

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
30. November 2017 (30.11.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/202661 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F27B 7/20 (2006.01) *F27D 17/00* (2006.01)
C04B 7/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/061799

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. Mai 2017 (17.05.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 209 037.2
24. Mai 2016 (24.05.2016) DE

(71) Anmelder: **THYSSENKRUPP AG** [DE/DE]; Thyssen-
Krupp Allee 1, 45143 Essen (DE).

(72) Erfinder: **ACHATZ, Reinhold**; Zur Waldesquelle 53,
45259 Essen (DE). **LOCHER, Georg**; Theodor-Heuss-
Straße 18b, 59302 Oelde (DE). **KLEINSCHMIDT, Ralph**;
Neulens Höhe 2c, 45472 Mülheim a.d.Ruhr (DE).

(74) Anwalt: **THYSSENKRUPP INTELLECTUAL PRO-
PERTY GMBH**; ThyssenKrupp Allee 1, 45143 Essen
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP,
KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,

(54) Title: GROUP OF INSTALLATIONS FOR MANUFACTURING MINERAL BUILDING MATERIALS AND METHOD FOR
OPERATING THE GROUP OF INSTALLATIONS

(54) Bezeichnung: ANLAGENVERBUND ZUR HERSTELLUNG MINERALISCHER BAUSTOFFE SOWIE EIN VERFAHREN
ZUM BETREIBEN DES ANLAGENVERBUNDES

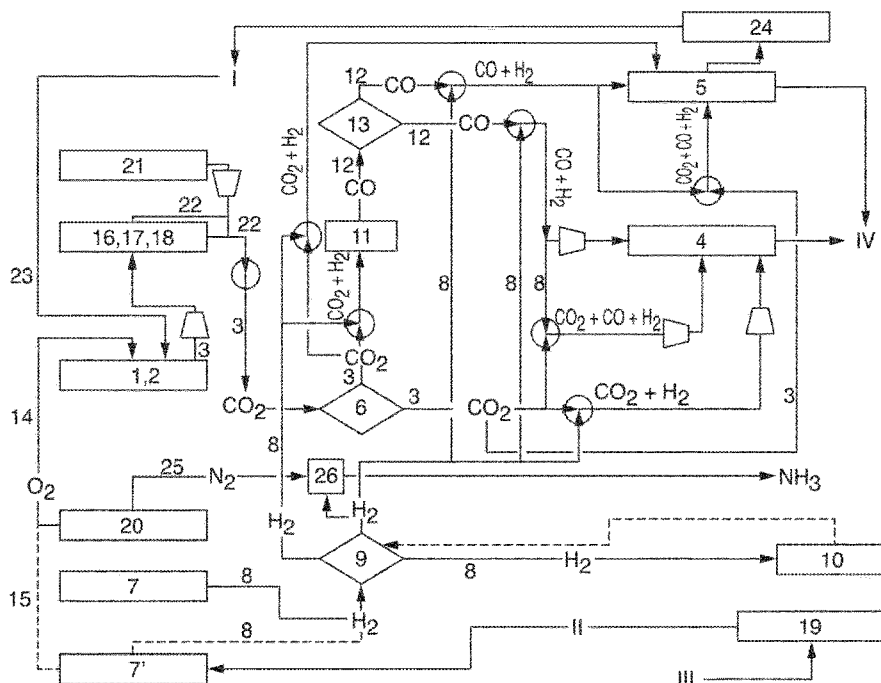


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a group of installations for manufacturing mineral building materials, comprising a furnace (1) for generating mineral building materials, a cooler (2) for cooling the mineral building materials, and a gas line system (3) for gases incurred during the manufacture of the mineral building materials. The group of installations has a biotechnology installation (4) connected to the gas line system (3). The group of installations has a secondary fuel supply device (23) for supplying biomass for the at least partial operation of the group of installations, in particular the furnace (1), for generating mineral building materials using secondary fuels.

SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft einen Anlagenverbund zur Herstellung mineralischer Baustoffe mit einem Brennofen (1) zur Erzeugung mineralischer Baustoffe, einem Kühler (2) zur Kühlung der mineralischer Baustoffe, und einem Gasleitungssystem (3) für Gase, die bei der Herstellung der mineralischen Baustoffe anfallen, wobei der Anlagenverbund eine an das Gasleitungssystem (3) angeschlossene Biotechnologieranlage (4) aufweist und der Anlagenverbund eine Sekundärbrennstoffzufuhreinrichtung (23) zur Zuführung von Biomasse zum wenigstens teilweisen Betrieb des Anlagenverbundes, insbesondere des Brennofens (1) zur Erzeugung mineralischer Baustoffe mit Sekundärbrennstoffen aufweist.

Anlagenverbund zur Herstellung mineralischer Baustoffe sowie ein Verfahren zum Betreiben des Anlagenverbundes

Stand der Technik

5

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Anlagenverbund zur Herstellung mineralischer Baustoffe sowie ein Verfahren zum Betreiben des Anlagenverbundes.

10

15

20

25

Anlagen zur Herstellung mineralischer Baustoffe umfassend einen Brennofen zur Erzeugung mineralischer Baustoffe und einem Kühler zur Kühlung der mineralischen Baustoffe sind im Stand der Technik in einer Vielzahl von Ausführungsformen bekannt. Insbesondere kann ein Zementwerk eine solche Anlage oder Bestandteil einer solchen Anlage sein. In Zementwerken werden die meist in Steinbrüchen abgebauten und mit Vorbrechern vorzerkleinerten Rohmaterialien, wie Kalkstein, insbesondere als Quelle für Calciumoxid, Ton, insbesondere als Quelle für Siliciumdioxid und Aluminiumoxid, Sand, beispielsweise als Quelle für Siliciumdioxid und Eisenerz, insbesondere als Quelle für Eisen(III)-oxid beispielsweise in Rohmühlen zusammen vermahlen und gleichzeitig getrocknet. Das dabei entstehende sogenannte Rohmehl wird dann in einem Brennofen, wie beispielsweise einem Drehrohrfen zur Erzeugung mineralischer Baustoffe bei Temperaturen von ca. 1400 - 1450 °C zu dem sogenannten Klinker gebrannt. Der Klinker wird anschließend in einem Kühler auf eine Temperatur von unter 200 °C heruntergekühlt. Bei diesem Herstellungsprozess wird insbesondere der in den Roh- und Brennstoffen enthaltene Kohlenstoff in Kohlenstoffdioxid umgewandelt und freigesetzt. Kohlenstoffdioxid (CO₂) ist ein Treibhausgas und trägt, wenn es in die Atmosphäre gelangt als einer der Hauptfaktoren zur Verstärkung des Treibhauseffektes bei. In diesem Zusammenhang werden in einigen Staaten für Treibhausgasemissionen CO₂-Abgaben erhoben.

30

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die Nachhaltigkeit, insbesondere die ökonomischen und ökologischen Bedingungen des Gesamtprozesses weiter zu verbessern und insbesondere einen Anlagenverbund zur Herstellung mineralischer Baustoffe anzugeben, mit dem es möglich ist, die mit der Herstellung und Verwendung mineralischer Baustoffe verbundene Freisetzung von CO₂ in die Atmosphäre und/oder Kosten zur Herstellung und/oder Verwendung mineralischer Baustoffe zu reduzieren. Außerdem wird angestrebt, die CO₂-Emissionen bei der Herstellung mineralischer Baustoffe zu reduzieren. Zudem soll die Wirtschaftlichkeit des Gesamtprozesses weiter verbessert werden.

35

Offenbarung der Erfindung

Diese Aufgabe wird mit einem Anlagenverbund nach Anspruch 1 und einem Verfahren zum
5 Betreiben eines Anlagenverbundes zur Herstellung mineralischer Baustoffe nach Anspruch 10
gelöst.

Der erfindungsgemäße Anlagenverbund weist gegenüber konventionellen Anlagen den Vorteil
auf, dass Einzelanlagen in einem Anlagenverbund zusammengeschlossen sind und stoffliche
10 Ströme, insbesondere Gasmengenströme, thermischer Energie und energetische Ströme im
Verbund geführt werden können. Zudem ist die weitere Nutzung bzw. Verarbeitung von
Kohlenstoffdioxid möglich, bevor eine Abgabe in die Atmosphäre erfolgt. Auf diese Weise werden
die Umweltauswirkungen verringert und/oder die Wirtschaftlichkeit der Herstellung von
mineralischen Baustoffen erhöht und/oder ein Gesamtoptimum hinsichtlich einer ökonomischen
15 und/oder ökologischen Herstellung und/oder Verwendung mineralischer Baustoffe für einen
Anlagenverbund erzielt.

Gegenstand der Erfindung ist ein Anlagenverbund zur Herstellung mineralischer Baustoffe mit
einem Brennofen zur Erzeugung mineralischer Baustoffe,
20 einem Kühler zur Kühlung der mineralischen Baustoffe, und
einem Gasleitungssystem für Gase, die bei der Herstellung der mineralischen Baustoffe anfallen,
wobei der Anlagenverbund eine an das Gasleitungssystem angeschlossene
Biotechnologeanlage aufweist und der Anlagenverbund eine
Sekundärbrennstoffzufuhreinrichtung zur Zuführung von Biomasse zum wenigstens teilweisen
25 Betrieb des Anlagenverbundes, insbesondere des Brennofens zur Erzeugung mineralischer
Baustoffe mit Sekundärbrennstoffen aufweist.

