

(19)



REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(10) Nummer:

AT 408 233 B

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 87/2000
(22) Anmeldetag: 20.01.2000
(42) Beginn der Patentdauer: 15.02.2001
(45) Ausgabetag: 25.09.2001

(51) Int. Cl.⁷: **C22B 5/14**

C21B 13/14

(56) Entgegenhaltungen:
JP 57-117335A US 5149062A

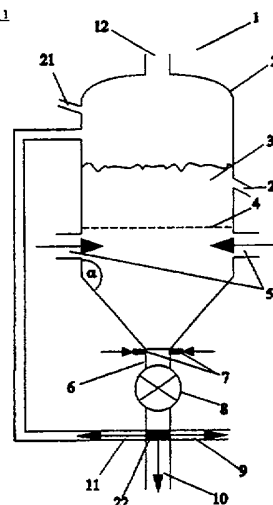
(73) Patentinhaber:
VOEST-ALPINE INDUSTRIEANLAGENBAU GMBH
& CO
A-4020 LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).

(72) Erfinder:
KEPPLINGER LEOPOLD WERNER DIPL.ING. DR.
LEONDING, OBERÖSTERREICH (AT).
ZIRNGAST JOHANN DIPL.ING. DR.
MARCHTRENK, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) WIRBELBETTAGGREGAT UND VERFAHREN ZUR REDUKTION VON OXIDHÄLTIGEM MATERIAL

(57) Die Erfindung betrifft ein Wirbelbetttaggregat 1 zur Reduktion von oxidhaltigem Feststoff-Material mittels einem Reduktionsgas, mit mindestens einem Wirbelbettreaktor 2 zur Aufnahme jeweils eines Wirbelbettes 3 oberhalb eines offenen Düsenrostes 4, mit jeweils mindestens einer Leitung 5 zum Einleiten des Reduktionsgases und jeweils mindestens einer Leitung 12 zum Ableiten eines Abgases, und jeweils mindestens einer Leitung 21 zum Einleiten der oxidhaltigen Feststoffe, und jeweils mindestens einer Leitung 20 zum Ableiten der zumindest teilweise reduzierten Feststoffe, sowie ein Verfahren zum Betreiben eines Wirbelbetttaggregates 1, wobei mindestens eine Leitung 5 zum Einleiten des Reduktionsgases seitlich am Wirbelbettreaktor unterhalb des offenen Düsenrostes, und mindestens eine Hilfsleitung 6 zum Ableiten von Feststoffe am unteren Ende des Wirbelbettreaktors vorgesehen ist. Damit wird auch bei plötzlichem Druckabfall der Reduktionsgaszuführung ein Verlegen der Reduktionsgaszuführungen verhindert, und ein unproblematischer Weiterbetrieb des Wirbelbetttaggregates gewährleistet.

Fig. 1



AT 408 233 B

Die Erfindung betrifft ein Wirbelbettaggregate zur Reduktion von oxidhaltigem Feststoff-Material mittels einem Reduktionsgas, mit mindestens einem Wirbelbettreaktor zur Aufnahme jeweils eines Wirbelbettes oberhalb eines offenen Düsenrostes, mit jeweils mindestens einer Leitung zum Einleiten des Reduktionsgases und jeweils mindestens einer Leitung zum Ableiten eines Abgases, und jeweils mindestens einer Leitung zum Einleiten der oxidhaltigen Feststoffe, und jeweils mindestens einer Leitung zum Ableiten der zumindest teilweise reduzierten Feststoffe, sowie ein Verfahren zum Betreiben eines Wirbelbettaggregate dieser Art.

Ein Wirbelbettaggregate bezeichnet dabei einen Satz von zusammenwirkenden einzelnen Maschinen, Apparaten oder Teilen, insbesondere einen oder mehrere getrennt von einander arbeitende, oder miteinander verbundene Wirbelbettreaktoren.

Ein Wirbelbettreaktor wiederum bezeichnet eine Vorrichtung in der eine physikalische oder chemische Reaktion abläuft, wobei definitionsgemäß jeweils ein Wirbelbettreaktor als geschlossene Einrichtung ein Wirbelbett aufnimmt.

Der Begriff offener Düsenrost bezeichnet eine Platte mit je nach Erfordernis ausgeführten Ausnehmungen, insbesondere Bohrungen, zum Einsatz in einem Wirbelbettreaktor. Dieser Düsenrost dient insbesondere der Erzeugung des Wirbelbettes.

Mit zunehmender Bedeutung einer umweltgerechten Erzeugung von Industriemetallen, sowie einer Abkehr vom Hochofen als alleinigem Aggregat zur Roheisenerzeugung wurden alternative Verfahren zur Behandlung metallischer, insbesondere oxidischer, Erze entwickelt. Einen besonderen Stellenwert in einer Vielzahl von Verfahren zur Metallerzeugung nimmt hierbei das Konzept der Direktreduktion mittels Wirbelbett ein.

Hierbei wird der Rohstoff, insbesondere das metallische Erz, in einer entsprechend aufbereiteten Form durch ein Träger- und Reduktionsgas in einem sogenannten Wirbelbett geführt. Durch die Bewegung der Feststoffteilchen im Reaktionsgas, und einem damit verbundenen steten Kontakt der Teilchen mit dem reduzierenden Medium wird einerseits eine hohe Reaktionsgeschwindigkeit, sowie andererseits ein hoher Prozeßwirkungsgrad erreicht.

Eine Einrichtung erwähnter Art zur Reduktion von oxidhaltigem Material ist nach AT405057B bekannt. Es handelt sich hierbei um einen Wirbelschichtreaktor mit erwähnten Merkmalen, der einzeln oder in einer Kolonne betrieben wird, und eine Reduktionsgaszuführung am unteren Ende des Reaktors, also durch den Boden des Reaktors, vorsieht. Im Betrieb treten jedoch Schwierigkeiten bei einem plötzlichen Druckabfall in der Reduktionsgaszuführung auf. In diesem Fall bricht das Wirbelbett zusammen, worauf die Feststoffteilchen durch den offenen Düsenrost fallen, sich im unteren Teil des Reaktors ansammeln, und die weitere Reduktionsgaszuführung, und damit einen weiteren Betrieb des Wirbelbettes behindern.

Verschiedene Einrichtungen im Stand der Technik zielen auf eine Verbesserung der Strömungsverhältnisse im Wirbelbettaggregate hin. So wird in WO9855218 A1 eine Einrichtung mit einer durch verschiedene Mittel auf strömungstechnische Bedürfnisse hin verbesserten Luftkammer ausgeführt, die im wesentlichen ein gleichmäßigeres Wirbelbett erreicht. Abgesehen davon, dass diese Einrichtung in ihrer Anschaffung bedeutend mehr Kosten verursacht als eine herkömmliche Konstruktion, bleibt das problematische Verhalten, angesichts eines massiven Druckabfalls, zwar in beschränktem Ausmaß, aber weiterhin bestehen.

Gemäß US3205065A ist ein Prozess zur Reduktion von Eisenoxiden bekannt, welcher sich eines neuartigen Reduktionsreaktors bedient. Dabei befinden sich innerhalb eines Reaktors mehrere Wirbelbetten, wobei der metallische Rohstoff diese Wirbelbetten, vereinfacht dargestellt, sequentiell durchläuft. Bei Druckabfall in der maßgeblichen Reduktionsgaszuführung tritt jedoch auch in diesem Fall ein Versagen des Aggregates ein.

US5149062A lehrt ein Wirbelbettaggregate, wobei das Reduktionsgas seitlich unterhalb des Düsenrostes in eine Windkammer eingeleitet wird. Diese Anlage erweist sich im Betrieb, insbesondere bei einem Druckabfall in der Reduktionsgaszuführung als nicht zweckmäßig.

US3428446A hat einen weiteren Prozess zur Direktreduktion von Eisenoxiden zum Inhalt, wobei abermals ein Reaktor mehrere Wirbelbetten enthält. Bei Druckabfall der maßgeblichen Reduktionsgaszuführung tritt dabei wiederum ein Versagen des Aggregates ein.

Der Vollständigkeit halber sei an dieser Stelle ein nach US4934282A bekannter Verbrennungsreaktor erwähnt. Dieser Verbrennungsreaktor besitzt spezielle für diesen Zweck geeignet mit einer Abdeckung versehene Düsen, wodurch eine gravierende Behinderung der Gaszuführung

unmöglich wird. Durch die Anbringung einer derartigen Abdeckung können jedoch keine staubbeladenen Gase, wie bei einem Direktreduktionsreaktor üblich, durch diese Düsen eingeblasen werden.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, sowie ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 13 zu entwickeln, dass die gemeinsame Zuführung von feinem Erz und Reduktionsgasen zur Erzeugung einer Wirbelschicht, und einen störungsfreien Betrieb des Wirbelbettes ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass mindestens eine Leitung zum Einleiten des Reduktionsgases seitlich am Wirbelbettreaktor unterhalb des offenen Düsenrostes, und mindestens eine Hilfsleitung zum Ableiten von Feststoffen am unteren Ende des Wirbelbettreaktors vorgesehen ist.

Ebenso wird die oben angeführte Aufgabe durch ein Verfahren gelöst, bei welchem zur Erzeugung eines Wirbelbettes Reduktionsgas seitlich am Wirbelbettreaktor unterhalb des offenen Düsenrostes zugeführt wird, und am unteren Ende des Wirbelbettreaktors unterhalb des offenen Düsenrostes angesammelte Feststoffe abgeleitet werden.

Die Verwendung eines offenen Düsenrostes ermöglicht eine gemeinsame Zuführung von feinem Erz und Reduktionsgasen, wie bei Wirbelbettreaktoren insbesondere bei Betrieb in der Kolonne üblich. Dadurch, dass die Leitungen zum Einleiten des Reduktionsgases seitlich am Wirbelbettreaktor unterhalb des offenen Düsenrostes vorgesehen sind, und aus diesem Grund nicht verlegt werden können, wird ein längerfristiger Stillstand des Aggregates bei plötzlichem Druckabfall in der Reduktionsgaszuleitung verhindert. Der Anteil von Festkörpern, der sich bei Druckabfall im unteren Teil des Wirbelbettreaktors unterhalb des offenen Düsenrostes ansammelt und dort agglomeriert, wird durch eine Hilfsleitung zum Ableiten von Feststoffen am unteren Ende des Wirbelbettreaktors einer weiteren Verwertung zugeführt.

Abgestimmt auf die technischen Erfordernisse können eine oder mehrere Leitungen zum Einleiten eines Reduktionsgases vorgesehen werden. Besonders vorteilhaft ist diesbezüglich die Anbringung zweier Leitungen seitlich unterhalb des Düsenrostes. Diese beiden Leitungen teilen in vorteilhafter Weise den Umfang des Reaktorquerschnittes, der je nach Begebenheit vorzugsweise annähernd kreisrund, elliptisch oder polygon ausgeführt ist, in zwei gleich große Teile. Dabei sind die Leitungen in einer Weise angebracht, daß sie in vorteilhafter Weise entweder annähernd radial oder annähernd tangential in den Reaktor einmünden. So wird im ersten Fall ein annähernd radialer Gasstrom (mit Feststoffanteilen) im zweiten Fall ein annähernd tangentialer Gasstrom (mit Feststoffanteilen) bewirkt.

Eine besonders bevorzugte Ausführungsform des Erfindungsgegenstandes ist weiters eine Ausführung mit vier Leitungen zum Einleiten von Reduktionsgas seitlich unterhalb des Düsenrostes. In diesem Fall teilen die Leitungen in vorteilhafter Weise den Umfang des Reaktors in vier annähernd gleiche Teile. Dabei sind die Leitungen abermals in einer Weise angebracht, daß sie in vorteilhafter Weise entweder annähernd radial oder annähernd tangential in den Reaktor einmünden. So wird im ersten Fall ein annähernd radialer Gasstrom (mit Feststoffanteilen) im zweiten Fall ein annähernd tangentialer Gasstrom (mit Feststoffanteilen) bewirkt.

Durch die Möglichkeiten zur Gaseinleitung wie im vorigen Absatz ausgeführt, wird eine homogene und für den Betrieb überaus günstige Strömungscharakteristik im Wirbelbett erzeugt. Neben den angeführten gibt es eine Anzahl von weiteren Möglichkeiten die Leitungen am Reaktor seitlich zu positionieren, beispielsweise in unterschiedlichen Höhen am Reaktor.

Einem Merkmal der Erfindung zufolge ist die Hilfsleitung zum Ableiten von Feststoffen am unteren Ende des Wirbelbettreaktors mit einer Leitung zum Einleiten von Feststoffen, auch interne Leitung genannt, desselben Wirbelbettreaktors verbunden. Diese Bauform erweist sich insbesondere dann als nützlich, wenn durch einen Druckabfall in der Reduktionsgaszuleitung ein Teil der, beispielsweise teilreduzierten, Feststoffe durch den Düsenrost fällt, sich im unteren Teil des Wirbelbettreaktors sammelt, und in weiterer Folge dem Wirbelbett nicht weiter ausgesetzt ist. In diesem Fall werden die gesammelten teilreduzierten Feststoffe über die Hilfsleitung zum Ableiten von Feststoffen abgeleitet, und durch besagte interne Leitung an das Wirbelbett rückgeführt.

Grundsätzlich muß an dieser Stelle festgestellt werden, dass sich der im Erfindungsgegenstand geschilderte Wirbelbettreaktor für einen Betrieb in der Kolonne, d. h., dass mehrere miteinander verbundene Reaktoren gemeinsam betrieben werden, eignet. Dabei wird beispielsweise die

Leitung zum Ableiten der Abgase eines Reaktors mit der Leitung zum Einleiten der Reduktionsgase eines weiteren Reaktors, und/oder die Leitung zum Ableiten von Feststoffen eines Reaktors mit der Leitung zum Einleiten von Feststoffen eines weiteren Reaktors verbunden. Auf diese Weise werden einerseits die Abgase eines Wirbelbettreaktors als Reduktionsgase eines weiteren Wirbelbettreaktors weiter verwendet, und andererseits die bereits (teil-)reduzierten Feststoffe einer weiteren Reduktion unterzogen.

