

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50263/2022
(22) Anmeldetag: 20.04.2022
(45) Veröffentlicht am: 15.07.2023

(51) Int. Cl.: **F26B 3/00** (2006.01)
F26B 3/02 (2006.01)
F26B 5/00 (2006.01)
F26B 13/14 (2006.01)
F26B 13/00 (2006.01)
F26B 23/00 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
CN 105066657 A
DE 1124334 B
WO 2020079326 A1

(73) Patentinhaber:
IAF Process Engineering GmbH
8523 Frauental an der Laßnitz (AT)
Mondi AG
1030 Wien (AT)

(72) Erfinder:
HUBER Christian
8530 Deutschlandsberg (AT)
PENASO Mario
9451 Preitenegg (AT)

(74) Vertreter:
Puchberger & Partner Patentanwälte
1010 Wien (AT)

(54) VERFAHREN UND SYSTEM ZUR ABWÄRMERÜCKGEWINNUNG

(57) Verfahren zur Abwärmerückgewinnung mit den folgenden Schritten:

- Bereitstellen einer ersten Prozesseinheit (10), die thermische Energie benötigt;
- Bereitstellen einer zweiten Prozesseinheit (20), in der thermische Energie erzeugt wird und die (20) einen Verbrennungssofen (21) zum Verbrennen von Abfallstoffen (201) enthaltend Schwefelverbindungen umfasst;
- Verbrennen von Abfallstoffen (201) zur Erzeugung von heißem Verbrennungsabgas (210) enthaltend Schwefelverbindungen;
- Ableiten des heißen Verbrennungsabgases (210) aus der zweiten Prozesseinheit (20) und Einleiten des Verbrennungsabgases (310) in eine Abwärmerückgewinnungsvorrichtung (3) umfassend einen Abwärmetauscher (31,32);
- Übertragen von thermischer Energie aus dem Verbrennungsabgas (310) mit dem Abwärmetauscher (31,32) auf ein als Energiequelle in der ersten Prozesseinheit (10) verwendetes Fluid. Die erste Prozesseinheit (10) umfasst einen mit einer Brennstoffzuleitung (100,101,102) sowie mit einer Verbrennungsluftzuleitung (112,113) fluidisch

verbundenen Heizbrenner (15,16), wobei eine Gastemperatur (36,37) des Verbrennungsabgases (311,312) nach dem Abwärmetauscher (31,32) so eingestellt wird, dass eine Taupunkttemperatur der Schwefelverbindungen im Verbrennungsabgas (311,312) nicht unterschritten wird.

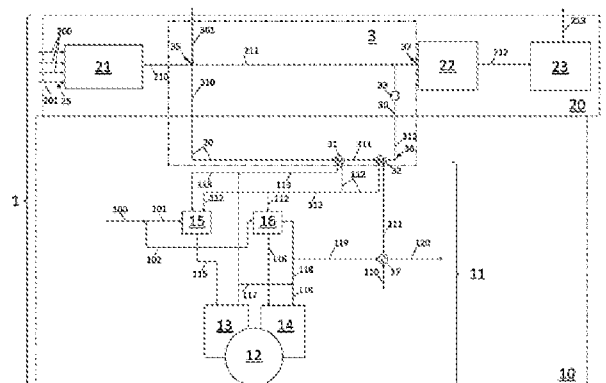


Fig. 1

Beschreibung

VERFAHREN UND SYSTEM ZUR ABWÄRMERÜCKGEWINNUNG

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Abwärmerückgewinnung für die Beheizung eines Heizbrenners, insbesondere eines Heizbrenners einer Trockenpartie einer Papiermaschine. Weiters wird im Rahmen der Erfindung ein System sowie eine Steuerung zur Abwärmerückgewinnung zwischen zwei Prozesseinheiten, insbesondere zwischen einer Verbrennungsanlage einer Zellstofffabrik und einer Trockenpartie einer Papiermaschine, angegeben.

STAND DER TECHNIK

[0002] Aus dem Stand der Technik ist bekannt, dass für zahlreiche industrielle Herstellungsprozesse, insbesondere für sehr energieintensive Herstellungsprozesse, derzeit fossile Primärbrennstoffe wie Erdöl, Erdgas, Kohle oder Koks als primäre Energieträger für die Prozessbeheizung eingesetzt werden. Beispielsweise ist die Papierherstellung ein energieintensiver Herstellungsprozess.

[0003] Zur Papierherstellung wird üblicherweise ein gemahlenes Zellstoff-Wassergemisch, eine sogenannte Zellstoffsuspension, mit einem sehr hohen Wassergehalt von üblicherweise rund 98% bis 99,9% Wasser in einer Papiermaschine gleichmäßig aufgebracht, wobei die feuchte Zellstoffsuspension anschließend mechanisch entwässert wird, um eine feuchte Papierbahn zu erhalten, und wobei diese Papierbahn danach in einer Trockenpartie, bei der die Papierbahn über zahlreiche beheizte Trocknungszyylinder geführt wird, getrocknet wird. Je nach Bauweise der verwendeten Papiermaschine bzw. abhängig von der zu erzeugenden Papiersorte oder Papierqualität kann die Papierbahn in der Trockenpartie beispielsweise von einem Wassergehalt von rund 50% bis 60% Wasser vor der Trockenpartie auf einen Gehalt von rund 3% bis 12% Wasser nach der Trockenpartie getrocknet werden, wobei das überschüssige Wasser verdunstet wird.

[0004] Beispielsweise umfasst bei einer sogenannten MG-Papiermaschine (MG: englisch, kurz für „machine-glazed“), mit der einseitig geglättetes Papier hergestellt werden kann, die Trockenpartie auch zumindest einen großen beheizten Trocknungszyylinder, den sogenannten „Yankee“-Zylinder, der auch als „Glättzylinder“ bezeichnet wird. Durch den großen Zylinderdurchmesser des Yankee-Zylinders und die dadurch sehr lange Verweilzeit einer Papierseite auf der Zylinderoberfläche wird dabei die für MG-Papiere typische Glätte als auch Glanz auf der dem Zylinder zugewandten Papierseite erzeugt. Die Feuchte aus dem Papier wird mit einem aufgeheizten Luftstrom aus Trockenhauben im Bereich des Yankee-Zylinders abgeführt, wobei der Wassergehalt der Papierbahn vor dem Yankee-Zylinder üblicherweise rund 40% bis 60% und nach dem Yankee-Zylinder rund 10% beträgt. Insbesondere die Beheizung dieses Yankee-Zylinders bzw. Glättzylinders ist daher besonders energieintensiv. Je nach Größe der Papiermaschine kann allein die zur Beheizung des Yankee-Zylinders erforderliche Heizleistung in der Größenordnung von etwa 10 MW liegen.

[0005] Nach dem Stand der Technik wird die für die Trockenpartie einer Papiermaschine erforderliche Trockenluft mittels eines oder mehrerer Heizbrenner, die üblicherweise mit Erdgas befeuert werden, auf die gewünschte Trocknungstemperatur und mittels Rezirkulation auf die gewünschte Restfeuchte gebracht.

[0006] Beispielsweise sind aus der DE 1 124 334 B sowie aus der WO 2020/079326 A1 Varianten von Wärmerückgewinnungsanlagen für die Trockenpartie einer Papiermaschine bekannt.

[0007] Aus der CN 105066657 A ist bereits eine Anlage zur Papiertrocknung bekannt, bei der mittels eines mit Erdgas befeuerten kombinierten Dampf- und Heißluftkessels das heiße, unter Druck stehende Verbrennungsabgas aus dem Dampf- und Heißluftkessel direkt zur Beheizung der Trockenhaube eines Trocknungszyinders, beispielsweise eines „Yankee“-Zylinders, der Trockenpartie einer Papiermaschine eingesetzt wird. Nachteilig bei dieser Ausführung ist jedoch,

dass die Temperatur des Verbrennungsabgases, das zur direkten Beheizung der Trockenhaube verwendet wird, von der Betriebsweise des Dampf- und Heißluftkessels und der Zufuhrmenge an Erdgas abhängt und nicht auf eine zur Herstellung der jeweils gewünschten Papierqualität erforderliche Trocknungstemperatur geregelt werden kann.

[0008] Um die Produktionskosten zu verringern und den CO₂-Ausstoß zu minimieren, besteht bei industriellen Herstellungsprozessen generell der Bedarf, anstelle von primären Energieträgern einen möglichst hohen Anteil an sekundären Energieträgern, die einen möglichst hohen Anteil an biogenem Kohlenstoff aufweisen und daher möglichst CO₂-neutral sind, einzusetzen. Alternative Ersatzbrennstoffe bzw. Sekundärbrennstoffe sind sämtliche nicht-fossilen Brennstoffe, also beispielsweise Brennstoffe, die aus Abfällen gewonnen werden, wobei es sich dabei um feste, flüssige oder gasförmige Abfallstoffe handeln kann. Beispielsweise können Alkohole wie Bioethanol, Methanol, Hackschnitzel, Pellets oder Tallöle als CO₂-neutrale Ersatzbrennstoffe bzw. als Sekundärbrennstoffe dienen.

[0009] Nochmals zurückkommend auf die Papier- und Zellstoffindustrie werden bereits in zahlreichen Zellstofffabriken Verbrennungsanlagen betrieben, um die bei der Zellstoffherstellung anfallenden Abfallstoffe, beispielsweise Rindenabfälle, Faserschlämme, Klärschlämme, Tallöle, Terpentin, flüssiges Methanol, Starkgase und/oder nichtkondensierbare Abgase (kurz: NKG) zu verbrennen. Starkgase und nichtkondensierbare Abgase sind Abgase aus der Zellstoffproduktion, die beispielsweise Methanol und Terpentinderbindungen als Energieträger enthalten, sowie hohe Konzentrationen an Schwefelverbindungen, weshalb diese Abgase ebenfalls in einer Verbrennungsanlage verbrannt werden müssen.

[0010] Aus der CN 105066657 A ist weiters eine Anlage zur Papiertrocknung bekannt, bei der anstelle einer Erdgasfeuerung ein mit einem Kohle-Wasser-Slurry und anderen Abfallstoffen befeuerter kombinierter Dampf- und Heißluftkessel heißes Verbrennungsabgas sowie Heißdampf erzeugt, die zur Beheizung der Trockenhaube eines Trocknungszylinders, beispielsweise eines „Yankee“-Zylinders, der Trockenpartie einer Papiermaschine eingesetzt werden. Nachteilig auch bei dieser Ausführung ist jedoch, dass die Temperatur des Verbrennungsabgases sowie des Heißdampfes, die zur Beheizung der Trockenhaube verwendet werden, von der Zufuhrmenge an Kohle-Wasser-Slurry in den Dampf- und Heißluftkessel abhängen. Die Regelung und Feinjustierung der für die Herstellung einer jeweils gewünschten Papierqualität individuell erforderlichen Trocknungstemperatur in der Trockenhaube ist damit nicht möglich.

[0011] Die gängigsten Verfahren für den Lignin-Aufschluss in der Cellulose-Matrix der Holzhackschnitzel sind das Sulfatverfahren sowie das Sulfitverfahren. Insbesondere können aufgrund der Rindenabfälle, Faserschlämme, Starkgase und/oder nichtkondensierbaren Abgase (NKG), die als Abfallstoffe aus der Zellstoffherstellung stammen und die als alternative Brennstoffe für den Betrieb der Verbrennungsanlage eingesetzt werden, hohe Konzentrationen an Schadstoffen wie Schwefelverbindungen und anderen Oxiden wie beispielsweise Stickoxiden im Verbrennungsabgas vorhanden sein. Überdies sind hohe Frachten an Harzsäuren, beispielsweise Terpentin, zu beachten, die in den Rindenabfällen von Nadelhölzern vorhanden sind, und deren flüchtige Verbindungen, beispielsweise Monoterpene, ebenfalls in das Verbrennungsabgas gelangen können. Terpentin ist gesundheitsschädlich und umweltgefährdend. Pechartige Rückstände von Tallöl, einem öligen Stoffgemisch, welches als wichtigstes Nebenprodukt bei der Herstellung von Zellstoff - genauer: von Sulfat-Zellstoff, vor allem beim Einsatz von Kiefernholz - anfällt, können ebenfalls als alternativer Brennstoff in der Verbrennungsanlage eingesetzt werden. Bei Tallöl handelt sich um eine schwarz-gelbe Flüssigkeit, die sich vor allem aus Fettsäuren und Harzsäuren sowie Sterinen und anderen Stoffen zusammensetzt. Die Zusammensetzung variiert aufgrund der Herkunft der jeweils verarbeiteten, harzhaltigen Hölzer sehr stark. Die Erweichungstemperatur dieses qualitativ recht unterschiedlichen Naturharzes liegt im Allgemeinen zwischen 80°C und 120°C.

[0012] Als Verbrennungsofen einer solchen Verbrennungsanlage kann beispielsweise ein Vergasungsreaktor in Form eines Wirbelschichtvergasers verwendet werden. Ein solcher Vergasungsreaktor, der zur Verbrennung und Vergasung der zugeführten Brennstoffe dient, wird üblicherweise bei Temperaturen von zumindest 850°C betrieben. Alternativ oder in Ergänzung dazu

können flüssige Brennstoffe und/oder Abfallstoffe beispielsweise auch in einem Laugenverbrennungskessel verbrannt werden, der als Verbrennungssofen dient.

[0013] Wegen der hohen Schadstofffrachten, die im Verbrennungsabgas nach der Abfallverbrennung vorhanden sind, muss das heiße Verbrennungsabgas einer Abgasreinigung, beispielsweise einer Rauchgaswäsche, unterzogen werden, bevor das entsprechend gereinigte Abgas über einen Kamin an die Umgebung abgegeben werden kann.

[0014] Aufgrund der problematischen Schadstoffe im Verbrennungsabgas aus der Verbrennungsanlage, der meist großen räumlichen Trennung zwischen der Prozesseinheit der Papiermaschine, insbesondere der Trockenpartie der Papiermaschine, und der Verbrennungsanlage einer angeschlossenen Zellstofffabrik, sowie der schwierigen Regelbarkeit der Abwärmemengen wurde bisher von einer Abwärmerückgewinnung zwischen zwei Prozesseinheiten, insbesondere zwischen einer Verbrennungsanlage einer Zellstofffabrik und einer Trockenpartie einer Papiermaschine, Abstand genommen.

AUFGABE DER ERFINDUNG

[0015] Es ist daher Aufgabe der Erfindung die Nachteile des Stands der Technik zu überwinden und ein Verfahren zur Abwärmerückgewinnung vorzuschlagen, mit dem es möglich ist, für die Beheizung eines Heizbrenners, insbesondere eines Heizbrenners einer Trockenpartie einer Papiermaschine, den bisher erforderlichen Bedarf an Primärbrennstoffen zu reduzieren, indem fossile Primärbrennstoffe eingespart werden und zumindest teilweise durch nicht-fossile Ersatzbrennstoffe bzw. Sekundärbrennstoffe mit einem möglichst hohen Anteil an biogenem Kohlenstoff ersetzt werden. Es wird also mit dem erfindungsgemäßen Verfahren bezweckt, Wärmeenergie, die bisher im heißen Verbrennungsabgas in die Atmosphäre abgegeben wurde, zur zumindest teilweisen Substitution von Primärbrennstoffen zur Beheizung eines Heizbrenners, insbesondere eines Heizbrenners einer Trockenpartie einer Papiermaschine, zu verwenden.

[0016] Weitere Aufgaben der Erfindung bestehen darin, ein System sowie eine Steuerung zur Abwärmerückgewinnung zwischen zwei Prozesseinheiten, insbesondere zwischen einer Verbrennungsanlage und einer Papiermaschine, anzugeben.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0017] Diese Aufgaben werden mit einem erfindungsgemäßen Verfahren zur Abwärmerückgewinnung für die Beheizung eines Heizbrenners, insbesondere eines Heizbrenners einer Trockenpartie einer Papiermaschine, gelöst.

[0018] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Abwärmerückgewinnung umfasst die folgenden Schritte:

- Bereitstellen einer ersten Prozesseinheit, in der in einem Betriebszustand der ersten Prozesseinheit thermische Energie benötigt wird;
- Bereitstellen einer zweiten Prozesseinheit, in der in einem Betriebszustand der zweiten Prozesseinheit thermische Energie erzeugt wird, wobei die zweite Prozesseinheit einen Verbrennungsofen umfasst, welcher Verbrennungsofen dazu eingerichtet ist, im Betriebszustand der zweiten Prozesseinheit Sekundärbrennstoffe und/oder Abfallstoffe enthaltend Schwefelverbindungen zu verbrennen;
- Verbrennen von Sekundärbrennstoffen und/oder Abfallstoffen enthaltend Schwefelverbindungen im Verbrennungsofen der zweiten Prozesseinheit zur Erzeugung von heißem Verbrennungsabgas, wobei das heiße Verbrennungsgas Schwefelverbindungen enthält;
- Ableiten des heißen Verbrennungsabgases aus der zweiten Prozesseinheit, gegebenenfalls unter Beimischen von Frischluft und/oder Tertiärluft, und Einleiten des heißen Verbrennungsabgases in eine Abwärmerückgewinnungsvorrichtung umfassend zumindest einen Abwärmetauscher;
- Übertragen von thermischer Energie aus dem in die Abwärmerückgewinnungsvorrichtung eingeleiteten heißen Verbrennungsabgas mit dem zumindest einen Abwärmetauscher auf ein Fluid, das als Energiequelle in der ersten Prozesseinheit verwendet wird, wobei erfindungsge-

maß vorgesehen ist, dass

- die erste Prozesseinheit zumindest einen Heizbrenner umfasst, wobei der zumindest eine Heizbrenner mit zumindest einer Brennstoffzuleitung sowie mit zumindest einer Verbrennungsluftzuleitung fluidisch verbunden ist, und wobei
- eine Gastemperatur des Verbrennungsabgases nach dem zumindest einen Abwärmetauscher innerhalb der Abwärmerückgewinnungsvorrichtung so eingestellt wird, dass eine Taupunkttemperatur der Schwefelverbindungen im Verbrennungsabgas nicht unterschritten wird.

[0019] Besonders vorteilhaft kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Abwärmerückgewinnung die Abwärme des heißen Verbrennungsabgases des VerbrennungsOfens der zweiten Prozesseinheit in Form von thermischer Energie durch geeignetes Zwischenschalten zumindest eines Abwärmetauschers der Abwärmerückgewinnungsvorrichtung sehr effizient direkt an ein Fluid, das als Energiequelle in der ersten Prozesseinheit eingesetzt wird, übertragen werden. Als Fluid bzw. Wärmeträgerfluid können beispielsweise Gase, Luft, Wasser oder andere Flüssigkeiten, Flüssigkeitsgemische, Öle, Thermoöle, und/oder Latentwärmespeichermedien dienen.

[0020] Das Fluid der ersten Prozesseinheit dient dabei als Wärmeträgermedium und wird infolge der mittels Abwärmetauscher zugeführten thermischen Energie erhitzt, wodurch sonst erforderlicher Primärbrennstoff zum Erzeugen derselben Wärmemenge in der ersten Prozesseinheit eingespart werden kann. Aufgrund der Schwefelverbindungen im Verbrennungsabgas ist es wesentlich, die Gastemperatur des Verbrennungsabgases nach dem zumindest einen Abwärmetauscher innerhalb der Abwärmerückgewinnungsvorrichtung so einzustellen, dass die Gastemperatur über der Taupunkttemperatur der Schwefelverbindungen im Verbrennungsabgas liegt. Die Zusammensetzung der Schwefelverbindungen ist dabei maßgeblich von der Zusammensetzung der im VerbrennungsOfen verbrannten Abfallstoffe und Brennstoffe abhängig. Als Richtwert kann ein Taupunkttemperaturbereich von Schwefelwasserstoffverbindungen im Verbrennungsabgas von etwa 120°C bis 130°C angenommen werden.

[0021] Folglich gilt, bei der Verfahrensführung darauf zu achten, dass die Gastemperatur des Verbrennungsabgases in der Abwärmerückgewinnungsvorrichtung nicht unter diese Taupunkttemperatur der Schwefelverbindungen im Verbrennungsabgas fällt, um unerwünschte Abscheidungen der schwefelhaltigen Schadstoffe aus dem Verbrennungsabgas in der Abwärmerückgewinnungsvorrichtung und damit einhergehende Verblockungen und Betriebsstörungen zu vermeiden.

[0022] Der VerbrennungsOfen der zweiten Prozesseinheit kann ein AbfallverbrennungsOfen sein.

[0023] Definitionsgemäß ist ein Wärmetauscher oder Wärmeübertrager eine Vorrichtung, die thermische Energie von einem Fluid bzw. Stoffstrom auf ein anderes Fluid bzw. auf einen anderen Stoffstrom überträgt. Der hier besonders relevante zumindest eine Wärmetauscher der Abwärmerückgewinnungsvorrichtung wird im Folgenden als Abwärmetauscher bezeichnet, um mit dieser gewählten Bezeichnung seine spezifische Zuordnung zur erfindungsgemäßen Abwärmerückgewinnungsvorrichtung hervorzuheben, mit der der zumindest eine Abwärmetauscher fluidisch bzw. strömungstechnisch verbunden ist.

[0024] Die im Folgenden verwendeten Positionsangaben von Bauteilen oder Komponenten des Systems zur Abwärmerückgewinnung, wie beispielsweise die Begriffe „oben“, „unten“, „oberhalb“, „unterhalb“, „vorne“, „hinten“, „seitlich“, „innerhalb“, „außerhalb“ und dergleichen, dienen im Wesentlichen dem besseren Verständnis der Erfindung, insbesondere zur Angabe der Lage oder Anordnung der entsprechenden Bauteile oder Komponenten in Verbindung mit der nachfolgenden Zeichnung. In jedem Fall sind solche Positionsangaben dem Fachmann geläufig.

[0025] Weitere vorteilhafte Ausführungen und Weiterbildungen der Erfindung sind den abhängigen Ansprüchen sowie der Beschreibung zu entnehmen.

[0026] In einer vorteilhaften Verfahrensvariante der Erfindung kann die Gastemperatur des Verbrennungsabgases nach dem zumindest einen Abwärmetauscher innerhalb der Abwärmerückgewinnungsvorrichtung auf zumindest 130°C, vorzugsweise auf zumindest 135°C, eingestellt werden. In eigenen Vorversuchen hat sich gezeigt, dass bei Gastemperaturen des Verbren-

nungsabgases von zumindest 130°C die im Verbrennungsabgas enthaltenen Schadstoffe, insbesondere die darin enthaltenen schwefelhaltigen Schadstoffe, noch nicht kondensieren und daher die Taupunkttemperatur dieser Schadstoffe im Verbrennungsabgas nicht unterschritten wird. Unerwünschte Ablagerungen und Anbackungen an den mit dem Verbrennungsabgas in Kontakt stehenden Apparaten und Rohrleitungen werden daher vermieden.

[0027] Wie eingangs erwähnt liegt auch die Erweichungstemperatur von unterschiedlichen Naturharzen aus den Rindenabfällen, deren flüchtige Bestandteile ebenfalls im Verbrennungsabgas vorhanden sein können, im Allgemeinen bei Temperaturen zwischen 80°C und 120°C. Daher sind die genannten Gastemperaturen des Verbrennungsabgases von zumindest 130°C, vorzugsweise von zumindest 135°C, in der Abwärmerückgewinnungsvorrichtung auch vorteilhaft, um feste Ablagerungen und Filmbildungen von Harzen und Terpenen zu verhindern und somit einen möglichst störungsfreien sowie wartungsarmen Dauerbetrieb der Abwärmerückgewinnungsvorrichtung zu gewährleisten.

[0028] Besonders zweckmäßig kann es sein, wenn beim erfindungsgemäßen Verfahren als erste Prozesseinheit eine Papiermaschine, vorzugsweise eine Trockenpartie einer Papiermaschine, bereitgestellt wird. Wie eingangs bereits betont ist insbesondere die Papierherstellung besonders energieintensiv, weshalb hier ein besonders großer Bedarf besteht, Maßnahmen zur Abwärmerückgewinnung sowie zur Einsparung von Primärbrennstoffen zu setzen. Wie erwähnt bietet sich insbesondere die Trockenpartie einer Papiermaschine an, zumindest einen Anteil der derzeit üblicherweise mittels Erdgasfeuerung bereitgestellten thermischen Energie von Heizbrennern zur Heißluftherzeugung durch das erfindungsgemäße Verfahren zur Abwärmerückgewinnung in Form von Abwärme aus Sekundärbrennstoffen zu ersetzen.

[0029] Besonders effizient kann das erfindungsgemäße Verfahren geführt werden, wenn als zweite Prozesseinheit eine Verbrennungsanlage einer Zellstofffabrik bereitgestellt wird, wobei die Verbrennungsanlage dazu eingerichtet ist, im Betriebszustand Sekundärbrennstoffe und/oder Abfallstoffe zu verbrennen, wobei die Sekundärbrennstoffe und/oder Abfallstoffe ausgewählt sind aus der Gruppe umfassend: Hackschnitzel, Rindenabfälle, Faserschlämme, Klärschlämme, Methanol, Bioalkohol, Tallöle, Terpentine, Starkgase und/oder nichtkondensierbare Abgase.

[0030] Eine Verfahrensintegration einer Papiermaschine als erster Prozesseinheit, die im laufenden Betrieb thermische Energie benötigt, und einer Verbrennungsanlage einer Zellstofffabrik als zweite Prozesseinheit, die thermische Energie in Form von heißem Verbrennungsabgas erzeugt, am selben Standort bietet zahlreiche Vorteile. Je nach Größe der Verbrennungsanlage können beispielsweise Heizleistungen in der Größenordnung von 10 MW an thermischer Energie vom heißen Verbrennungsabgas der zweiten Prozesseinheit an ein Fluid der ersten Prozesseinheit übertragen werden.

[0031] Die Verbrennungsanlage kann eine Abfallverbrennungsanlage sein, wobei der Verbrennungssofen ein Abfallverbrennungssofen ist.

[0032] Besonders zweckmäßig kann es sein, wenn als Fluid, das als Energiequelle in der ersten Prozesseinheit verwendet wird, Verbrennungszuluft für den zumindest einen Heizbrenner verwendet wird. Thermische Energie aus dem heißen Verbrennungsabgas wird dabei mit dem zumindest einen Abwärmetauscher an die Verbrennungszuluft für den zumindest einen Heizbrenner in der ersten Prozesseinheit übertragen, wobei die Verbrennungszuluft erhitzt wird.

[0033] Um die Wärmeübertragung zu verbessern bzw. die zu übertragende Wärmemenge und damit die Heizleistung zu erhöhen, kann es zweckmäßig sein, mehrere Abwärmetauscher in Serie zu schalten und/oder die Wärmeübertragung auf mehrere Fluide, die jeweils als Energiequellen in der ersten Prozesseinheit verwendet werden, aufzuteilen.

[0034] Besonders vorteilhaft kann es sein, wenn beim erfindungsgemäßen Verfahren eine Gastemperatur des heißen Verbrennungsabgases unmittelbar vor der Abwärmerückgewinnungsvorrichtung, gegebenenfalls unter Beimischen von Frischluft und/oder Tertiärluft, im Bereich von 550°C bis 650°C, vorzugsweise von 570°C bis 630°C, besonders bevorzugt von 590°C bis 610°C, eingestellt wird.

[0035] Die heiße Abgastemperatur des Verbrennungsabgases direkt nach dem Verbrennungs-Ofen kann beispielsweise in einem Bereich von 850°C bis etwa 1.000°C liegen, was für Trocknungsaufgaben in der Papierindustrie meist zu heiß ist. Für die Papiertrocknung in der Trockenpartie werden üblicherweise Heißlufttemperaturen in der Größenordnung von rund 300°C benötigt. Die Bereitstellung von heißem Verbrennungsabgas im Bereich von 550°C bis 650°C, besonders bevorzugt von rund 600°C, ermöglicht eine effiziente Wärmeübertragung großer Wärmemengen bzw. großer Heizleistungen an ein Fluid der ersten Prozesseinheit. So kann beispielsweise mit dieser Temperaturspreizung bzw. Temperaturdifferenz zwischen den beiden Medien auf beiden Seiten des Abwärmetauschers im zumindest einen Abwärmetauscher Verbrennungszuluft für den zumindest einen Heizbrenner auf eine Zulufttemperatur von rund 300°C erhitzt werden, wodurch beispielsweise bis zu 90% der sonst erforderlichen Erdgasmenge zum Befeuern des Heizbrenners eingespart und durch CO₂-neutrale Energiequellen ersetzt werden können. Durch Beimischung von Frischluft und/oder Tertiärluft, beispielsweise in Form von Abluft aus einer anderen Prozesseinheit, kann der genannte Arbeitsbereich von heißem Verbrennungsabgas von 550°C bis 650°C besonders komfortabel eingestellt werden.

[0036] Die Regelung der benötigten thermischen Energie bzw. Wärmeenergie aus dem Verbrennungsabgas kann beispielsweise mittels einer trägen Bypass-Regelung erfolgen. Auf der Seite der zirkulierenden Trocknungsluft kann es aus Gründen der vereinfachten Regelbarkeit zweckmäßig sein, wenn ein möglichst kleiner Anteil der benötigten Wärmeenergie weiterhin mittels Erdgasverbrennung erzeugt wird.

[0037] In einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann die Abwärmerückgewinnungsvorrichtung zumindest eine Abwärmerückgewinnungsleitung zum Ableiten des heißen Verbrennungsabgases aus der zweiten Prozesseinheit umfassen, wobei die zumindest eine Abwärmerückgewinnungsleitung mit der zweiten Prozesseinheit sowie mit dem zumindest einen Abwärmetauscher, vorzugsweise mit zumindest zwei in Serie hintereinander geschalteten Abwärmetauschern, jeweils fluidisch verbunden ist, und wobei dem zumindest einen Abwärmetauscher eine Rauchgasreinigungseinrichtung nachgeordnet ist, sodass das heiße Verbrennungsabgas im Betriebszustand der zweiten Prozesseinheit durch den zumindest einen Abwärmetauscher, vorzugsweise durch zumindest zwei in Serie hintereinander geschaltete Abwärmetauscher, hindurch befördert und dabei abgekühlt wird, bevor das Verbrennungsabgas in der Rauchgasreinigungseinrichtung gereinigt wird.

[0038] Als Rauchgasreinigungseinrichtung kann je nach Schadstoffzusammensetzung im Verbrennungsabgas beispielsweise eine Rauchgaswäschereinrichtung und/oder ein Elektrofilter zur Staubabeseidung erforderlich sein.

[0039] Diese Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens bietet sich insbesondere als Lösung zur Nachrüstung bestehender Verbrennungsanlagen an. Anstelle einer herkömmlichen Abgasleitung, in der das Verbrennungsabgas aus dem Verbrennungs-Ofen direkt in eine nachgeordnete Rauchgasreinigungseinrichtung gelangt und damit ungenutzt über Kamin fortgeleitet wird, kann in der erfindungsgemäßen Verfahrensführung das heiße Verbrennungsabgas in zumindest einer Abwärmerückgewinnungsleitung, die mit der zweiten Prozesseinheit bzw. mit dem Verbrennungs-Ofen sowie mit dem zumindest einen Abwärmetauscher, vorzugsweise mit zumindest zwei in Serie hintereinander geschalteten Abwärmetauschern, strömungstechnisch verbunden ist, geführt werden.

[0040] Die Rauchgasreinigungseinrichtung ist dem zumindest einen Abwärmetauscher nachgeordnet, sodass das heiße Verbrennungsabgas im Betriebszustand der zweiten Prozesseinheit durch den zumindest einen Abwärmetauscher, vorzugsweise durch zumindest zwei in Serie hintereinander geschaltete Abwärmetauscher, hindurch befördert und dabei abgekühlt wird, bevor das Verbrennungsabgas in der Rauchgasreinigungseinrichtung gereinigt wird.

[0041] Zweckmäßig kann im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens für den zumindest einen Abwärmetauscher, vorzugsweise für die zumindest zwei in Serie hintereinander geschalteten Abwärmetauscher, der Abwärmerückgewinnungsvorrichtung zumindest ein Plattenwärmetauscher verwendet werden. Plattenwärmetauscher, die auch als Plattenwärmeübertrager bezeichnet

net werden, können vorteilhaft sehr kompakt gebaut werden und haben bezogen auf ihre geringe Größe eine sehr hohe Wärmestromdichte, weshalb sie in den verschiedensten Bereichen verwendet werden, unter anderem für industrielle Heiz-, und/oder Kühlaufgaben sowie in der Solartechnik.

[0042] Die eingangs genannten Aufgaben werden auch mit einem erfindungsgemäßen System zur Abwärmerückgewinnung gelöst, wobei das System umfasst:

- eine erste Prozesseinheit;
- eine zweite Prozesseinheit zur Erzeugung von thermischer Energie, wobei die zweite Prozesseinheit einen Verbrennungsofen umfasst, wobei der Verbrennungsofen dazu eingerichtet ist, im Betriebszustand des Systems Abfallstoffe enthaltend Schwefelverbindungen zu verbrennen, um ein Schwefelverbindungen enthaltendes heißes Verbrennungsabgas zu erhalten; sowie
- eine Abwärmerückgewinnungsvorrichtung umfassend zumindest einen Abwärmetauscher, wobei die Abwärmerückgewinnungsvorrichtung dazu eingerichtet ist, in einem Betriebszustand des Systems thermische Energie des aus der zweiten Prozesseinheit abgeleiteten heißen Verbrennungsabgases, welches heiße Verbrennungsabgas, gegebenenfalls unter Beimischen von Frischluft und/oder Tertiärluft, in die Abwärmerückgewinnungsvorrichtung einleitbar ist, mit dem zumindest einen Abwärmetauscher auf ein Fluid, das als Energiequelle in der ersten Prozesseinheit vorgesehen ist, zu übertragen, wobei erfindungsgemäß vorgesehen ist, dass
- die erste Prozesseinheit zumindest einen Heizbrenner umfasst, wobei der zumindest eine Heizbrenner mit zumindest einer Brennstoffzuleitung sowie mit zumindest einer Verbrennungsluftzuleitung fluidisch verbunden ist, und wobei
- das Verbrennungsabgas nach dem zumindest einen Abwärmetauscher eine Gastemperatur aufweist, die größer als eine Taupunkttemperatur der Schwefelverbindungen im Verbrennungsabgas ist.

[0043] Die vorhin im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren genannten Vorteile und vorteilhaften Effekte gelten gleichermaßen auch für das erfindungsgemäße System zur Abwärmerückgewinnung.

[0044] In einer vorteilhaften Variante des erfindungsgemäßen Systems kann die Gastemperatur des Verbrennungsabgases nach dem zumindest einen Abwärmetauscher innerhalb der Abwärmerückgewinnungsvorrichtung zumindest 130°C, vorzugsweise zumindest 135°C, betragen.

[0045] Besonders effizient kann ein erfindungsgemäßes System sein, wenn die erste Prozesseinheit eine Papiermaschine, vorzugsweise eine Trockenpartie einer Papiermaschine, ist.

[0046] Um möglichst große Mengen an thermischer Energie aus nicht-fossilen Sekundärbrennstoffen für die Abwärmerückgewinnung bereitstellen zu können, kann es besonders effizient sein, wenn bei einem erfindungsgemäßen System die zweite Prozesseinheit eine Verbrennungsanlage einer Zellstofffabrik ist, wobei die Verbrennungsanlage dazu eingerichtet ist, im Betriebszustand des Systems Sekundärbrennstoffe und/oder Abfallstoffe zu verbrennen, wobei die Abfallstoffe ausgewählt sind aus der Gruppe umfassend: Hackschnitzel, Rindenabfälle, Faserschlämme, Klärschlämme, Methanol, Bioalkohol, Tallöle, Terpentine, Starkgase und/oder nichtkondensierbare Abgase.

[0047] Besonders flexibel einsetzbar kann ein erfindungsgemäßes System sein, das dazu eingerichtet ist, im Betriebszustand des Systems thermische Energie aus dem heißen Verbrennungsabgas mit dem zumindest einen Abwärmetauscher an die Verbrennungsluftleitung für den zumindest einen Heizbrenner in der ersten Prozesseinheit zu übertragen, um die dem zumindest einen Heizbrenner im Betriebszustand zugeführte Verbrennungsluft zu erhitzen.

[0048] Vielseitig einsetzbar kann ein System gemäß der Erfindung sein, das dazu eingerichtet ist, dass die Gastemperatur des heißen Verbrennungsabgases unmittelbar vor der Abwärmerückgewinnungsvorrichtung, gegebenenfalls unter Beimischung von Frischluft und/oder Tertiärluft, im Bereich von 550°C bis 650°C, vorzugsweise von 570°C bis 630°C, besonders bevorzugt von

590°C bis 610°C, liegt. Somit können beispielsweise Wärmeübertragungsaufgaben, bei denen ein Fluid der ersten Prozesseinheit auf Temperaturen im Bereich bis 450°C erhitzt werden soll, besonders effizient gemeistert werden.

[0049] In einer besonders kompakten Ausführungsvariante kann bei einem erfindungsgemäßen System die Abwärmerückgewinnungsvorrichtung zumindest eine Abwärmerückgewinnungsleitung zum Ableiten des heißen Verbrennungsabgases aus der zweiten Prozesseinheit umfassen, wobei die zumindest eine Abwärmerückgewinnungsleitung mit der zweiten Prozesseinheit sowie mit dem zumindest einen Abwärmetauscher, vorzugsweise mit zumindest zwei in Serie hintereinander geschalteten Abwärmetauschern, jeweils fluidisch verbunden ist, und wobei dem zumindest einen Abwärmetauscher eine Rauchgasreinigungseinrichtung nachgeschaltet ist.

[0050] Vielseitig einsetzbar kann ein System sein, bei dem der zumindest eine Abwärmetauscher, vorzugsweise zumindest zwei in Serie hintereinander geschaltete Abwärmetauscher, der Abwärmerückgewinnungsvorrichtung als Plattenwärmetauscher ausgeführt ist bzw. sind.

[0051] Um eine besonders komfortable Betriebsführung zu ermöglichen, kann bei einem erfindungsgemäßen System zur Steuerung einer Durchflussmenge des Verbrennungsabgases durch den zumindest einen Abwärmetauscher der Abwärmerückgewinnungsvorrichtung eine Gebläseeinrichtung vorgesehen sein, wobei die Gebläseeinrichtung fluidisch mit dem zumindest einen Abwärmetauscher verbunden ist, und wobei die Gebläseeinrichtung vorzugsweise dem Abwärmetauscher in Strömungsrichtung des Verbrennungsabgases nachgeordnet ist.

[0052] Außerdem wird im Rahmen der Erfindung eine Steuerung für ein System zur Abwärmerückgewinnung angegeben, wobei die Steuerung zur Durchführung der folgenden Verfahrensschritte eingerichtet ist:

- Ableiten von heißem Verbrennungsabgas aus einer zweiten Prozesseinheit, gegebenenfalls unter Beimischen von Frischluft und/oder Tertiärluft, und Einleiten in eine Abwärmerückgewinnungsvorrichtung umfassend zumindest einen Abwärmetauscher;
- Einstellen einer Gastemperatur des heißen Verbrennungsabgases beim Einleiten aus der zweiten Prozesseinheit in die Abwärmerückgewinnungsvorrichtung, gegebenenfalls unter Beimischen von Frischluft und/oder Tertiärluft, im Bereich von 550°C bis 650°C, vorzugsweise von 570°C bis 630°C, besonders bevorzugt von 590°C bis 610°C;
- Übertragen von thermischer Energie aus dem in die Abwärmerückgewinnungsvorrichtung eingeleiteten heißen Verbrennungsabgas mit dem zumindest einen Abwärmetauscher auf ein Fluid, das als Energiequelle in einer ersten Prozesseinheit verwendbar ist;
- gegebenenfalls Steuern einer Durchflussmenge des Verbrennungsabgases durch den zumindest einen Abwärmetauscher der Abwärmerückgewinnungsvorrichtung mittels einer Gebläseeinrichtung; und
- Einstellen einer Gastemperatur des Verbrennungsabgases nach dem zumindest einen Abwärmetauscher, wobei eine Taupunkttemperatur der Schwefelverbindungen im Verbrennungsabgas nicht unterschritten wird, vorzugsweise eine Gastemperatur des Verbrennungsabgases auf zumindest 130°C, besonders bevorzugt auf zumindest 135°C, eingestellt wird.

KURZE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0053] Die Erfindung wird nun anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Die Zeichnung ist beispielhaft und soll den Erfindungsgedanken darlegen.

[0054] Dabei zeigt:

[0055] Fig. 1 eine schematische Darstellung in einem Prozessfließbild eines erfindungsgemäßen Systems zur Abwärmerückgewinnung.

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0056] Fig. 1 zeigt ein System 1 zur Abwärmerückgewinnung anhand der Beheizung eines Heizbrenners einer ersten Prozesseinheit 10, beispielsweise einer Papiermaschine 10, insbesondere einer Trockenpartie 11 einer Papiermaschine 10. Zur besseren Übersicht ist die erste Prozess-

einheit 10 mit einer strichpunktieren Linie umrandet. Hier ist beispielhaft eine sogenannte MG-Papiermaschine zur Herstellung von einseitig geglättetem Papier gezeigt, wobei in der Trockenpartie 11 im Betriebszustand der Papiermaschine 10 Papier über zahlreiche kleine beheizte Trocknungszyylinder, die in der Fig. 1 nicht explizit dargestellt sind, sowie über einen besonders großen Trocknungszyylinder 12 mit großem Zylinderdurchmesser, einem sogenannten Yankee-Zylinder 12, geführt und dabei getrocknet wird. Die zur Trocknung im Bereich des Yankee-Zylinders 12 erforderliche Trocknungsluft wird durch eine erste Trocknerhaube 13 sowie durch eine zweite Trocknerhaube 14, wobei die beiden Trocknerhauben 13,14 jeweils links bzw. rechts einer Längsachse sowie oberhalb des Yankee-Zylinders 12 angeordnet sind, bereitgestellt.

[0057] Ein erster Heizbrenner 15 dient zur Beheizung und Bereitstellung von trockener Heißluft für die erste Trocknerhaube 13. Ein zweiter Heizbrenner 16 dient zur Beheizung und Bereitstellung von trockener Heißluft für die zweite Trocknerhaube 14. Beispielsweise ist in der Trockenpartie 11 auch zumindest ein Wärmetauscher 17 zur Frischluftvorwärmung vorhanden.

[0058] Eine zweite Prozesseinheit 20, die hier beispielhaft eine Verbrennungsanlage 20 einer Zellstofffabrik ist, umfasst einen Verbrennungsofen 21, eine Rauchgasreinigungsreinrichtung 22 sowie einen Abgaskamin 23. Ein Mengensensor 25 dient hier zur Erfassung der dem Verbrennungsofen 21 im Betriebszustand zugeführten Abfallmengenströme. Diese Baugruppen und Komponenten, die zum Betrieb der Verbrennungsanlage 20 erforderlich sind, sind zur einfacheren Übersicht ebenfalls mit einer strichpunktieren Linie umrandet.

[0059] Erfindungsgemäß ist weiters eine Abwärmerückgewinnungsvorrichtung 3 vorgesehen, die hier eine Abwärmerückgewinnungsleitung 30 sowie einen ersten Abwärmetauscher 31 und einen in Serie zum ersten Abwärmetauscher 31 geschalteten zweiten Abwärmetauscher 32 umfasst. Die beiden Abwärmetauscher 31, 32 sind hier beispielsweise jeweils als Plattenwärmetauscher ausgeführt. Den beiden Abwärmetauschern 31, 32 nachgeordnet ist eine Gebläseeinrichtung 33. Zur besseren Übersicht sind die Komponenten der Abwärmerückgewinnungsvorrichtung 3 mit einer strichzweipunktieren Linie umrandet.

[0060] Mehrere Temperatursensoren dienen zur Temperaturüberwachung und Temperaturregelung im laufenden Betrieb des Systems 1. Ein erster Temperatursensor 35 dient dabei zur Temperaturüberwachung von heißem Verbrennungsabgas, das in die Abwärmerückgewinnungsleitung 30 eingeleitet wird. Ein weiterer, zweiter Temperatursensor 36 ist in der Abwärmerückgewinnungsleitung 30 stromabwärts nach den beiden seriell hintereinander geschalteten Abwärmetauschern 31,32 vorgesehen und dient zur Temperaturüberwachung der Gastemperatur 36 von Verbrennungsabgas nach Verlassen der Abwärmetauscher 31,32. Ein weiterer, dritter Temperatursensor 37 ist hier stromabwärts nach einer Gebläseeinrichtung 33, die den beiden Abwärmetauschern 31,32 nachgeordnet ist, angeordnet. Die Abwärmerückgewinnungsleitung 30 ist mit den beiden Abwärmetauschern 31,32 sowie mit der Gebläseeinrichtung 33 fluidisch bzw. strömungstechnisch verbunden.

[0061] Die weiteren Bezugszeichen 100 bis 312 bezeichnen jeweils gleichermaßen Förderleitungen, beispielsweise Rohrleitungen, zur Zuleitung und/oder Ableitung der entsprechenden Medien, als auch die innerhalb der jeweiligen Leitungen beförderten Medien selbst. Die in Fig. 1 eingezeichneten Pfeilrichtungen beziehen sich jeweils auf die Förderrichtungen der in den jeweiligen Leitungen befindlichen Medien im Betriebszustand des erfindungsgemäßen Systems 1 zur Abwärmerückgewinnung.

[0062] Die im Folgenden beschriebenen Bezugszeichen 100 bis 120 betreffen die erste Prozesseinheit 10 bzw. die hier gezeigte Papiermaschine 10.

[0063] Die beiden Heizbrenner 15 und 16 werden von einer Brennstoffzuleitung 100 gespeist, wobei als Brennstoff 100 hier beispielsweise Erdgas in Pfeilrichtung 100 den beiden Heizbrennern 15,16 zugeführt wird. Die Brennstoffzuleitung 100 gabelt sich in eine erste Brennstoffzuleitung 101 für den ersten Heizbrenner 15 sowie in eine zweite Brennstoffzuleitung 102 für den zweiten Heizbrenner 16. Erforderlichenfalls können durch Einstellen der Dosiermengen der jeweils zugeführten Erdgasmengen als Brennstoffe 101, 102 die Heißlufttemperaturen zur Behei-

zung der ersten Trocknerhaube 13 sowie zur Beheizung der zweiten Trocknerhaube 14 individuell geregelt werden.

[0064] In einer Frischluftzuleitung 110 wird in Pfeilrichtung 110 Frischluft 110 der Trockenpartie 11 zugeführt. Die Frischluft 110 wird im Wärmetauscher 17 zur Frischluftvorwärmung vorgewärmt und gelangt anschließend in einer Zuleitung 111 für vorgewärmte Frischluft 111 in Pfeilrichtung 111 in den Abwärmetauscher 32, wobei im Abwärmetauscher 32 thermische Energie an die vorgewärmte Frischluft 111 übertragen wird und die Frischluft 111 dabei erhitzt wird. Erhitzte Frischluft verlässt in Pfeilrichtung 112 in der Zuleitung 112 als erhitzte Verbrennungszuluft 112 den Abwärmetauscher 32, wobei ein erster Teilstrom der erhitzten Verbrennungszuluft 112 direkt zur Versorgung der beiden Heizbrenner 15, 16 mit Verbrennungszuluft 112 dient. Ein zweiter Teilstrom der erhitzten Verbrennungszuluft 112 wird einem weiteren Abwärmetauscher 31 zugeführt. Im Abwärmetauscher 31 wird abermals thermische Energie an die bereits erhitzte Verbrennungszuluft 112 übertragen, wobei die Temperatur der Verbrennungszuluft 112 dabei weiter erhöht wird, wobei nach dem Abwärmetauscher 31 weiter erhitzte Verbrennungszuluft 113 erhalten wird. Die weiter erhitzte Verbrennungszuluft 113 wird hier beispielsweise nur dem ersten Heizbrenner 15 zugeführt, welcher Heizbrenner 15 die erste Trocknerhaube 13 des Yankee-Zylinders 12 beheizt, die in stromaufwärtiger Richtung entgegen einer Förderrichtung der Papierbahn gesehen der zweiten Trocknerhaube 14 vorgelagert ist. Die erste Trocknerhaube 13 dient hier dazu, eine noch vergleichsweise feuchtere Papierbahn mit etwa 40% Wassergehalt zu trocknen, weshalb eine vergleichsweise größere Trockenluftmenge und/oder eine vergleichsweise höhere Temperatur der erhitzten Verbrennungszuluft 113 zweckmäßig ist bzw. sind im Vergleich zur Trockenluftmenge und/oder Temperatur der Verbrennungszuluft 112 für die nachgeordnete zweite Trocknerhaube 14.

[0065] Eine Heißluftzuleitung 115 dient zur Zuführung von Heißluft 115 vom ersten Heizbrenner 15 zur ersten Trocknerhaube 13. Eine separate Heißluftzuleitung 116 dient zur Zuführung von Heißluft 116 vom zweiten Heizbrenner 16 zur zweiten Trocknerhaube 14.

[0066] Eine Abluftleitung 117 dient zur Ableitung von feuchter Abluft 117 aus der ersten Trocknerhaube 13. Eine weitere Eine Abluftleitung 118 dient zur Ableitung von feuchter Abluft 118 aus der zweiten Trocknerhaube 14 des Yankee-Zylinders 12. Teilströme der feuchten Abluft 117, 118 können erforderlichenfalls auch rezirkuliert und neuerlich den Heizbrennern 15, 16 zurückgeführt werden. Eine gemeinsame Abluftleitung 119 dient zur Ausschleusung der feuchten Abluft 119 aus der Trockenpartie 11. Nach Passieren des Wärmetauschers 17 zur Frischluftvorwärmung, wobei thermische Energie der feuchten Abluft 119 an die vorzuwärmende Frischluft 110 übertragen wird, verlässt abgekühlte Fortluft 120 mittels einer Fortluftableitung 120 in Pfeilrichtung 120 die Trockenpartie 11 bzw. die erste Prozesseinheit 10 der Papiermaschine 10.

[0067] Die im Folgenden beschriebenen Bezugszeichen 200 bis 213 betreffen die zweite Prozesseinheit 20 bzw. die hier gezeigte Verbrennungsanlage 20.

[0068] Eine oder mehrere Brennstoffzuleitungen 200 dienen für die Zufuhr von sekundären Brennstoffen 200 für den Betrieb des Verbrennungsofens 21. Eine Abfallstoffzuleitung 201 dient für die Zufuhr von Abfallstoffen 201, die im Verbrennungsofen 21 verbrannt werden sollen. Wobei Abfallstoffe 201 aufgrund ihres Energieinhalts auch als Brennstoffe 200 genutzt werden können bzw. umgekehrt sekundäre Brennstoffe 200 auch Schadstofffrachten enthalten können.

[0069] Eine Leitung 210 dient zur Ableitung des heißen Verbrennungsabgases 210 aus dem Verbrennungsofen. Das heiße Verbrennungsabgas 210 enthält Schwefelverbindungen.

[0070] Die mit strichlierter Linie 211 angedeutete herkömmliche Leitung 211 zeigt die bisherige Leitung, um das heiße Verbrennungsabgas nach dem Stand der Technik in eine nachgeordnete Rauchgasreinigungseinrichtung 22 zu leiten. Die strichliert gezeichnete Leitung 211 ist nicht Teil des erfindungsgemäßen Systems 1 und soll nur beispielhaft eine mögliche bisherige Anlagenausführung nach dem Stand der Technik zeigen, wonach die zweite Prozesseinheit 20 nicht mit der ersten Prozesseinheit 10 verbunden war.

[0071] Die weiteren Leitungen 212 zeigen eine Abgaszuleitung 212 des gereinigten Abgases

zum Abgaskamin 23 sowie eine Abgasfortleitung 213 aus dem Abgaskamin 23.

[0072] Diese Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens bietet sich insbesondere als Lösung zur Nachrüstung bestehender Verbrennungsanlagen 20 an. Anstelle einer herkömmlichen Abgasleitung 211, in der das Verbrennungsabgas 210 aus dem Verbrennungssofen 21 direkt in eine nachgeordnete Rauchgasreinigungseinrichtung 22 gelangt und damit ungenutzt über Kamin 23 fortgeleitet wird, kann in der erfindungsgemäßen Verfahrensführung das heiße Verbrennungsabgas 210 in zumindest einer Abwärmerückgewinnungsleitung 30, die mit der zweiten Prozesseinheit 20 bzw. mit dem Verbrennungssofen 21 sowie mit mit den beiden in Serie hintereinander geschalteten Abwärmetauschern 31, 32 strömungstechnisch verbunden ist, geführt werden.

[0073] Die im Folgenden beschriebenen Bezugszeichen 300 bis 312 betreffen die Abwärmerückgewinnungsvorrichtung 30.

[0074] Anstelle der herkömmlichen Leitung 211 wird hier eine Frischluft- oder Tertiärluftzuleitung 301 an die heiße Verbrennungsgasleitung 210 angeschlossen, um das heiße Verbrennungsabgas 210, gegebenenfalls unter Beimischen von Frischluft und/oder Tertiärluft 301, in einen ersten Leitungsabschnitt 310 der Abwärmerückgewinnungsleitung 30 der Abwärmerückgewinnungsvorrichtung 3 einzuleiten. Das heiße Verbrennungsabgas 310 enthaltend Schwefelverbindungen gelangt in den ersten Abwärmetauscher 31 und es wird dabei Wärmeenergie bzw. thermische Energie aus dem heißen Verbrennungsabgas 310 an die erhitzte Verbrennungszuluft 112 übertragen, wobei die Verbrennungszuluft 113 weiter erhitzt wird. Umgekehrt wird das heiße Verbrennungsabgas 310 durch die Wärmeübertragung im ersten Abwärmetauscher 31 abgekühlt und gelangt als, im Vergleich zur Gastemperatur 35 des heißen Verbrennungsabgases 310 etwas abgekühltes, Verbrennungsabgas 311 in einen Leitungsabschnitt 311 der Abwärmerückgewinnungsleitung 30. Im zweiten Abwärmetauscher 32 wird dabei Wärmeenergie bzw. thermische Energie aus dem Verbrennungsabgas 311 an die vorgewärmte Frischluft 111 übertragen. Das Verbrennungsabgas 311 wird dabei weiter abgekühlt und gelangt in einen Leitungsabschnitt 312. Die beiden Temperatursensoren 36,37 dienen in diesem Leitungsabschnitt 312 zur Regelung der Verbrennungsgastemperatur 36 des abgekühlten Verbrennungsabgases 312, um sicher zu stellen, dass die Gastemperatur 36, 37 im Leitungsabschnitt 312 über einer Taupunkttemperatur der Schwefelverbindungen im Verbrennungsabgas 311 liegt.

[0075] Der Leitungsabschnitt 312 der Abwärmerückgewinnungsleitung 30 umfasst hier eine Gebläseeinrichtung 33, wobei die Gebläseeinrichtung 33 fluidisch mit den Abwärmetauschern 31,32 verbunden sowie diesen in Strömungsrichtung 312 des Verbrennungsabgases 312 nachgeordnet ist.

[0076] Vorteilhaft kann mittels der Gebläseeinrichtung 33 eine Durchflussmenge des Verbrennungsabgases 310, 311, 312 durch die Abwärmetauscher 31,32 der Abwärmerückgewinnungsvorrichtung 3 geregelt werden.

BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 System zur Abwärmerückgewinnung
- 3 Abwärmerückgewinnungsvorrichtung
- 10 Erste Prozesseinheit; Papiermaschine
- 11 Trockenpartie einer Papiermaschine
- 12 Trocknungszyylinder; Yankee-Zylinder
- 13 erste Trocknerhaube
- 14 zweite Trocknerhaube
- 15 erster Heizbrenner für erste Trocknerhaube
- 16 zweiter Heizbrenner für zweite Trocknerhaube
- 17 Wärmetauscher zur Frischluftvorwärmung
- 20 Zweite Prozesseinheit; Verbrennungsanlage
- 21 Verbrennungsofen
- 22 Rauchgasreinigungseinrichtung
- 23 Abgaskamin
- 25 Mengensensor
- 30 Abwärmerückgewinnungsleitung
- 31 erster Abwärmetauscher
- 32 zweiter Abwärmetauscher
- 33 Gebläseeinrichtung
- 35 Temperatursensor; Gastemperatur
- 36 Temperatursensor nach Abwärmetauscher; Gastemperatur
- 37 Temperatursensor nach Gebläseeinrichtung; Gastemperatur
- 100 Brennstoff(zuleitung) für Heizbrenner (Pfeil)
- 101 Brennstoff(zuleitung) für ersten Heizbrenner (Pfeil)
- 102 Brennstoff(zuleitung) für zweiten Heizbrenner (Pfeil)
- 110 Frischluft(zuleitung) (Pfeil)
- 111 vorgewärmte Frischluft(zuleitung) (Pfeil)
- 112 erhitzte Verbrennungszuluft(zuleitung) (Pfeil)
- 113 weiter erhitzte Verbrennungszuluft(zuleitung) (Pfeil)
- 115 Heißluft(zuleitung) für erste Trocknerhaube (Pfeil)
- 116 Heißluft(zuleitung) für zweite Trocknerhaube (Pfeil)
- 117 feuchte Abluft(ableitung) von erster Trocknerhaube (Pfeil)
- 118 feuchte Abluft(ableitung) von zweiter Trocknerhaube (Pfeil)
- 119 feuchte Abluft(ableitung) (Pfeil)
- 120 Fortluft(ableitung) (Pfeil)
- 200 Brennstoff(zuleitung) für Verbrennungsofen (Pfeil)
- 201 Abfallstoff(zuleitung) für Verbrennungsofen (Pfeil)
- 210 heißes Verbrennungsabgas(ableitung) (Pfeil)
- 211 herkömmliche Leitung Verbrennungsabgas (Stand der Technik)
- 212 Abgaszuleitung zum Abgaskamin (Pfeil)
- 213 Abgasfortleitung aus Abgaskamin (Pfeil)
- 301 Frischluft- oder Tertiärluft(zuleitung) (Pfeil)
- 310 Verbrennungsabgas(zuleitung); heißes Abgas(gemisch)
- 311 Verbrennungsabgas(zuleitung); heißes Abgas(gemisch)
- 312 Verbrennungsabgas(zuleitung); warmes Abgas(gemisch)

Patentansprüche

1. Verfahren zur Abwärmerückgewinnung für die Beheizung eines Heizbrenners, insbesondere eines Heizbrenners (15,16) einer Trockenpartie (11) einer Papiermaschine (10), das Verfahren umfassend die folgenden Schritte:
 - Bereitstellen einer ersten Prozesseinheit (10), in der in einem Betriebszustand der ersten Prozesseinheit (10) thermische Energie benötigt wird;
 - Bereitstellen einer zweiten Prozesseinheit (20), in der in einem Betriebszustand der zweiten Prozesseinheit (20) thermische Energie erzeugt wird, wobei die zweite Prozesseinheit (20) einen Verbrennungsofen (21) umfasst, welcher Verbrennungsofen (21) dazu eingerichtet ist, im Betriebszustand der zweiten Prozesseinheit (20) Sekundärbrennstoffe (200) und/oder Abfallstoffe (201) enthaltend Schwefelverbindungen zu verbrennen;
 - Verbrennen von Sekundärbrennstoffen (200) und/oder Abfallstoffen (201) enthaltend Schwefelverbindungen im Verbrennungsofen (21) der zweiten Prozesseinheit (20) zur Erzeugung von heißem Verbrennungsabgas (210), wobei das heiße Verbrennungsgas (210) Schwefelverbindungen enthält;
 - Ableiten des heißen Verbrennungsabgases (210) aus der zweiten Prozesseinheit (20), gegebenenfalls unter Beimischen von Frischluft und/oder Tertiärluft (301), und Einleiten des heißen Verbrennungsabgases (310) in eine Abwärmerückgewinnungsvorrichtung (3) umfassend zumindest einen Abwärmetauscher (31,32);
 - Übertragen von thermischer Energie aus dem in die Abwärmerückgewinnungsvorrichtung (3) eingeleiteten heißen Verbrennungsabgas (310) mit dem zumindest einen Abwärmetauscher (31,32) auf ein Fluid, das als Energiequelle in der ersten Prozesseinheit (10) verwendet wird,**dadurch gekennzeichnet**, dass
 - die erste Prozesseinheit (10) zumindest einen Heizbrenner (15,16) umfasst, wobei der zumindest eine Heizbrenner (15,16) mit zumindest einer Brennstoffzuleitung (100,101, 102) sowie mit zumindest einer Verbrennungsluftzuleitung (112,113) fluidisch verbunden ist, und wobei
 - eine Gastemperatur (36,37) des Verbrennungsabgases (311,312) nach dem zumindest einen Abwärmetauscher (31,32) innerhalb der Abwärmerückgewinnungsvorrichtung (3) so eingestellt wird, dass eine Taupunkttemperatur der Schwefelverbindungen im Verbrennungsabgas (311,312) nicht unterschritten wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gastemperatur (36,37) des Verbrennungsabgases (311,312) nach dem zumindest einen Abwärmetauscher (31,32) innerhalb der Abwärmerückgewinnungsvorrichtung (3) auf zumindest 130°C, vorzugsweise auf zumindest 135°C, eingestellt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass als erste Prozesseinheit (10) eine Papiermaschine (10), vorzugsweise eine Trockenpartie (11) einer Papiermaschine (10), bereitgestellt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass als zweite Prozesseinheit (20) eine Verbrennungsanlage (20) einer Zellstofffabrik bereitgestellt wird, wobei die Verbrennungsanlage (20) dazu eingerichtet ist, im Betriebszustand Sekundärbrennstoffe (200) und/oder Abfallstoffe (201) zu verbrennen, wobei die Sekundärbrennstoffe (200) und/oder Abfallstoffe (201) ausgewählt sind aus der Gruppe umfassend: Hackschnitzel, Rindenabfälle, Faserschlämme, Klärschlämme, Methanol, Bioalkohol, