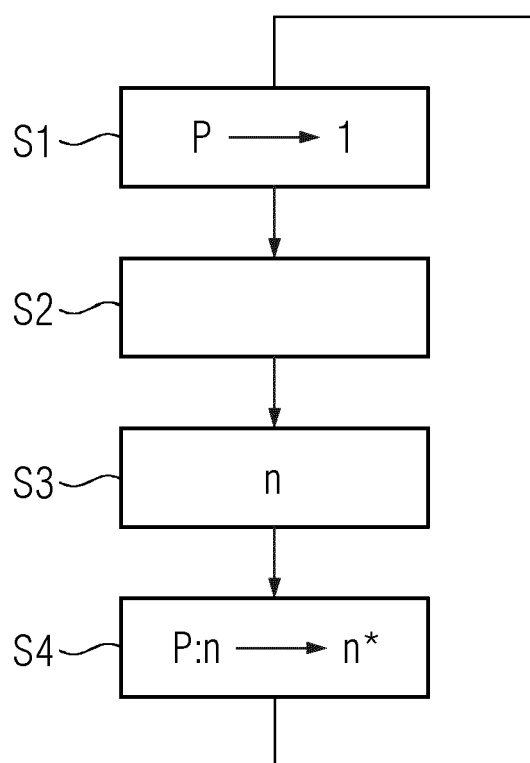


FIG 3

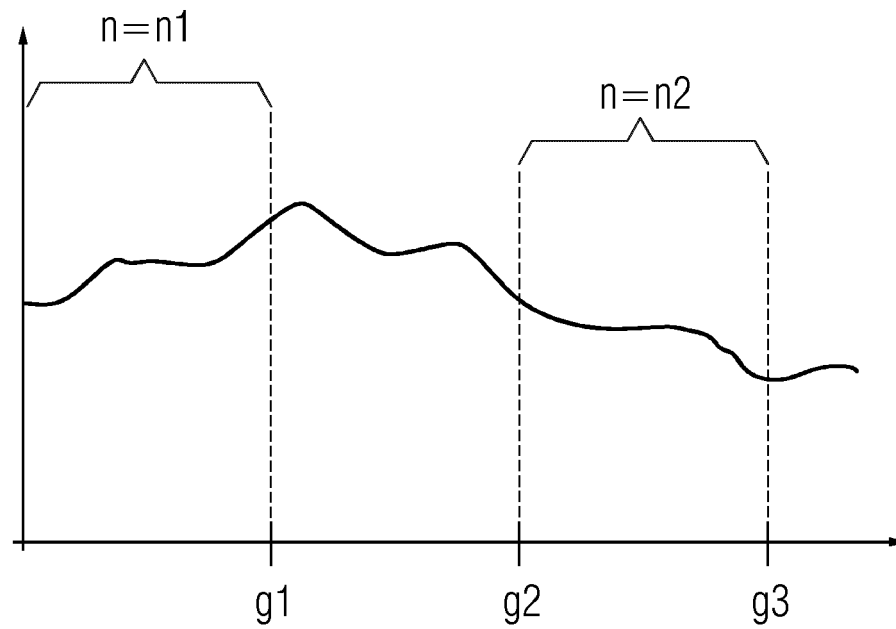


FIG 4

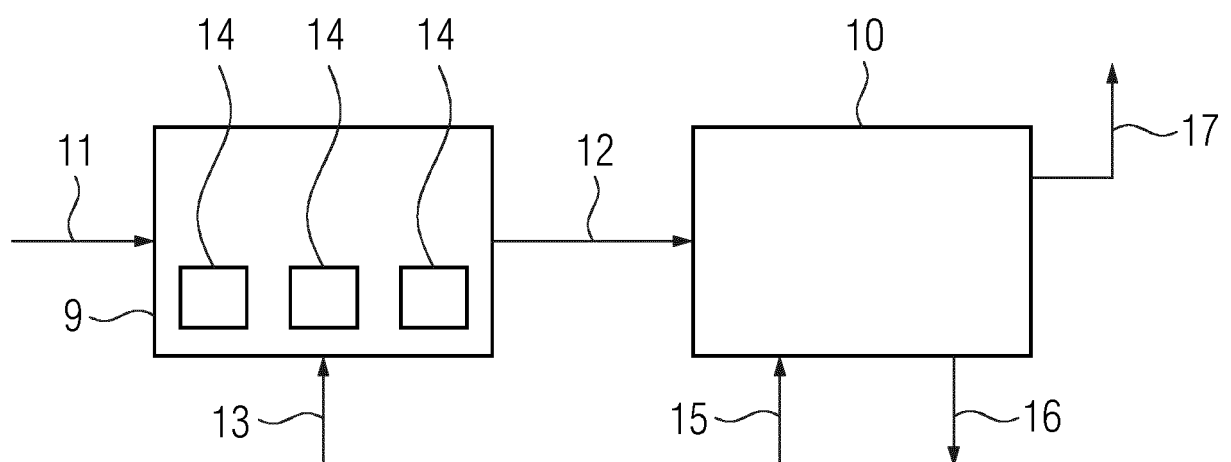


FIG 5

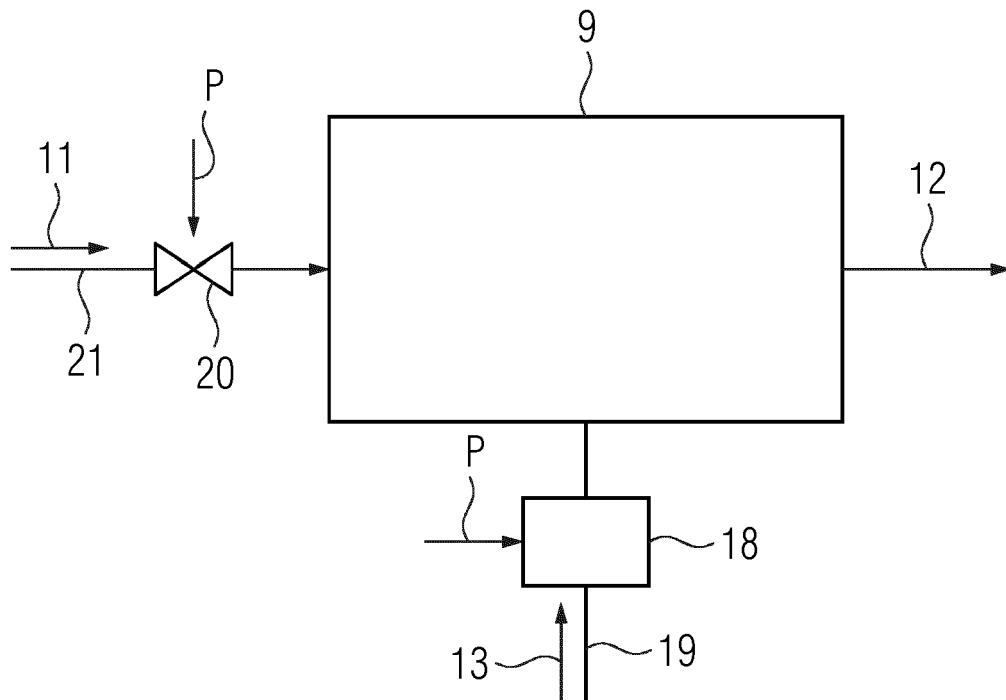


FIG 6

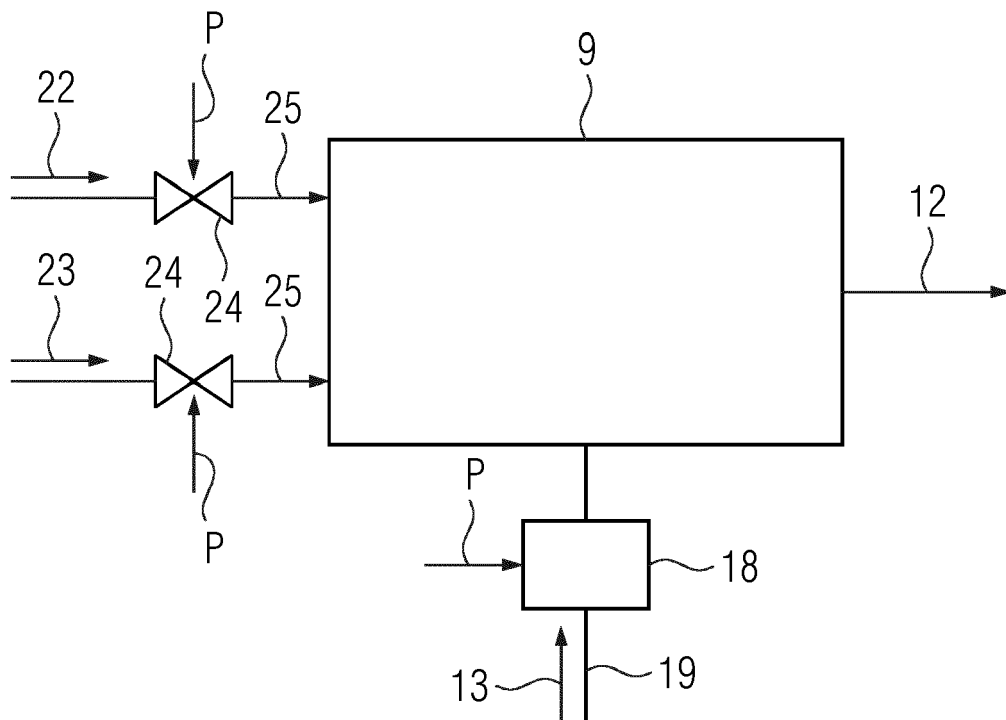


FIG 7

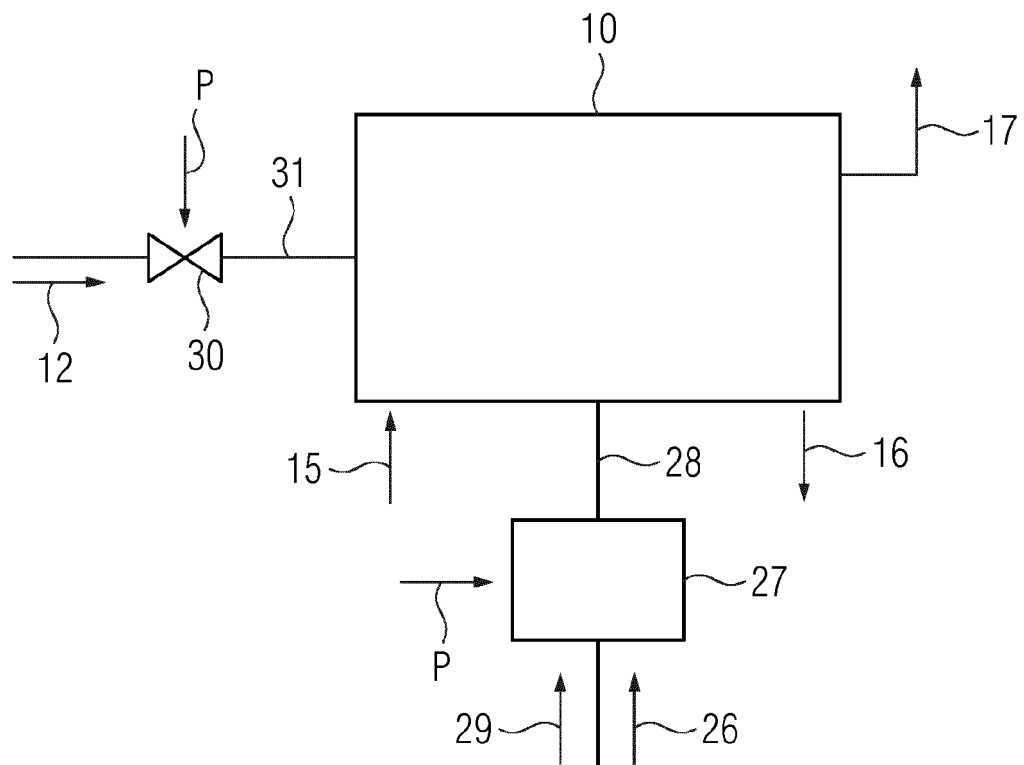
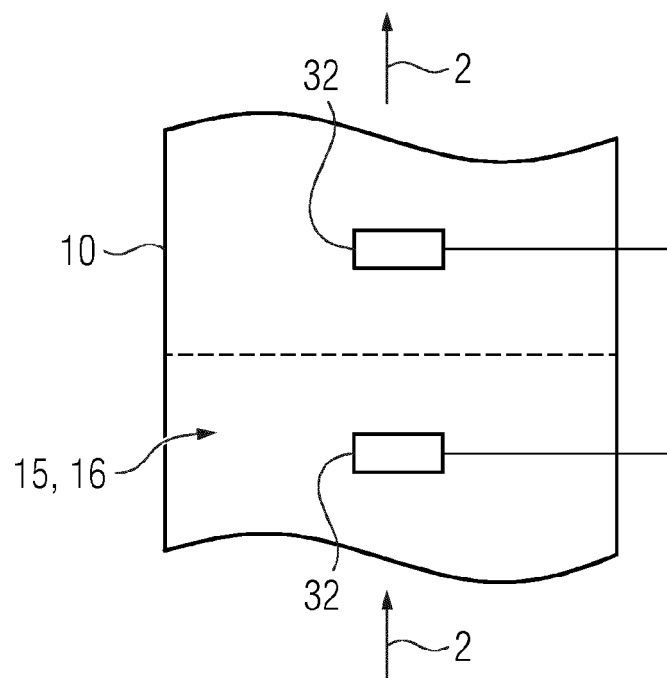