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines
Anlagenverbundes zur Herstellung mineralischer Baustoffe, der einen Brennofen zur Erzeugung
30 mineralischer Baustoffe, einen Kühler zur Kühlung der mineralischen Baustoffe und ein
Gasleitungssystem für Gase, die bei der Herstellung der mineralischen Baustoffe anfallen, eine
an das Gasleitungssystem angeschlossene Biotechnologeanlage und eine
Sekundärbrennstoffzufuhreinrichtung zum wenigstens teilweisen Betrieb des Anlagenverbundes,
insbesondere des Brennofens zur Erzeugung mineralischer Baustoffe mit Sekundärbrennstoffen

aufweist, wobei zumindest eine Teilmenge des bei der Herstellung der mineralischen Baustoffe anfallenden Gases als Nutzgas zum Betrieb der Biotechnologieranlage verwendet wird.

Unter mineralischen Baustoffen werden im Rahmen der Erfindung Baustoffe verstanden, welche eine Zusammensetzung von Mineralien umfassen. Beispiele hierfür sind calciumhaltige Baustoffe, wie Zement, Kalk, Gips und calcinierte Tone, sowie bereits behandelte Rückstände aus Produktionsverfahren, insbesondere aus der Metallherstellung, insbesondere der Eisen- und Stahlherstellung, wie beispielsweise Schlacke(n) und Kombinationen hiervon.

In einer Chemieranlage können chemische Produkte aus den zugeführten Gasmengenströmen und/oder den Nutzgasen und/oder den Synthesegas erzeugt werden, welche jeweils die Komponenten des Endproduktes enthalten. Bei den nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Synthesegas handelt es sich um Gasmischungen, die zur Synthese eingesetzt werden. Unter den Begriff "Synthesegas" fallen z. B. Gemische aus N_2 und H_2 für die Ammoniaksynthese und vor allem Gasgemische, die hauptsächlich CO und H_2 oder CO_2 und H_2 oder CO , CO_2 und H_2 enthalten. Aus den Synthesegasen können in einer Chemieranlage chemische Produkte erzeugt werden, welche jeweils die Komponenten des Eduktes enthalten. Chemische Produkte können beispielsweise Ammoniak oder Methanol oder auch andere Kohlenwasserstoffverbindungen sein.

Zur Herstellung von Ammoniak muss ein Synthesegas bereitgestellt werden, welches Stickstoff und Wasserstoff im richtigen Verhältnis enthält. Als Stickstoffquelle kann beispielsweise zusätzlich eine Luftzerlegungsanlage zur wenigstens teilweisen Zerlegung von Umgebungsluft in ein wenigstens teilweise sauerstoffhaltiges Gas und ein wenigstens teilweise stickstoffhaltiges Gas, bereitgestellt werden. Als Wasserstoffquelle kann beispielsweise eine zusätzliche Anlage zur Wasserstofferzeugung, wie beispielsweise eine Wasserelektrolyseanlage bereitgestellt werden. Zur Herstellung von Kohlenwasserstoffverbindungen, beispielsweise Methanol, muss ein im Wesentlichen aus CO und/oder CO_2 und $-H_2$ bestehendes Synthesegas bereitgestellt werden, welches die Komponenten Kohlenmonoxid und/oder Kohlenstoffdioxid und Wasserstoff im richtigen Verhältnis enthält. Das Verhältnis wird häufig durch das Modul $(H_2 - CO_2) / (CO + CO_2)$ beschrieben. Der Wasserstoff kann beispielsweise durch eine zusätzliche Anlage zur Wasserstofferzeugung bereitgestellt werden. Die Bereitstellung von CO kann mit einem zusätzlichen Reverse-Watergas-Shift-Reaktor (RWGS-Reaktor) erfolgen. Als CO_2 -Quelle kann das beim Herstellungsprozess freigesetzte Kohlenstoffdioxid dienen.

Bei den vorstehend beschriebenen Konzepten kann allerdings der C-Gehalt der Gase die bei der Herstellung der mineralischen Baustoffe anfallen, nicht vollständig genutzt werden, da ein Wasserstoff-Unterschuss vorliegt. Um den C-Gehalt der bei der Herstellung der mineralischen Baustoffe anfallenden Gase vollständig für die Herstellung von chemischen Produkten nutzen zu können, wird erfindungsgemäß Wasserstoff zu dosiert, der in einer Anlage zur Wasserstofferzeugung gebildet wird. Die Wasserstofferzeugung erfolgt vorzugsweise durch Wasserelektrolyse, wobei die Wasserelektrolyse zweckmäßig mit elektrischem Strom betrieben wird, der aus erneuerbarer Energie erzeugt wurde. Bei der Wasserelektrolyse entsteht auch Sauerstoff, der in dem Brennofen zur Erzeugung der mineralischen Baustoffe genutzt werden kann. Das Zuführen von Sauerstoff ist auch als Oxyfuel-Verfahren bekannt, bei welchem besonders hohe Flammentemperaturen erreicht werden können. Insbesondere ist das Oxyfuel-Verfahren sowohl für gasförmige als auch für flüssige und feste Brennstoffe anwendbar.

Zusätzlich oder anstelle der Chemieanlage zur Erzeugung von Produkten aus den zugeführten Gasmengenströmen und/oder den Nutzgasen und/oder den Synthesegas kann im Rahmen der Erfindung auch eine biotechnologische Anlage eingesetzt werden. Hierbei handelt es sich um eine Anlage zur Fermentation der vorgenannten Gase. Die zugeführten Gasmengenströmen und/oder Nutzgase und/oder Synthesegase werden über eine Fermentation biochemisch genutzt, wobei Produkte wie Alkohole (Ethanol, Butanol), Aceton oder organische Säuren hergestellt werden können. Auch diese Produkte, die durch Fermentation von Synthesegas erzeugt werden, sind im vorliegenden Fall nur beispielhaft genannt.

Der Wasserstoff kommt bei Anwendung eines biochemischen Prozesses allerdings im Wesentlichen aus dem Wasser, das bei der Fermentation als Medium eingesetzt wird. Die Bereitstellung von CO kann mit einem zusätzlichen Reverse-Watergas-Shift-Reactor (RWGS-Reaktor) erfolgen. Mittels eines biotechnologischen Prozesses können folglich Produkte hergestellt werden, die Kohlenstoff aus dem CO- und/oder CO₂-Anteil der bei der Herstellung mineralischer Baustoffe anfallenden Rohgase und Wasserstoff aus dem bei einem Fermentationsprozess verwendeten Wasser enthalten.

Die Leistung der Chemieanlage oder der biotechnologischen Anlage wird in Abhängigkeit der dieser Anlage zugeführten Gasmengenströme, insbesondere den Nutzgasen und/oder den Synthesegasen geregelt. Eine wesentliche Herausforderung für die Chemieanlage ist die dynamische Fahrweise bei wechselnden Anlagenlasten. Die Betriebsweise bei wechselnden Anlagenlasten kann insbesondere dadurch realisiert werden, dass die Chemieanlage eine

Mehrzahl parallel geschalteter kleiner Einheiten aufweist, die je nach zur Verfügung stehenden Nutzgasmengenstrom einzeln zu- oder abgeschaltet werden.

Die dynamische Regelung der Chemieanlage bei Lastwechseln ist technisch aufwendig.

5 Erfindungsgemäß wird bei einem Lastwechsel zunächst nur die Leistung der Biotechnologieanlage angepasst. Die erfindungsgemäße Lehre nutzt dabei aus, dass eine Biotechnologieanlage im Vergleich zu einer Chemieanlage hinsichtlich Lastwechsel wesentlich flexibler ist.

10 Nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung umfasst der Anlagenverbund eine Produktionsanlage mit einer Kohlenstoffdioxidquelle und ein CO₂-Gasleitungssystem für zumindest einen aus der Produktionsanlage mit einer Kohlenstoffdioxidquelle anfallenden Kohlenstoffdioxidhaltigen Gasmengenstrom, wobei das CO₂-Gasleitungssystem mit dem Gasleitungssystem verbunden ist. Eine Produktionsanlage mit einer Kohlenstoffdioxidquelle ist
15 beispielsweise ein Kraftwerk, eine Bioethanol-Anlage, ein Hüttenwerk und/oder weitere Anlagen zur Herstellung mineralischer Baustoffe oder eine Kombination hiervon.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird unter einer steuerbaren Gasweiche eine Einrichtung verstanden, mit welcher die Zufuhrmenge an Gasen zu den im Verbund angeordneten Anlagen
20 steuerbar ist. Beispielsweise kann nach bestimmten Anforderungen, insbesondere zur Verfügung stehende Gasmengen, Gaszusammensetzungen, Energie und Strom die Beaufschlagung einer und/oder mehrerer Anlagen im Anlagenverbund nach Bedarf erfolgen.

Der Anlagenverbund kann optional im Verbund zusätzlich eine Sauerstoffzufuhreinrichtung
25 aufweisen, welche mit dem Brennofen zur Erzeugung mineralischer Baustoffe verbunden ist. Beispielsweise kann die Sauerstoffzufuhr Einrichtung der Austritt einer Rohrleitung, eine Düse oder eine Kombination hiervon sein. Mit dem Zuführen von Sauerstoff über die Sauerstoffzufuhreinrichtung in den Brennofen können besonders hohe Flammentemperaturen erreicht werden. Dieses, beispielsweise auch als Oxyfuel-Verfahren bekannte Verfahren, ist
30 sowohl für gasförmige als auch für flüssige und feste Brennstoffe anwendbar. Insbesondere kann Sauerstoff für die Sauerstoffzufuhreinrichtung bereitgestellt werden aus einer Elektrolyseanlage zur Wasserelektrolyse und/oder Luftzerlegungsanlage.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist der Anlagenverbund zusätzlich eine
35 Anlage zur CO₂-Abtrennung von aus den aus der Produktionsanlage mit einer

Kohlenstoffdioxidquelle anfallenden kohlenstoffdioxidhaltigen Gas und/oder bei der Herstellung der mineralischen Baustoffe anfallenden Gas auf.

5 Nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung umfasst die Anlage zur CO₂-Abtrennung zur Abtrennung von CO₂ aus dem zumindest einen aus der Produktionsanlage mit einer Kohlenstoffdioxidquelle anfallenden kohlenstoffdioxidhaltigen Gasmengenstrom eine Absorbereinrichtung und eine der Absorbereinrichtung nachgeschaltete Desorbereinrichtung.

10 Nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist der Anlagenverbund zusätzlich eine Anlage zur CO₂-Reinigung und/oder CO₂-Konditionierung auf. Insbesondere ist die Anlage zur CO₂-Reinigung und/oder CO₂-Konditionierung mit der Produktionsanlage mit einer Kohlenstoffdioxidquelle und/oder der Anlage zur CO₂-Abtrennung verbunden. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird unter Gasreinigung, insbesondere CO₂-Reinigung und Gaskonditionierung, insbesondere CO₂-Konditionierung die Aufbereitung der Gases für die
15 verfahrenstechnisch nachgeschalteten Anlagen des Anlagenverbundes verstanden. Beispielsweise kann die Anlage zur CO₂-Reinigung eine CO₂-Waschanlage zur Abtrennung von CO₂ umfassen.

20 Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung umfasst der Anlagenverbund zusätzlich eine Vergasungseinrichtung zur Aufkonzentration des CO₂-Anteils, wobei die Vergasungseinrichtung der CO₂-Waschanlage zur Abtrennung von CO₂ aus dem zumindest einen aus der Produktionsanlage mit einer Kohlenstoffdioxidquelle anfallenden Kohlenstoffdioxidhaltigen Gasmengenstrom vorgeschaltet angeordnet ist.

25 In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung umfasst der Anlagenverbund zusätzlich eine SO₂-Abtrennvorrichtung zur Abtrennung von SO₂ aus dem zumindest einen aus der Produktionsanlage mit einer Kohlenstoffdioxidquelle anfallenden Kohlenstoffdioxidhaltigen Gasmengenstrom, insbesondere weist die SO₂-Abtrennvorrichtung eine Kühleinrichtung auf.

30 Nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung umfasst der Anlagenverbund zusätzlich eine Wasserdampf-Abscheideeinrichtung.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung umfasst der Anlagenverbund zusätzlich eine CO₂-Abscheideeinrichtung, insbesondere einen Membranfilter.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung umfasst der Anlagenverbund zusätzlich einen CO₂-Verdichter zur Kompression von aus den aus Produktionsanlage mit einer Kohlenstoffdioxidquelle anfallenden Kohlenstoffdioxidhaltigen Gas und/oder bei der Herstellung der mineralischen Baustoffe anfallenden Gas.

5 In einer weiteren, bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst der Anlagenverbund zusätzlich eine Anlage zur Wasserstofferzeugung und ein H₂-Gasleitungssystem für aus der Anlage zur Wasserstofferzeugung anfallende wasserstoffhaltige Gasmengenströme.

10 Beispielsweise ist die Anlage zur Wasserstofferzeugung eine Elektrolyseanlage zur Wasserelektrolyse. Die Elektrolyseanlage zur Wasserelektrolyse ist mittels einer Sauerstoffrückführleitung mit der Sauerstoffzufuhreinrichtung verbunden. Der bei der Wasserelektrolyse entstehende Sauerstoff kann beispielsweise über die Sauerstoffrückführleitung und die Sauerstoffzufuhreinrichtung dem Brennofen zur Erzeugung
15 mineralischer Baustoffe zugeführt werden. Vorzugsweise ist die Wasserelektrolyseanlage mit einem Energiespeicher elektrisch verbunden und es wird zumindest ein Teil der für die Wasserelektrolyse notwendigen elektrischen Energie dem Energiespeicher entnommen. Zusätzlich kann externer Strom eingesetzt werden, der vorzugsweise aus regenerativen Quellen stammt.

20 Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Gasleitungssystem in Strömungsrichtung nach der steuerbaren Gasweiche verbunden mit dem H₂-Gasleitungssystem über eine Mischvorrichtung zur Herstellung eines aus Gasen, die aus den aus der Produktionsanlage mit einer Kohlenstoffdioxidquelle anfallen und/oder bei der Herstellung der
25 mineralischen Baustoffe anfallen und anfallenden wasserstoffhaltigen Gasen aus der Anlage zur Wasserstofferzeugung bestehenden Mischgasen und sind die der Chemieanlage und/oder Biotechnologieanlage zugeführten Gasmengenströme mittels der steuerbaren Gasweiche steuerbar.

30 Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist das H₂-Gasleitungssystem eine steuerbare H₂-Gasweiche auf und sind die der Chemieanlage und/oder Biotechnologieanlage zugeführten wasserstoffhaltigen Gasmengenströme mittels der steuerbaren H₂-Gasweiche steuerbar.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird unter einer steuerbaren H₂-Gasweiche eine Einrichtung verstanden, mit welcher die Zufuhrmenge an H₂-Gasen zu den im Verbund angeordneten Anlagen steuerbar ist. Beispielsweise kann nach bestimmten Anforderungen die Beaufschlagung einer und oder mehrerer Anlagen im Anlagenverbund mit H₂ nach Bedarf erfolgen.

Ferner kann der Anlagenverbund zusätzlich einen H₂-Speicher zum Speichern zumindest einer Teilmenge emittierter wasserstoffhaltiger Gase aus der Anlage zur Wasserstofferzeugung aufweisen, wobei der H₂-Speicher mit dem H₂-Gasleitungssystem verbunden ist.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist der Anlagenverbund zusätzlich einen Energiespeicher, insbesondere einen elektrochemischen Speicher zur Deckung zumindest eines Teils des Strombedarfs des Anlagenverbundes auf.

Nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist der Anlagenverbund zusätzlich eine Luftzerlegungsanlage zur wenigstens teilweisen Zerlegung von Umgebungsluft in ein wenigstens teilweise sauerstoffhaltiges Gas und ein wenigstens teilweise stickstoffhaltiges Gas mit einer sauerstoffhaltigen Gas führenden Leitung und einer stickstoffhaltigen Gas führenden Leitung auf. Ferner ist die sauerstoffhaltigen Gas führende Leitung mittels einer Sauerstoffrückführleitung mit der Sauerstoffzufuhreinrichtung verbunden. Sauerstoffhaltiges Gas in der sauerstoffhaltigen Gas führenden Leitung kann beispielsweise über die Sauerstoffrückführleitung und die Sauerstoffzufuhreinrichtung dem Brennofen zur Erzeugung mineralischer Baustoffe zugeführt werden. Stickstoffhaltiges Gas der stickstoffhaltigen Gas führenden Leitung kann insbesondere als Stickstoffquelle einer nachgeordneten Anlage des Anlagenverbundes, wie beispielsweise der Chemieanlage und/oder der Biotechnologieanlage zugeführt werden.

Nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die stickstoffhaltigen Gas führende Leitung mittels einer Mischvorrichtung mit dem H₂-Gasleitungssystem verbunden, insbesondere zur Herstellung von Ammoniak.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst der Anlagenverbund zusätzlich eine Reverse-Wassergas-Shift-Anlage und ein CO-Gasleitungssystem für aus der Reverse-Wassergas-Shift-Anlage anfallende kohlenstoffmonoxidhaltigen Gasmengenströme, wobei die Reverse-Wassergas-Shift-Anlage in Strömungsrichtung nach der steuerbaren Gasweiche verbunden ist mit dem Gasleitungssystem und dem H₂-Gasleitungssystem und dass

die der Chemieanlage und/oder Biotechnologieranlage zugeführten Gasmengenströme mittels der steuerbaren Gasweiche steuerbar sind. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird unter einer Reverse-Wassergas-Shift-Anlage eine Anlage verstanden welche aus kohlenstoffdioxidhaltigen Gasmengenströmen, insbesondere Gasen die bei der Herstellung der mineralischen Baustoffe anfallen, aus dem Kohlenstoffdioxidanteil durch eine Reverse-Wassergas-Shift-Reaktion ($\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$) zumindest teilweise in Kohlenmonoxid umwandeln. Beispielsweise kann der für die Reaktion erforderlicher Wasserstoff aus einer Anlage zur Wasserstofferzeugung bereitgestellt werden.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist das CO-Gasleitungssystem eine steuerbare CO-Gasweiche auf und die der Chemieanlage und/oder Biotechnologieranlage zugeführten kohlenstoffmonoxidhaltigen Gasmengenströme sind mittels der steuerbaren CO-Gasweiche steuerbar.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird unter einer steuerbaren CO-Gasweiche eine Einrichtung verstanden, mit welcher die Zufuhrmenge an CO-Gasen zu den im Verbund angeordneten Anlagen steuerbar ist. Beispielsweise kann nach bestimmten Anforderungen die Beaufschlagung einer und oder mehrerer Anlagen im Anlagenverbund mit CO nach Bedarf erfolgen.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist der Anlagenverbund zusätzlich einen Biomassespeicher zur Speicherung von Biomasse, insbesondere aus der Biotechnologieranlage auf, wobei zumindest eine Teilmenge der Biomasse aus dem Biomassespeicher und/oder der Biotechnologieranlage der Sekundärbrennstoffzufuhreinrichtung des Anlagenverbunds zugeführt wird.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist der Anlagenverbund zusätzlich einen stofflichen Speicher auf. Beispiele für einen stofflichen Speicher sind ein Methanolspeicher, ein SNG-Speicher (Synthetic Natural Gas bzw. Substitute Natural Gas), FT-Kraftstoff-Speicher (Fischer-Tropsch-Synthese-Kraftstoffe), Ethanol Speicher.

Nach einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird dem Anlagenverbund, insbesondere dem Brennofen zur Erzeugung mineralischer Baustoffe zusätzlich ein Sauerstoffstrom mit einer Sauerstoffzufuhreinrichtung zugeführt.

In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben eines Anlagenverbundes zur Herstellung der mineralischen Baustoffe, weist der Anlagenverbund einen Brennofen zur Erzeugung mineralischer Baustoffe, einen Kühler zur Kühlung der mineralischer Baustoffe, ein Gasleitungssystem für Gase, die bei der Herstellung der mineralischen Baustoffe anfallen, eine an das Gasleitungssystem angeschlossene Biotechnologieranlage und eine Sekundärbrennstoffzufuhreinrichtung zum wenigstens teilweisen Betrieb des Anlagenverbundes, insbesondere des Brennofens zur Erzeugung mineralischer Baustoffe mit Sekundärbrennstoffen auf, wobei zumindest eine Teilmenge des bei der Herstellung der mineralischen Baustoffe anfallenden Gases als Nutzgas zum Betrieb der Biotechnologieranlage verwendet wird.

10
Gemäß einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zumindest eine Teilmenge des bei der Herstellung der mineralischen Baustoffe anfallenden Gases mit zumindest einer Teilmenge anfallender wasserstoffhaltiger Gase aus der Anlage zur Wasserstofferzeugung gemischt und wird das Mischgas als Nutzgas zum Betrieb der Chemieanlage und/oder
15 Biotechnologieranlage verwendet.

In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zumindest ein Teil des Nutzgases nach einer Gaskonditionierung und/oder Gasreinigung als Synthesegas zur Herstellung chemischer Produkte verwendet und/oder der Biotechnologieranlage zugeführt und
20 wird für biochemische Prozesse genutzt.

Nach einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird aus zumindest einer Teilmenge des bei der Herstellung der mineralischen Baustoffe anfallenden Gases nach einer Gaskonditionierung und/oder Gasreinigung ein Synthesegas hergestellt.

25
Gemäß einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zumindest ein Teil des nach einer Gaskonditionierung und/oder Gasreinigung hergestellten Synthesegases zur Herstellung chemischer Produkte verwendet oder der Biotechnologieranlage zugeführt und für biochemische Prozesse genutzt.

30
In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Leistung der Chemieanlage und/oder der Biotechnologieranlage in Abhängigkeit der dieser/n Anlage(n) zugeführten Nutzgasmenge geregelt.

Nach einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben eines Anlagenverbundes zur Herstellung mineralischer Baustoffe, der einen Brennofen zur Erzeugung der mineralischen Baustoffe, einen Kühler zur Kühlung der mineralischen Baustoffe, ein Gasleitungssystem für Gase, die bei der Herstellung der mineralischen Baustoffe anfallen, eine
5 an das Gasleitungssystem angeschlossene Chemieanlage und/oder Biotechnologieanlage, mindestens eine mit dem Gasleitungssystem verbundene steuerbare Gasweiche zur Aufteilung der der Chemieanlage und/oder Biotechnologieanlage zugeführten Gasmengenströme und als eine Anlage zur Wasserstofferzeugung eine Elektrolyseanlage zur Wasserelektrolyse und ein H₂-Gasleitungssystem für aus der Elektrolyseanlage zur Wasserelektrolyse emittierte
10 wasserstoffhaltige Gasmengenströme aufweist, wird

- a) zumindest eine Teilmenge des bei der Herstellung der mineralischen Baustoffe anfallenden Gases mit
- 15 b) zumindest einer Teilmenge des aus der Elektrolyseanlage zur Wasserelektrolyse anfallenden wasserstoffhaltigen Gases
- c) gemischt und
- 20 d) wobei das Mischgas als Nutzgas zum Betrieb der Chemieanlage und/oder Biotechnologieanlage verwendet wird und
- e) wobei zumindest eine Teilmenge des aus der Elektrolyseanlage zur Wasserelektrolyse anfallenden sauerstoffhaltigen Gases in dem Anlagenverbund
25 zur Herstellung der mineralischen Baustoffe genutzt wird, insbesondere in den Brennofen zur Erzeugung mineralischer Baustoffe rückgeführt wird.

Nach einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben eines Anlagenverbundes zur Herstellung mineralischer Baustoffe, der Anlagenverbund zusätzlich
30 umfassend eine Luftzerlegungsanlage zur wenigstens teilweisen Zerlegung von Umgebungsluft in ein wenigstens teilweise sauerstoffhaltiges Gas und ein wenigstens teilweise stickstoffhaltiges Gas mit einer sauerstoffhaltigen Gas führenden Leitung und einer stickstoffhaltigen Gas führenden Leitung aufweist, wird zumindest eine Teilmenge des aus der Luftzerlegungsanlage wenigstens teilweise sauerstoffhaltigen Gases in dem Anlagenverbund zur Herstellung der
35 mineralischen Baustoffe genutzt, insbesondere wird in den Brennofen zur Erzeugung mineralischer Baustoffe rückgeführt und/oder wird zumindest eine Teilmenge des aus der Luftzerlegungsanlage wenigstens teilweise stickstoffhaltigen Gases mit zumindest eine

Teilmenge des aus der Elektrolyseanlage zur Wasserelektrolyse emittierte wasserstoffhaltigen Gases gemischt, insbesondere zur Herstellung von Ammoniak.

Nach einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben eines Anlagenverbundes zur Herstellung mineralischer Baustoffe, der einen Brennofen zur Erzeugung mineralischer Baustoffe, einen Kühler zur Kühlung der mineralischen Baustoffe, ein Gasleitungssystem für Gase, die bei der Herstellung der mineralischen Baustoffe anfallen, eine an das Gasleitungssystem angeschlossene Chemieanlage und/oder Biotechnologieanlage, mindestens eine mit dem Gasleitungssystem verbundene steuerbare Gasweiche zur Aufteilung der der Chemieanlage und/oder Biotechnologieanlage zugeführten Gasmengenströme und eine Anlage zur Wasserstofferzeugung und ein H₂-Gasleitungssystem für aus der Anlage zur Wasserstofferzeugung emittierte wasserstoffhaltige Gasmengenströme umfasst, wobei das Gasleitungssystem in Strömungsrichtung nach der steuerbaren Gasweiche verbunden ist mit dem H₂-Gasleitungssystem über eine H₂-Mischvorrichtung zur Herstellung eines Mischgases umfassend Gase, die bei der Herstellung der mineralischen Baustoffe anfallen und anfallenden wasserstoffhaltigen Gasen aus der Anlage zur Wasserstofferzeugung und eine Reverse-Wassergas-Shift-Anlage und ein CO-Gasleitungssystem für aus der Reverse-Wassergas-Shift-Anlage emittierte kohlenstoffmonoxidhaltige Gasmengenströme umfasst, wobei die Reverse-Wassergas-Shift-Anlage in Strömungsrichtung nach der steuerbaren Gasweiche verbunden ist mit dem Gasleitungssystem und/oder dem H₂-Gasleitungssystem und dass die der Chemieanlage und/oder Biotechnologieanlage zugeführten Gasmengenströme mittels der steuerbaren Gasweiche steuerbar sind, wobei zumindest eine Teilmenge

- a) des bei der Herstellung der mineralischen Baustoffe anfallenden Gases und/oder
 - b) des aus der Reverse-Wassergas-Shift-Anlage anfallenden kohlenstoffmonoxidhaltigen Gases und/oder
 - c) des aus der Elektrolyseanlage zur Wasserelektrolyse anfallenden wasserstoffhaltigen Gases
 - d) gemischt wird und
- wobei das Mischgas als Mischnutzgas zum Betrieb der Chemieanlage und/oder Biotechnologieanlage verwendet wird.

Nach einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben eines Anlagenverbundes zur Herstellung mineralischer Baustoffe wird

- 5 a) zumindest eine Teilmenge des bei der Herstellung der mineralischen Baustoffe anfallenden Gases mit
- b) zumindest einer Teilmenge des aus der Elektrolyseanlage zur Wasserelektrolyse anfallenden wasserstoffhaltigen Gases
- 10 c) gemischt und
- d) wobei das Mischgas als CO₂-H₂-Nutzgas und/oder CO-H₂-Nutzgas und/oder CO₂-CO-H₂-Nutzgas zum Betrieb der Chemieanlage und/oder Biotechnologieanlage verwendet wird und/oder
- 15 e) wobei zumindest eine Teilmenge des aus der Reverse-Wassergas-Shift-Anlage anfallenden kohlenstoffmonoxidhaltigen Gases als CO-Nutzgas zum Betrieb der Chemieanlage und/oder Biotechnologieanlage verwendet wird.

20 Nach einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben eines Anlagenverbundes zur Herstellung mineralischer Baustoffe wird der Wasserstoffgehalt des CO₂-H₂-Nutzgasstromes und/oder CO-H₂-Nutzgasstromes und/oder CO₂-CO-H₂-Nutzgasstromes auf ein Verhältnis im Bereich von 5 Vol-% bis 95 Vol-% bezogen auf das Gesamtvolumen des zugehörigen Nutzgasstroms eingestellt wird.

25 Nach einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben eines Anlagenverbundes zur Herstellung mineralischer Baustoffe wird

- 30 a) zumindest eine Teilmenge des aus der Reverse-Wassergas-Shift-Anlage anfallenden kohlenstoffmonoxidhaltigen Gases mit
- b) zumindest einer Teilmenge des aus der Elektrolyseanlage zur Wasserelektrolyse anfallenden wasserstoffhaltigen Gases
- 35 c) gemischt und

d) wobei das Mischgas als CO-H₂-Nutzgas und/oder CO-H₂-Nutzgas und/oder CO₂-CO-H₂-Nutzgas zum Betrieb der Chemieanlage und/oder Biotechnologieanlage verwendet wird und/oder

5 e) wobei zumindest eine Teilmenge des aus der Reverse-Wassergas-Shift-Anlage anfallenden kohlenstoffmonoxidhaltigen Gases als CO-Nutzgas zum Betrieb der Chemieanlage und/oder Biotechnologieanlage verwendet wird.

10 Nach einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben eines Anlagenverbundes zur Herstellung mineralischer Baustoffe wird der Wasserstoffgehalt des CO-H₂-Nutzgasstromes und/oder CO-H₂-Nutzgasstromes und/oder CO₂-CO-H₂-Nutzgasstromes auf ein Verhältnis im Bereich von 5 Vol-% bis 95 Vol-% bezogen auf das Gesamtvolumen des zugehörigen Nutzgasstromes eingestellt.

15 Nach einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben eines Anlagenverbundes zur Herstellung mineralischer Baustoffe wird/werden das Mischnutzgas und/oder das CO₂-Nutzgas und/oder das CO₂-H₂-Nutzgas und/oder das CO-Nutzgas und/oder das CO-H₂-Nutzgas und/oder das CO-CO₂-H₂-Nutzgas aufbereitet, wobei das Aufbereiten eine Gasreinigung und/oder eine Gaskonditionierung umfasst.

20 Nach einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben eines Anlagenverbundes zur Herstellung mineralischer Baustoffe wird/werden das Mischnutzgas und/oder das CO₂-Nutzgas und/oder das CO₂-H₂-Nutzgas und/oder das CO-Nutzgas und/oder das CO-H₂-Nutzgas und/oder das CO-CO₂-H₂-Nutzgas aufbereitet, wobei das Aufbereiten eine
25 Komprimierung umfasst.

Nach einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben eines Anlagenverbundes zur Herstellung mineralischer Baustoffe wird die Leistung der Chemieanlage und/oder der Biotechnologieanlage in Abhängigkeit der dieser/n Anlage(n) zugeführten
30 Nutzgasmenge an Mischnutzgas und/oder CO₂-Nutzgas und/oder CO₂-H₂-Nutzgas und/oder CO-Nutzgas und/oder CO-H₂-Nutzgas und/oder das CO-CO₂-H₂-Nutzgas geregelt.

Nach einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben eines Anlagenverbundes zur Herstellung mineralischer Baustoffe umfassend einen Brennofen zur
35 Erzeugung mineralischer Baustoffe, einen Kühler für die Kühlung mineralischer Baustoffe, und ein Gasleitungssystem für Gase, die bei der Herstellung der mineralischen Baustoffe anfallen,

- und eine an das Gasleitungssystem angeschlossene Chemieanlage und/oder Biotechnologieanlage aufweist und der Anlagenverbund eine Produktionsanlage mit einer Kohlenstoffdioxidquelle und ein CO₂-Gasleitungssystem für zumindest einen aus der Produktionsanlage mit einer Kohlenstoffdioxidquelle anfallenden Kohlenstoffdioxidhaltigen Gasmengenstrom umfasst, wobei zumindest eine Teilmenge des bei der Herstellung der mineralischen Baustoffe anfallenden Gases und/oder des aus der Produktionsanlage mit einer Kohlenstoffdioxidquelle anfallenden Kohlenstoffdioxidhaltigen anfallenden Gases als Nutzgas zum Betrieb der Chemieanlage und/oder Biotechnologieanlage verwendet wird.
- 5
- 10 Nach einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben eines Anlagenverbundes zur Herstellung mineralischer Baustoffe wird dem Anlagenverbund, insbesondere dem Brennofen zur Erzeugung mineralischer Baustoffe zusätzlich ein Sauerstoffstrom mit einer Sauerstoffzufuhreinrichtung zugeführt.
- 15 Nach einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben eines Anlagenverbundes zur Herstellung mineralischer Baustoffe der Anlagenverbund zusätzlich umfassend eine Anlage zur Wasserstofferzeugung und ein H₂-Gasleitungssystem für aus der Anlage zur Wasserstofferzeugung anfallende wasserstoffhaltige Gasmengenströme, wird zumindest eine Teilmenge des bei der Herstellung der mineralischen Baustoffe anfallenden Gases und/oder des aus der Produktionsanlage mit einer Kohlenstoffdioxidquelle anfallenden Kohlenstoffdioxidhaltigen anfallenden Gases mit zumindest einer Teilmenge anfallender wasserstoffhaltiger Gase aus der Anlage zur Wasserstofferzeugung gemischt und wird das Mischgas als Nutzgas zum Betrieb der Chemieanlage und/oder Biotechnologieanlage verwendet.
- 20
- 25 Nach einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben eines Anlagenverbundes zur Herstellung mineralischer Baustoffe wird zumindest ein Teil des Nutzgases nach einer Gaskonditionierung und/oder Gasreinigung als Synthesegas zur Herstellung chemischer Produkte verwendet wird und/oder der Biotechnologieanlage zugeführt wird und für biochemische Prozesse genutzt.
- 30
- Nach einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben eines Anlagenverbundes zur Herstellung mineralischer Baustoffe wird das aus zumindest einer Teilmenge des bei der Herstellung der mineralischen Baustoffe anfallenden Gases und/oder des aus der Produktionsanlage mit einer Kohlenstoffdioxidquelle anfallenden

Kohlenstoffdioxidhaltigen anfallenden Gases nach einer Gaskonditionierung und/oder Gasreinigung ein Synthesegas hergestellt.

5 Nach einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben eines Anlagenverbundes zur Herstellung mineralischer Baustoffe wird zumindest ein Teil des nach einer Gaskonditionierung und/oder Gasreinigung hergestellten Synthesegases zur Herstellung chemischer Produkte verwendet oder wird der Biotechnologieranlage zugeführt wird und wird für biochemische Prozesse genutzt.

10 Nach einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben eines Anlagenverbundes zur Herstellung mineralischer Baustoffe wird zumindest eine Teilmenge der in der Biotechnologieranlage anfallenden Biomasse als Sekundärbrennstoff mit der Sekundärbrennstoffzufuhreinrichtung dem Anlagenverbund, insbesondere dem Brennofen zur Erzeugung mineralischer Baustoffe zugeführt und/oder der Anlagenverbund weist zusätzlich
15 einen Biomassespeicher zur Speicherung von Biomasse, insbesondere aus der Biotechnologieranlage auf, wobei zumindest eine Teilmenge der in dem Biomassespeicher gespeicherte Biomasse als Sekundärbrennstoff mit der Sekundärbrennstoffzufuhreinrichtung dem Anlagenverbund, insbesondere dem Brennofen zur Erzeugung mineralischer Baustoffe zugeführt wird.

20 Gemäß einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben eines Anlagenverbundes zur Herstellung mineralischer Baustoffe wird die Zuführung der zumindest einen Teilmenge der in der Biotechnologieranlage anfallenden und/oder der in dem Biomassespeicher gespeicherten Biomasse als Sekundärbrennstoff mit der
25 Sekundärbrennstoffzufuhreinrichtung in den Anlagenverbund, insbesondere den Brennofen zur Erzeugung mineralischer Baustoffe in Abhängigkeit von dem Heizwert der Biomasse gesteuert.

An allen erfindungsgemäßen Anlagen können Verdichter zum Komprimieren der Gase, Mischgase angeordnet sein.

30 Der Gegenstand der Erfindung umfasst auch alle Kombinationen der vorgenannten Ausführungsformen, insbesondere der Anlagen innerhalb des Anlagenverbundes.

Der erfindungsgemäße Anlagenverbund zur Herstellung mineralischer Baustoffe wird anhand der Zeichnung erläutert.

- 5 Fig. 1 zeigt ein schematisches, stark vereinfachtes Blockschaltbild eines Anlagenverbundes zur Herstellung mineralischer Baustoffe gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

In der Fig. 1 ist eine Übersicht eines Anlagenverbundes zur Herstellung mineralischer Baustoffe dargestellt. Der Anlagenverbund umfasst einen Brennofen 1 zur Erzeugung mineralischer
10 Baustoffe, einen Kühler 2 zur Kühlung der mineralischen Baustoffe und ein Gasleitungssystem 3 für Gase, die bei der Herstellung der mineralischen Baustoffe anfallen. An das Gasleitungssystem 3 ist eine Chemieanlage 4 und eine Biotechnologieanlage 5 angeschlossen. Das Gasleitungssystem 3 umfasst einer steuerbare Gasweiche 6, welche die der Chemieanlage 4 und/oder Biotechnologieanlage 5 zugeführten Gasmengenströme aufteilt. Des Weiteren ist
15 zusätzlich eine Sauerstoffzufuhreinrichtung 14 dargestellt über welche Luft mit einem erhöhten Sauerstoffgehalt und/oder Sauerstoff dem Brennofen 1 zugeführt werden kann. Zusätzlich kann der Anlagenverbund eine Anlage zur Wasserstofferzeugung 7, 7' und ein H₂-Gasleitungssystem 8 für aus der Anlage zur Wasserstofferzeugung 7, 7' anfallender wasserstoffhaltige Gasmengenströme aufweisen. Mit dem H₂-Gasleitungssystem 8 kann das Gasleitungssystem 3
20 über eine Mischvorrichtung verbunden sein, insbesondere angeordnet in Strömungsrichtung nach der steuerbaren Gasweiche (6). Hierdurch können Mischgase, bestehend aus Gasen, die bei der Herstellung der mineralischen Baustoffe anfallen sowie anfallenden wasserstoffhaltigen Gasen aus der Anlage zur Wasserstofferzeugung 7, 7' gemischt und der Chemieanlage 4 und/oder Biotechnologieanlage 5 zugeführt werden. Zudem kann das H₂-Gasleitungssystem 8
25 eine steuerbare H₂-Gasweiche 9 umfassen, wobei mittels der steuerbaren H₂-Gasweiche 9 die der Chemieanlage 4 und/oder der Biotechnologieanlage 5 zugeführten wasserstoffhaltigen Gasmengenströme steuerbar sind. Ebenso kann das H₂ Gasleitungssystem 8 zum Speichern zumindest einer Teilmenge anfallender wasserstoffhaltige Gase aus der Anlage zur Wasserstoff Erzeugung 7, 7' einen H₂-Speicher 10 umfassen, wobei der H₂-Speicher 10 mit dem H₂-
30 Gasleitungssystem 8 verbunden ist. Die Anlage zur Wasserstofferzeugung 7, 7' kann auch als eine Elektrolyseanlage zur Wasserelektrolyse 7' ausgebildet sein wobei die Elektrolyseanlage zur Wasserelektrolyse 7' mittels einer Sauerstoffrückführleitung 15 mit der Sauerstoffzufuhreinrichtung 14 verbunden ist. Zudem kann der Anlagenverbund eine Reverse Wassergas-Shift-Anlage 11 (RWGS-Anlage) und ein CO-Gasleitungssystem 12 für aus der
35 Revers-Wassergas-Shift-Anlage 11 anfallende kohlenstoffmonooxidhaltige Gasmengenströme

umfasst. Vorzugsweise ist die Revers-Wassergas-Shift-Anlage 11 in Strömungsrichtung nach der steuerbaren Gasweiche 6 mit dem Gasleitungssystem 3 und dem H₂-Gasleitungssystem 8 verbunden. Des Weiteren kann der Anlagenverbund eine Anlage zur CO₂-Abtrennung 16 von aus den bei der Herstellung der mineralischen Baustoffe anfallenden Gas aufweist. Der Anlagenverbund kann zusätzlich einer Anlage zur CO₂-Reinigung 17, 7' und/oder einer Anlage zur CO₂-Konditionierung 18 aufweisen, wobei die Anlage zur CO₂-Reinigung 17, 7' und/oder die Anlage zur CO₂-Konditionierung 18 mit der Anlage zur CO₂-Abtrennung 16 verbunden sind/ist. Das CO-Gasleitungssystem 12 kann eine steuerbare CO-Gasweiche 13 aufweisen, wobei mittels der steuerbaren CO-Gasweiche 13 die der Chemieanlage 4 und/oder der Biotechnologieanlage 5 zugeführten kohlenstoffmonooxidhaltigen Gasmengenströme steuerbar sind. Der Anlagenverbund kann zusätzlich einen Energiespeicher 19, insbesondere einen elektrochemischen Speicher zur Deckung zumindest eines Teils des Strombedarfs des Anlagenverbundes aufweisen. Zudem kann der Anlagenverbund einer Luftzerlegungsanlage 20 zur wenigstens teilweisen Zerlegung von Umgebungsluft in ein wenigstens teilweise Sauerstoffhaltiges Gas und ein wenigstens teilweise Stickstoffhaltiges Gas mit einer sauerstoffhaltigen gasführenden Leitung und einer stickstoffhaltigen Gas führenden Leitung 25 aufweisen, wobei die Sauerstoffhaltiges gasführende Leitung mit der Sauerstoffzufuhreinrichtung 14 verbunden ist. Zudem kann der Anlagenverbund eine Anlage zur Ammoniakherstellung 26 umfassen, welche mit mittels der stickstoffhaltigen Gas führenden Leitung 25 mit dem Anlagenverbund verbunden ist. Eine Zuführung von wasserstoffhaltigem Gas erfolgt über das H₂-Gasleitungssystem 8 zu der Anlage zur Ammoniakherstellung 26. Des Weiteren kann der Anlagenverbund eine Produktionsanlage mit einer Kohlendioxidquelle 21 und ein CO₂-Gasleitungssystem 22 für zumindest einen aus der Produktionsanlage mit einer Kohlenstoffdioxidquelle 21 anfallenden Kohlenstoffdioxidhaltigen Gasmengen Strom umfassen, wobei das CO₂-Gasleitungssystem 22 mit dem Gasleitungssystem 3 verbunden ist. Der Anlagenverbund kann zusätzlich einer Sekundärbrennstoffzufuhreinrichtung 23 zur Zuführung von Biomasse zum wenigstens teilweisen Betrieb des Anlagenverbundes, insbesondere des Brennofens 1 zur Erzeugung mineralischer Baustoffe mit Sekundärbrennstoffen aufweisen. Des Weiteren kann der Anlagenverbund einen Biomassespeicher 24 zur Speicherung von Biomasse, insbesondere aus der Biotechnologieanlage 5 aufweisen, wobei zumindest eine Teilmenge der Biomasse aus dem Bio Massenspeicher 24 und/oder der Biotechnologieanlage 5 als Sekundärbrennstoff über die Sekundärbrennstoffzufuhreinrichtung 23 dem Brennofen 1 zur Erzeugung mineralischer Baustoffe zugeführt werden kann. Die beispielhaft dargestellten gleichschenkelig trapezförmigen Elemente sind Verdichter zum Komprimieren von Gas(en).

Gewerbliche Anwendbarkeit

- Anlagen aus dem vorbeschriebenen Anlagenverbund und werden zur Herstellung mineralischer
- 5 Baustoffe eingesetzt.

Bezugszeichenliste

	1	= Brennofen
	2	= Kühler
5	3	= Gasleitungssystem
	4	= Chemieanlage
	5	= Biotechnologieanlage
	6	= Gasweiche
	7, 7'	= Anlage zur Wasserstofferzeugung
10	7'	= Elektrolyseanlage zur Wasserelektrolyse
	8	= H ₂ -Gasleitungssystem
	9	= H ₂ -Gasweiche
	10	= H ₂ -Speicher
	11	= Reverse-Wassergas-Shift-Anlage (RWGS)
15	12	= CO-Gasleitungssystem
	13	= CO-Gasweiche
	14	= Sauerstoffzufuhreinrichtung
	15	= Sauerstoffrückführleitung
	16	= Anlage zur CO ₂ -Abtrennung
20	17	= Anlage zur CO ₂ -Reinigung
	18	= Anlage zur CO ₂ -Konditionierung
	19	= Energiespeicher
	20	= Luftzerlegungsanlage
	21	= Produktionsanlage mit einer Kohlenstoffdioxidquelle
25	22	= CO ₂ -Gasleitungssystem
	23	= Sekundärbrennstoffzufuhreinrichtung
	24	= Biomassespeicher
	25	= stickstoffhaltiges Gas führende Leitung
	26	= Anlage zur Ammoniakherstellung
30		
	I	= Sekundärbrennstoff
	II	= Strom
	III	= Erneuerbare Energie
	IV	= Produkt(e)

Patentansprüche

1. Anlagenverbund zur Herstellung mineralischer Baustoffe mit
einem Brennofen (1) zur Erzeugung mineralischer Baustoffe,
5 einem Kühler (2) zur Kühlung der mineralischer Baustoffe, und
einem Gasleitungssystem (3) für Gase, die bei der Herstellung der mineralischen
Baustoffe anfallen,

dadurch gekennzeichnet, dass

10 der Anlagenverbund eine an das Gasleitungssystem (3) angeschlossene
Biotechnologieranlage (4) aufweist und der Anlagenverbund eine
Sekundärbrennstoffzufuhreinrichtung (23) zur Zuführung von Biomasse zum wenigstens
teilweisen Betrieb des Anlagenverbundes, insbesondere des Brennofens (1) zur
Erzeugung mineralischer Baustoffe mit Sekundärbrennstoffen aufweist.

- 15 2. Anlagenverbund nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das
Gasleitungssystem (3) mindestens eine steuerbare Gasweiche (6) zur Aufteilung der einer
Chemieranlage (4) und/oder der Biotechnologieranlage (5) zugeführten Gasmengenströme
umfasst.

- 20 3. Anlagenverbund nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der
Anlagenverbund zusätzlich eine Sauerstoffzufuhreinrichtung (14) aufweist, welche mit
dem Brennofen (1) zur Erzeugung mineralischer Baustoffe verbunden ist.

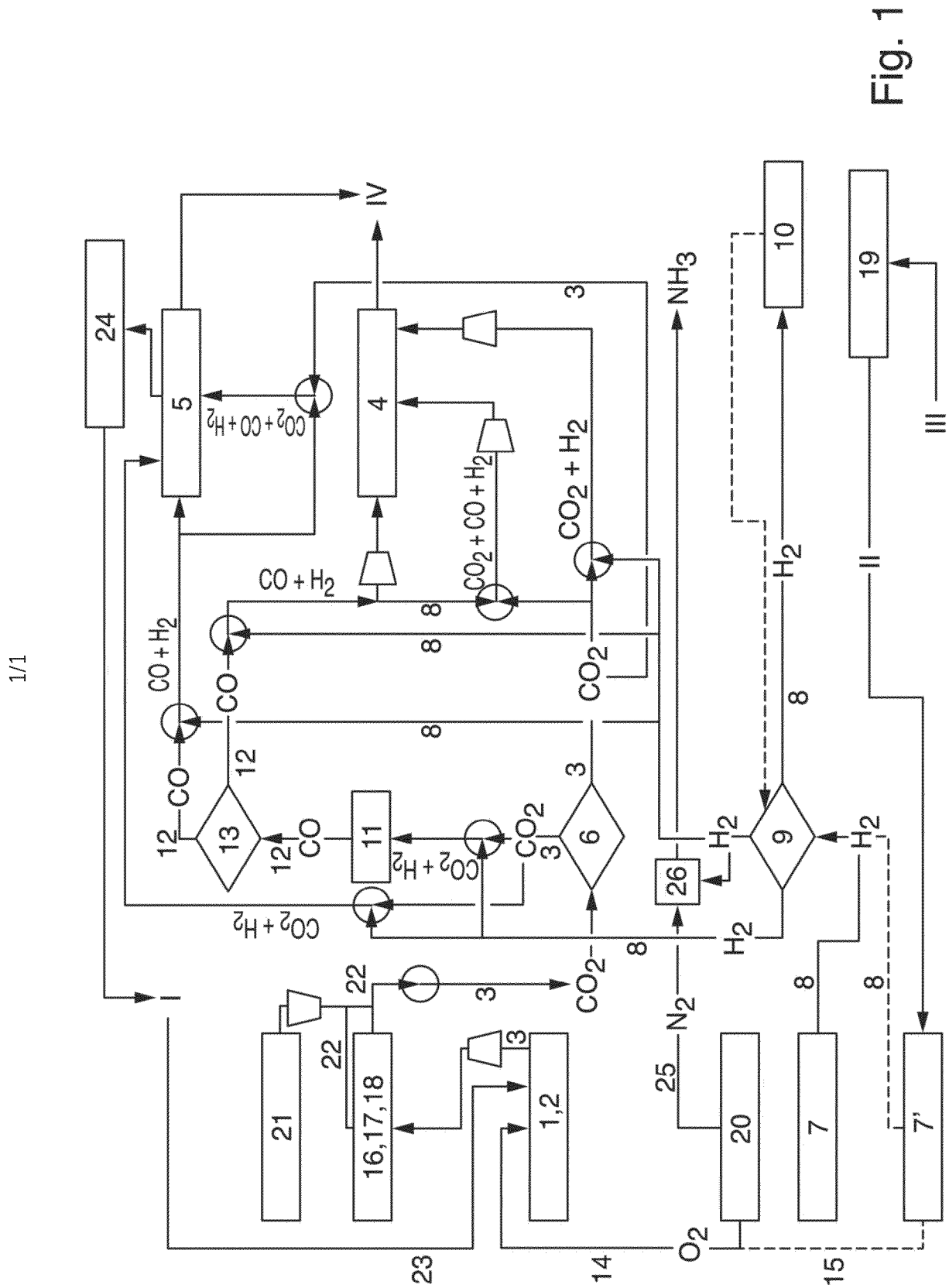
- 25 4. Anlagenverbund nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der
Anlagenverbund zusätzlich eine Anlage zur CO₂-Reinigung (17) und/oder eine Anlage zur
CO₂-Konditionierung (18) aufweist.

- 30 5. Anlagenverbund nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der
Anlagenverbund zusätzlich eine Reverse-Wassergas-Shift-Anlage (11) und ein CO-
Gasleitungssystem (12) für aus der Reverse-Wassergas-Shift-Anlage (11) emittierte
kohlenstoffmonoxidhaltigen Gasmengenströme umfasst, wobei das CO-
Gasleitungssystem (12) eine steuerbare CO-Gasweiche (13) aufweist und dass mittels
der steuerbaren Gasweiche (6) die der Chemieranlage (4) und/oder Biotechnologieranlage
(5) zugeführten Gasmengenströme steuerbar sind.

- 5 6. Anlagenverbund nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anlagenverbund zusätzlich eine Anlage zur Wasserstofferzeugung (7) und ein H₂-Gasleitungssystem (8) für aus der Anlage zur Wasserstofferzeugung (7) anfallende wasserstoffhaltige Gasmengenströme umfasst.
- 10 7. Anlagenverbund nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gasleitungssystem (3) in Strömungsrichtung vor der steuerbaren Gasweiche (6) verbunden ist mit dem H₂-Gasleitungssystem (8) über eine Mischvorrichtung zur Herstellung eines aus Gasen, die aus den aus Produktionsanlage mit einer Kohlendioxidquelle (6) anfallen und/oder bei der Herstellung der mineralischen Baustoffe anfallen und anfallenden wasserstoffhaltigen Gasen aus der Anlage zur Wasserstofferzeugung (7) bestehenden Mischgasen aufweist und dass mittels der steuerbaren Gasweiche (6) die der Chemieanlage (4) und/oder Biotechnologieranlage (5) zugeführten Gasmengenströme steuerbar sind.
- 15 8. Anlagenverbund nach einem der Ansprüche 6 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das H₂-Gasleitungssystem (8) eine steuerbare H₂-Gasweiche (9) aufweist und dass mittels der steuerbaren H₂-Gasweiche (9) die der Chemieanlage (4) und/oder Biotechnologieranlage (5) zugeführten wasserstoffhaltigen Gasmengenströme steuerbar sind.
- 20 9. Anlagenverbund nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anlagenverbund zusätzlich einen Biomassespeicher (24) zur Speicherung von Biomasse, insbesondere aus der Biotechnologieranlage (4) aufweist, wobei zumindest eine Teilmenge der Biomasse aus dem Biomassespeicher (24) und/oder der Biotechnologieranlage (4) mit der Sekundärbrennstoffzufuhreinrichtung (23) dem Anlagenverbund zugeführt wird.
- 25 10. Verfahren zum Betreiben eines Anlagenverbundes zur Herstellung der mineralischen Baustoffe, der einen Brennofen (1) zur Erzeugung mineralischer Baustoffe, einen Kühler (2) zur Kühlung der mineralischer Baustoffe, ein Gasleitungssystem (3) für Gase, die bei der Herstellung der mineralischen Baustoffe anfallen, eine an das Gasleitungssystem (3) angeschlossene Biotechnologieranlage (4) und eine Sekundärbrennstoffzufuhreinrichtung (23) zum wenigstens teilweisen Betrieb des Anlagenverbundes, insbesondere des Brennofens (1) zur Erzeugung mineralischer Baustoffe mit Sekundärbrennstoffen
- 30
- 35

aufweist, wobei zumindest eine Teilmenge des bei der Herstellung der mineralischen Baustoffe anfallenden Gases als Nutzgas zum Betrieb der Biotechnologieranlage (4) verwendet wird.

- 5 11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine Teilmenge der in der Biotechnologieranlage (4) anfallenden Biomasse als Sekundärbrennstoff mit der Sekundärbrennstoffzufuhreinrichtung (23) dem Anlagenverbund, insbesondere dem Brennofen (1) zur Erzeugung mineralischer Baustoffe zugeführt wird und/oder der Anlagenverbund zusätzlich einen Biomassenspeicher (24) zur Speicherung von Biomasse, 10 insbesondere aus der Biotechnologieranlage (4) aufweist, wobei zumindest eine Teilmenge der in dem Biomassenspeicher (24) gespeicherte Biomasse als Sekundärbrennstoff mit der Sekundärbrennstoffzufuhreinrichtung (23) dem Anlagenverbund, insbesondere dem Brennofen (1) zur Erzeugung mineralischer Baustoffe zugeführt wird.
- 15 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zuführung der zumindest einen Teilmenge der in der Biotechnologieranlage (4) anfallenden und/oder der in dem Biomassenspeicher (24) gespeicherten Biomasse als Sekundärbrennstoff mit der Sekundärbrennstoffzufuhreinrichtung (23) in den 20 Anlagenverbund, insbesondere den Brennofen (1) zur Erzeugung mineralischer Baustoffe in Abhängigkeit von dem Heizwert der Biomasse gesteuert wird.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2017/061799

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F27B7/20 C04B7/00 F27D17/00
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F27B C04B F27D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2012 105428 A1 (THYSSENKRUPP RESOURCE TECHNOLOGIES GMBH [DE]) 24 December 2013 (2013-12-24)	1,10
Y	paragraphs [0004], [0025] - [0027]; claims 1-14; figure 2	2-9,11, 12
X	DE 101 21 773 A1 (KRUPP POLYSIUS AG [DE]) 7 November 2002 (2002-11-07)	1,10
Y	paragraphs [0002], [0003], [0022] - [0029], [0036], [0037]; figure 1	2-9,11, 12
X	WO 2010/018436 A1 (HOLCIM TECHNOLOGY LTD [CH]; ERNST FRANK [CH]; OBRIST ALBERT [CH]) 18 February 2010 (2010-02-18) page 3, line 5 - line 30; claims 1-7	1,10
	-/--	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 July 2017

Date of mailing of the international search report

08/08/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gavriliu, Alexandru

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2017/061799

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	VIBHATAVATA PHUANGPHET ET AL: "Chemical recycling of carbon dioxide emissions from a cement plant into dimethyl ether, a case study of an integrated process in France using a Reverse Water Gas Shift (RWGS) step", INTERNATIONAL JOURNAL OF HYDROGEN ENERGY, vol. 38, no. 15, 20 May 2013 (2013-05-20), pages 6397-6405, XP028592883, ISSN: 0360-3199, DOI: 10.1016/J.IJHYDENE.2013.03.053 the whole document	2-9,11, 12
A	----- EP 2 508 494 A1 (THYSSENKRUPP POLYSIUS AG [DE]) 10 October 2012 (2012-10-10) the whole document	1-12
A	----- WO 02/064526 A1 (ALSTOM SWITZERLAND LTD [CH]; BURDIS VASSILIOS [DE]; MALFA ENRICO [IT];) 22 August 2002 (2002-08-22) the whole document -----	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/061799

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102012105428 A1	24-12-2013	CA 2877418 A1	27-12-2013
		DE 102012105428 A1	24-12-2013
		EA 201590017 A1	30-06-2015
		EP 2864454 A1	29-04-2015
		US 2015336845 A1	26-11-2015
		WO 2013189893 A1	27-12-2013

DE 10121773 A1	07-11-2002	DE 10121773 A1	07-11-2002
		DK 1390316 T3	10-12-2007
		EP 1390316 A1	25-02-2004
		US 2004110107 A1	10-06-2004
		WO 02090283 A1	14-11-2002

WO 2010018436 A1	18-02-2010	AR 074644 A1	02-02-2011
		AT 507174 A1	15-02-2010
		AU 2009280905 A1	18-02-2010
		BR PI0917676 A2	01-12-2015
		CA 2733713 A1	18-02-2010
		CN 102123963 A	13-07-2011
		EP 2313349 A1	27-04-2011
		ES 2431819 T3	28-11-2013
		MA 32758 B1	01-11-2011
		RU 2011109262 A	20-09-2012
		US 2011127470 A1	02-06-2011
		WO 2010018436 A1	18-02-2010

EP 2508494 A1	10-10-2012	CN 102730997 A	17-10-2012
		DE 102011001773 A1	04-10-2012
		DK 2508494 T3	02-03-2015
		EP 2508494 A1	10-10-2012
		ES 2531141 T3	11-03-2015
		PT 2508494 E	02-03-2015
		US 2012247371 A1	04-10-2012

WO 02064526 A1	22-08-2002	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. F27B7/20 C04B7/00 F27D17/00
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

F27B C04B F27D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2012 105428 A1 (THYSSENKRUPP RESOURCE TECHNOLOGIES GMBH [DE]) 24. Dezember 2013 (2013-12-24)	1,10
Y	Absätze [0004], [0025] - [0027]; Ansprüche 1-14; Abbildung 2 -----	2-9,11, 12
X	DE 101 21 773 A1 (KRUPP POLYSIUS AG [DE]) 7. November 2002 (2002-11-07)	1,10
Y	Absätze [0002], [0003], [0022] - [0029], [0036], [0037]; Abbildung 1 -----	2-9,11, 12
X	WO 2010/018436 A1 (HOLCIM TECHNOLOGY LTD [CH]; ERNST FRANK [CH]; OBRIST ALBERT [CH]) 18. Februar 2010 (2010-02-18) Seite 3, Zeile 5 - Zeile 30; Ansprüche 1-7 ----- -/-	1,10

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

26. Juli 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

08/08/2017

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Gavriliu, Alexandru

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	VIBHATAVATA PHUANGPHET ET AL: "Chemical recycling of carbon dioxide emissions from a cement plant into dimethyl ether, a case study of an integrated process in France using a Reverse Water Gas Shift (RWGS) step", INTERNATIONAL JOURNAL OF HYDROGEN ENERGY, Bd. 38, Nr. 15, 20. Mai 2013 (2013-05-20), Seiten 6397-6405, XP028592883, ISSN: 0360-3199, DOI: 10.1016/J.IJHYDENE.2013.03.053 das ganze Dokument	2-9,11,12
A	----- EP 2 508 494 A1 (THYSSENKRUPP POLYSIUS AG [DE]) 10. Oktober 2012 (2012-10-10) das ganze Dokument	1-12
A	----- WO 02/064526 A1 (ALSTOM SWITZERLAND LTD [CH]; BURDIS VASSILIOS [DE]; MALFA ENRICO [IT];) 22. August 2002 (2002-08-22) das ganze Dokument	1-12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/061799

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102012105428 A1	24-12-2013	CA 2877418 A1	27-12-2013
		DE 102012105428 A1	24-12-2013
		EA 201590017 A1	30-06-2015
		EP 2864454 A1	29-04-2015
		US 2015336845 A1	26-11-2015
		WO 2013189893 A1	27-12-2013

DE 10121773 A1	07-11-2002	DE 10121773 A1	07-11-2002
		DK 1390316 T3	10-12-2007
		EP 1390316 A1	25-02-2004
		US 2004110107 A1	10-06-2004
		WO 02090283 A1	14-11-2002

WO 2010018436 A1	18-02-2010	AR 074644 A1	02-02-2011
		AT 507174 A1	15-02-2010
		AU 2009280905 A1	18-02-2010
		BR PI0917676 A2	01-12-2015
		CA 2733713 A1	18-02-2010
		CN 102123963 A	13-07-2011
		EP 2313349 A1	27-04-2011
		ES 2431819 T3	28-11-2013
		MA 32758 B1	01-11-2011
		RU 2011109262 A	20-09-2012
		US 2011127470 A1	02-06-2011
		WO 2010018436 A1	18-02-2010

EP 2508494 A1	10-10-2012	CN 102730997 A	17-10-2012
		DE 102011001773 A1	04-10-2012
		DK 2508494 T3	02-03-2015
		EP 2508494 A1	10-10-2012
		ES 2531141 T3	11-03-2015
		PT 2508494 E	02-03-2015
		US 2012247371 A1	04-10-2012

WO 02064526 A1	22-08-2002	KEINE	