Es sind hierbei sowohl Möglichkeiten zum vollständigen oder teilweise seriellen oder parallelen Betrieb der Reaktoren gegeben.

Gemäß einem weiteren Merkmal ist an mindestens einer Hilfsleitung zum Ableiten von Feststoffen am unteren Ende des Wirbelbettreaktors ein Absperrorgan und/oder eine Fördereinrichtung angebracht, das/die durch einen geeigneten Mechanismus betätigt wird. Durch diese Einrichtung ist es möglich den Wirbelbettreaktor von unterhalb des offenen Düsenrostes angesammeltem Material zu entleeren, und je nach Erfordernis und den anlagentechnischen Möglichkeiten zu entscheiden, ob die Feststoffe in den Reaktor rückgeführt, in einen weiteren Wirbelbettreaktor zur weiteren Reduktion eingebracht, oder einem nächsten Schritt der Metallherstellung zugeführt werden.

Dabei ist in einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ein Mittel zur Einbringung von Transportgas im Bereich der Hilfsleitung zum Ableiten von Feststoffen vorgesehen, wodurch das durch die Hilfsleitung abtransportierte Material weiterbefördert, insbesondere in den Reaktor rückgeführt, werden kann. Das verwendete Transportgas zeichnet sich durch einen niedrigen Oxidationsgrad aus. Die besagte Rückführung kann dabei durch eine speziell dafür vorgesehene Leitung, oder durch Einschleusen des Materials in eine vorhandene Leitung zum Einleiten von oxidhaltigen Feststoffen durchgeführt werden. Daneben kann dieses Mittel zur Einbringung von Transportgas auch die Funktion einer Schleuse erfüllen, und auf diese Weise den Fluß des durch die Hilfsleitung abtransportierten Materials steuern.

Weiters wird die Ableitung von Feststoffen durch die Hilfsleitung vereinfacht, wenn der Reaktor im Bereich unterhalb des Düsenrostes zumindest teilweise trichterförmig ausgebildet ist und die Hilfsleitung zum Ableiten der reduzierten bzw. teilreduzierten Feststoffe im Bereich der tiefsten Stelle dieser Trichterform angeordnet ist, wobei die Neigung des trichterförmigen Abschnittes so groß gewählt wird, daß das Feststoff-Material durch die Schwerkraft selbsttätig in die Leitung abfließt, vorzugsweise schließen die Reaktorwände mit dem trichterförmigen Teil des Reaktors einen Winkel grösser als 120 Grad ein.

Die Erfindung sieht in einer weiteren Ausführungsform die Anbringung von einer oder mehreren Gaszuleitungen an der Leitung zum Ableiten der teilreduzierten Feststoffe vor, wodurch das Fließverhalten der abzuleitenden Feststoffe verbessert, und damit ein Abtransport erleichtert wird.

Im folgenden werden nicht einschränkende Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch ein Wirbelbettaggregat mit einem Wirbelbettreaktor zur Reduktion von oxidhaltigem Feststoff-Material, ausgestattet mit einer Leitung zur Rückführung von teilreduzierten Feststoffanteilen des Wirbelbettreaktors

Fig. 2 schematisch eine Auswahl an Möglichkeiten zur seitlichen Einbringung von Reduktionsgasen

Fig. 3 schematisch ein Wirbelbettaggregat mit zwei Wirbelbettreaktoren zur Reduktion von oxidhaltigem Feststoff-Material, wobei die Abgase eines ersten Reaktors als Reduktionsgase für einen zweiten Reaktor verwendet werden

Ein in **Fig. 1** dargestelltes Ausführungsbeispiel eines Wirbelbettaggregates **1** umfasst einen Wirbelbettreaktor **2**, mit einem Wirbelbett **3**, einen im unteren Drittel des Wirbelbettreaktors befindlichen offenen Düsenrost **4**, zwei Leitungen **5** zum Einleiten eines Reduktionsgases, eine Hilfsleitung **6** zum Ableiten von Feststoffen am unteren Ende des Wirbelbettreaktors, zwei oder mehrere Gaszuleitungen **7** zur Verbesserung des Fließverhaltens der Feststoffe im Bereich der Hilfsleitung **6** zum Ableiten von Feststoffen, ein Absperrorgan oder eine Fördereinrichtung, beispielsweise eine Zellenradschleuse **8**, zur Ableitung der Feststoffe aus dem Wirbelbettreaktor, eine Leitung **9**, auch externe Leitung genannt, zum Transport der Feststoffe in einen weiteren Wirbelbettreaktor, eine Leitung **10**, auch Dump-line genannt, zum Transport der Feststoffe zu einer weiteren, insbesondere metallurgischen, Behandlung, weiters eine Leitung **11**, auch interne Leitung genannt, zum