FIG 8





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 16 9730

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                         | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                                                         | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)         |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | US 2016/279646 A1 (AUFREITER PHILIPP [AT] ET AL) 29. September 2016 (2016-09-29)<br>* Absatz [0051] – Absatz [0083];<br>Abbildungen 1-4 *                                   | 1-11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | INV.<br>C21B5/00<br>F27D17/00<br>F27D19/00 |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | CN 108 778 461 A (PRIMETALS TECHNOLOGIES AUSTRIA GMBH)<br>9. November 2018 (2018-11-09)<br>* machine translation;<br>Absatz [Descriptionofthefigures];<br>Abbildungen 1,2 * | 1-11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                            |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | JP H10 130709 A (NIPPON STEEL CORP)<br>19. Mai 1998 (1998-05-19)<br>* Absatz [0011] – Absatz [0030]; Abbildung 1 *                                                          | 1-11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                            |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | JP H08 188807 A (NIPPON KOKAN KK)<br>23. Juli 1996 (1996-07-23)<br>* Machine translation;<br>Absatz [0008] – Absatz [0031]; Anspruch 1;<br>Abbildungen 1-6 *                | 1-11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)            |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | KR 102 387 984 B1 (AERIX CO LTD [KR])<br>18. April 2022 (2022-04-18)<br>* Machine translation;<br>Absatz [0031] – Absatz [0051]; Abbildungen 1-4 *                          | 1-11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | C21B<br>C21C<br>F27D                       |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | CN 217 351 426 U (BEIJING MCC LANTIAN TECH CO LTD) 2. September 2022 (2022-09-02)<br>* Machine translation;<br>Absatz [Detailedways]; Abbildungen 1,2 *                     | 1-11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                            |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                            |
| Recherchenort<br><b>Den Haag</b>                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                             | Abschlußdatum der Recherche<br><b>19. September 2023</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Prüfer<br><b>Desvignes, Rémi</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 : mündliche 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 |                                            |

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

EP 23 16 9730

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

19-09-2023

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentedokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| <b>US 2016279646 A1</b>                             | <b>29-09-2016</b>             | <b>CN 105992651 A</b>             | <b>05-10-2016</b>             |
|                                                     |                               | <b>EP 2873464 A1</b>              | <b>20-05-2015</b>             |
|                                                     |                               | <b>EP 3068540 A1</b>              | <b>21-09-2016</b>             |
|                                                     |                               | <b>JP 2016537189 A</b>            | <b>01-12-2016</b>             |
|                                                     |                               | <b>US 2016279646 A1</b>           | <b>29-09-2016</b>             |
|                                                     |                               | <b>WO 2015071151 A1</b>           | <b>21-05-2015</b>             |
| -----                                               |                               |                                   |                               |
| <b>CN 108778461 A</b>                               | <b>09-11-2018</b>             | <b>BR 112018068029 A2</b>         | <b>08-01-2019</b>             |
|                                                     |                               | <b>CN 108778461 A</b>             | <b>09-11-2018</b>             |
|                                                     |                               | <b>EP 3433002 A1</b>              | <b>30-01-2019</b>             |
|                                                     |                               | <b>RU 2018133590 A</b>            | <b>22-04-2020</b>             |
|                                                     |                               | <b>SI 3433002 T1</b>              | <b>31-08-2020</b>             |
|                                                     |                               | <b>WO 2017162394 A1</b>           | <b>28-09-2017</b>             |
| -----                                               |                               |                                   |                               |
| <b>JP H10130709 A</b>                               | <b>19-05-1998</b>             | <b>KEINE</b>                      |                               |
| -----                                               |                               |                                   |                               |
| <b>JP H08188807 A</b>                               | <b>23-07-1996</b>             | <b>KEINE</b>                      |                               |
| -----                                               |                               |                                   |                               |
| <b>KR 102387984 B1</b>                              | <b>18-04-2022</b>             | <b>KEINE</b>                      |                               |
| -----                                               |                               |                                   |                               |
| <b>CN 217351426 U</b>                               | <b>02-09-2022</b>             | <b>KEINE</b>                      |                               |
| -----                                               |                               |                                   |                               |

EPO FORM P0461

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