Rücktransport der Feststoffe in das ursprüngliche Wirbelbett **3**, eine Leitung **12** zum Ableiten der Abgase, eine Leitung **21** zum Einleiten der Feststoffe in den Wirbelbettreaktor, und eine Leitung **20** zum Ableiten der Feststoffe aus dem Wirbelbettreaktor. Die senkrechten Wände des Reaktors schließen mit dem trichterförmigen Teil des Reaktors einen Winkel α , der vorzugsweise größer als 120 Grad ist, ein.

Die dargestellten Komponenten des Wirbelbettaggregates wechselwirken nun auf folgende Art und Weise miteinander:

Durch eine Leitung **21** zum Einleiten der Feststoffe in den Wirbelbettreaktor wird oxidhaltiges Material in den Wirbelbettreaktor eingebracht. Durch Einleiten eines Reduktionsgases durch eine Leitung **5** wird dieses Material einer Reduktion unterzogen. Dabei erzeugt das eingeleitete Reduktionsgas mittels einem speziell für diesen Zweck ausgeführten Düsenrost **4** ein sogenanntes Wirbelbett **3**, wodurch der charakteristische Kontakt des oxidhaltigen Materials mit dem Reduktionsgas erreicht wird.

Ist die Reduktion des oxidhaltigen Materials in diesem Wirbelbettreaktor abgeschlossen, wird das reduzierte Material über die Leitung **20** abgeleitet. Bei Ausfall oder massivem Druckabfall der Reduktionsgaszuführung sammelt sich unterhalb des offenen Düsenrostes **4**, zumeist nur teilweise reduziertes oxidhaltiges, Material an. Ist die Reduktion des oxidhaltigen Materials auf diese Weise unterbrochen, wird das Material über eine Hilfsleitung **6** durch ein Absperrorgan und/oder eine Fördereinrichtung **8** und je nach Erfordernis entweder über eine Leitung **10** ausgebracht, oder über eine Leitung **9** einem weiteren Wirbelbettreaktor zugeführt, oder aber mittels einer Leitung **11** wieder an das ursprüngliche Wirbelbett rückgeführt. Dabei wird über ein Mittel zur Einbringung von Transportgas **22** Transportgas, das durch einen niedrigen Oxidationsgrad gekennzeichnet ist, beispielsweise Inertgas, eingebracht, welches zum Transport des über die Hilfsleitung abtransportierten Materials dient. Außerdem erfüllt das Mittel zur Einbringung von Transportgas auch die Funktion einer Schleuse, wodurch man den Stofffluss gezielt steuern kann. So wird beispielsweise bei einer Einstellung das abtransportierte, insbesondere teilreduzierte, Material durch Transportgas ausschließlich durch die interne Leitung **11** an das Wirbelbett rückgeführt, wohingegen bei einer zweiten Einstellung das abtransportierte, insbesondere teilreduzierte, Material durch Transportgas ausschließlich durch die externe Leitung **9** einem weiteren Wirbelbett zur weiteren Reduktion zugeführt wird, oder aber es wird bei einer dritten Einstellung dieses Mittels das Material über eine Dump-line **10** einer weiteren Verwertung zugeführt. Über Gaszuleitungen **7** werden weiters Spülmittel, vorzugsweise Spülgase, zur Verbesserung der Fluidität der Feststoffpartikel zugeführt.

Fig. 3 stellt eine Ausführungsform eines Wirbelbettaggregates, welches zwei Reaktoren **2** umfaßt, dar. Insbesondere wird dabei Abgas aus einem ersten Reaktor **19** in einen zweiten Reaktor **2** über eine Leitung **17** zur Verwendung als Reduktionsgas überführt. Der Verfahrensablauf sowie die Wechselwirkung der einzelnen Komponenten des Wirbelbettaggregates unterscheiden sich sonst nicht wesentlich von der zu **Fig. 1** ausgeführten Weise.

In **Fig. 2** werden verschiedene Ausführungsformen der seitlichen Reduktionsgaseinleitung in einem Höhenquerschnitt des Wirbelbettreaktors dargestellt. Grundsätzlich ist eine seitliche Reduktionsgaseinleitung auf verschiedene Arten möglich, wobei als Ziel jeweils die Erreichung eines möglichst homogenen Wirbelbettes im Vordergrund steht. Dabei unterscheidet man im wesentlichen zwischen Ausführungsformen in Abhängigkeit von der Anzahl der Reduktionsgasleitungen, und Ausführungsformen mit gleicher Anzahl von Reduktionsgasleitungen, aber anderer Anordnung derselben am Umfang des Wirbelbettreaktors (siehe **Fig. 2**).

Besonders vorteilhaft sind radiale Anordnungen der Reduktionsgaseinleitungen, wodurch im Einlaßbereich des Reduktionsgases eine radiale Strömung erzeugt wird. Dabei kann beispielsweise eine einzelne Gaszuführung wie in **14**, können zwei Gaszuführungen wie in **16**, oder vier Gaszuführungen, wie in **13** vorgesehen werden. Jedoch auch eine höhere Anzahl von Reduktionsgaseinleitungen, sowie Zuleitungen auf verschiedenen Höhenebenen sind verwirklichtbar.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel zeigt eine tangentiale Reduktionsgaseinleitung **15**. Dabei wird, zumindest im Einlaßbereich des Reduktionsgases eine tangentiale Gasströmung erzeugt.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Wirbelbettaggregat (1) zur Reduktion von oxidhaltigem Feststoff-Material mittels einem Reduktionsgas, mit mindestens einem Wirbelbettreaktor (2) zur Aufnahme jeweils eines Wirbelbettes (3) oberhalb eines offenen Düsenrostes (4), mit jeweils mindestens einer Leitung (5) zum Einleiten des Reduktionsgases und jeweils mindestens einer Leitung (12) zum Ableiten eines Abgases, und jeweils mindestens einer Leitung (21) zum Einleiten der oxidhaltigen Feststoffe, und jeweils mindestens einer Leitung (20) zum Ableiten der zumindest teilweise reduzierten Feststoffe, und jeweils mindestens einer Leitung (5) zum Einleiten des Reduktionsgases seitlich am Wirbelbettreaktor unterhalb des offenen Düsenrostes, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Hilfsleitung (6) zum Ableiten von Feststoffen am unteren Ende des Wirbelbettreaktors vorgesehen ist.
2. Wirbelbettaggregat nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Anzahl von Leitungen (5) zum Einleiten des Reduktionsgases vorgesehen sind, die in mindestens einer Höhenebene über den Umfang des Wirbelbettreaktors (2) verteilt sind.
3. Wirbelbettaggregat nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitungen (5) zum Einleiten des Reduktionsgases in regelmäßigen Abständen zueinander über den Umfang des Wirbelbettreaktors (2) verteilt sind.
4. Wirbelbettaggregat nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitungen (5) zum Einleiten des Reduktionsgases bezüglich des horizontalen Querschnittes des Wirbelbettreaktors im wesentlichen in radialer Richtung in den Wirbelbettreaktor (2) einmünden.
5. Wirbelbettaggregat nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitungen (5) zum Einleiten des Reduktionsgases bezüglich des horizontalen Querschnittes des Wirbelbettreaktors im wesentlichen in tangentialer Richtung in den Wirbelbettreaktor (2) einmünden.
6. Wirbelbettaggregat nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Entleerung des Wirbelbettreaktors (2) von unterhalb des Düsenrostes angesammeltem Material durch eine Hilfsleitung (6) zum Ableiten von Feststoffen, mindestens ein Absperrorgan und/oder eine Fördereinrichtung (8) vorgesehen sind/ist.
7. Wirbelbettaggregat nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** an zumindest einer Hilfsleitung (6) zum Ableiten von Feststoffen eine oder mehrere Gaszuleitungen (7), zur Verbesserung des Fließverhaltens der Feststoffe beim Ableiten vorgesehen sind.
8. Wirbelbettaggregat nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Wirbelbettaggregat (1) aus mindestens zwei Wirbelbettreaktoren (2, 19) besteht.
9. Wirbelbettaggregat nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitung zum Ableiten der Abgase (18) eines Reaktors mit der Leitung (17) zum Einleiten der Reduktionsgase eines weiteren Reaktors verbunden ist.
10. Wirbelbettaggregat nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hilfsleitung (6) zum Ableiten von Feststoffen eines Reaktors mit der Leitung (21) zum Einleiten von Feststoffen eines weiteren Reaktors verbunden ist.
11. Wirbelbettaggregat nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hilfsleitung (6) zum Ableiten von Feststoffen eines Reaktors mit einer Leitung (11) zum Einleiten von Feststoffen desselben Reaktors verbunden ist.
12. Wirbelbettaggregat nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Reaktor (2) im Bereich des Düsenrostes (4) zumindest teilweise trichterförmig ausgebildet ist, und die Hilfsleitung (6) zum Ableiten von Feststoffen im Bereich der tiefsten Stelle dieser Trichterform angeordnet ist.
13. Verfahren zum Betreiben eines Wirbelbettaggregates (1) zur Reduktion von oxidhaltigem Feststoff-Material mittels eines Reduktionsgases, in mindestens einem Wirbelbettreaktor (2) zur Aufnahme jeweils eines Wirbelbettes (3) oberhalb eines offenen Düsenrostes (4), wobei diesem Wirbelbettreaktor ein Reduktionsgas zugeführt und Abgas abgeleitet, sowie oxydhaltiger Feststoff zugeführt und zumindest teilweise reduzierter Feststoff abgeleitet

wird, und zur Erzeugung eines Wirbelbettes Reduktionsgas seitlich am Wirbelbettreaktor unterhalb des offenen Düsenrostes zugeführt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** am unteren Ende des Wirbelbettreaktors (1) unterhalb des offenen Düsenrostes angesammelte Feststoffe über mindestens eine Hilfsleitung (6) abgeleitet werden.

- 5 14. Verfahren zum Betreiben eines Wirbelbettaggregates (1) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** unterhalb des Düsenrostes angesammelte Feststoffe durch Betätigung eines Absperrorgans und/oder einer Fördereinrichtung (8) durch eine Hilfsleitung (6) am unteren Ende des Wirbelbettreaktors abgeleitet werden.
- 10 15. Verfahren zum Betreiben eines Wirbelbettaggregates nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die durch eine Hilfsleitung (6) abgeleiteten Feststoffe demselben Wirbelbettreaktor (2) zur weiteren Reduktion rückgeführt werden.
16. Verfahren zum Betreiben eines Wirbelbettaggregates nach einem oder mehreren der Ansprüche 13 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die durch eine Hilfsleitung (6) abgeleiteten Feststoffe einem weiteren Wirbelbettreaktor (19) zugeführt werden.
- 15 17. Verfahren zum Betreiben eines Wirbelbettaggregates nach einem oder mehreren der Ansprüche 13 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die durch eine Hilfsleitung (6) abgeleiteten Feststoffe einer Weiterverarbeitung zugeführt werden.
18. Verfahren zum Betreiben eines Wirbelbettaggregates nach einem oder mehreren der Ansprüche 13 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Reduktionsgas beim Eintritt in den Wirbelbettreaktor im wesentlichen radial nach innen geführt wird.
- 20 19. Verfahren zum Betreiben eines Wirbelbettaggregates nach einem oder mehreren der Ansprüche 13 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Reduktionsgas beim Eintritt in den Wirbelbettreaktor im wesentlichen tangential an den Reaktorwänden entlang geführt wird.

25

HIEZU 2 BLATT ZEICHNUNGEN

30

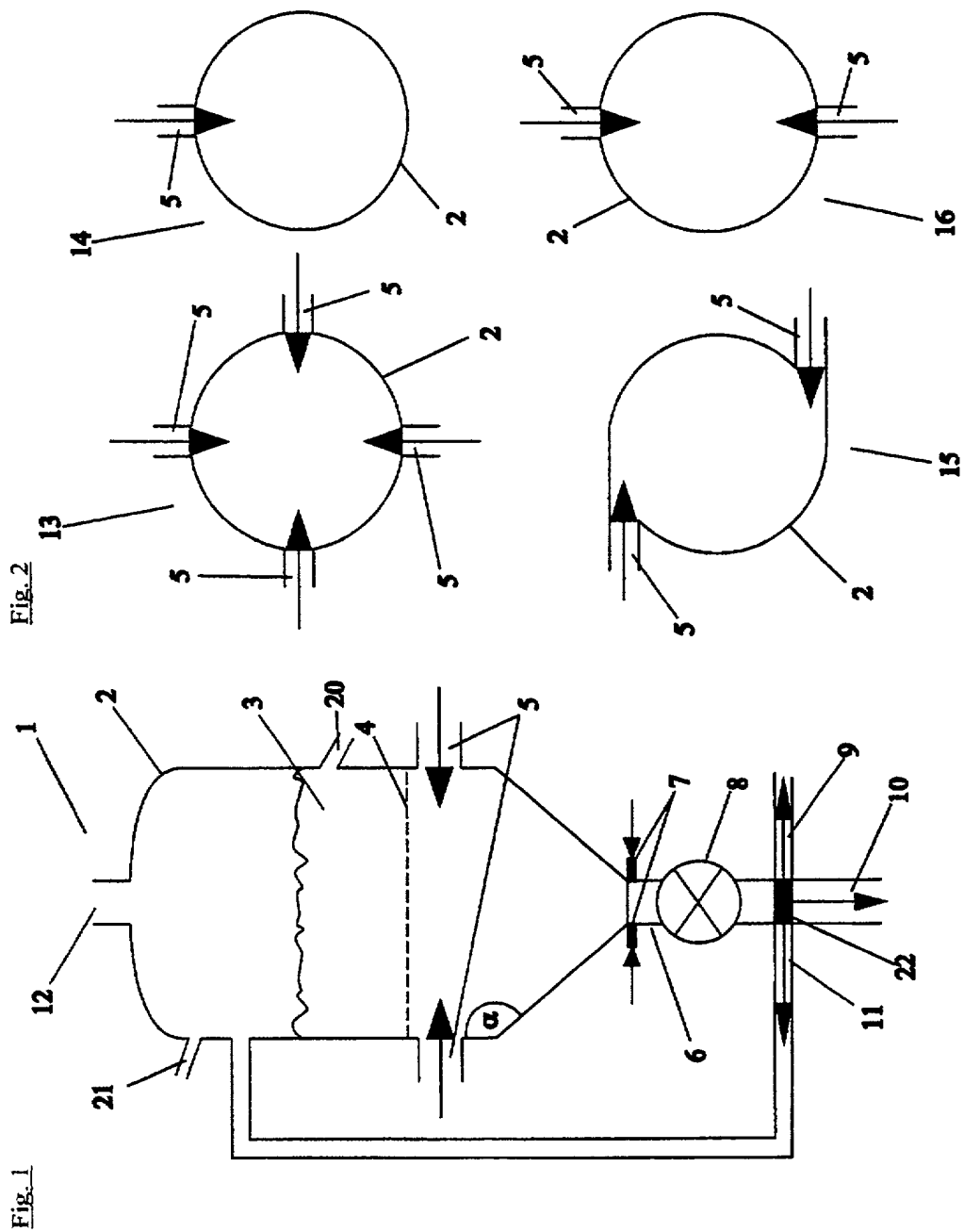
35

40

45

50

55



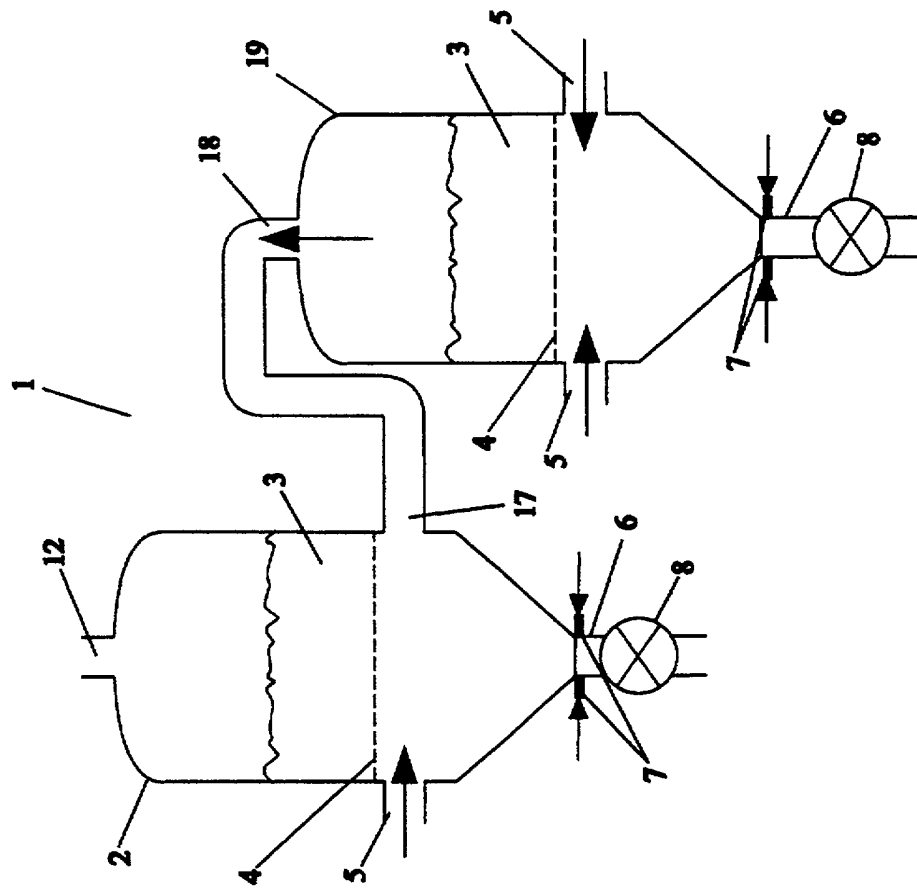


Fig. 3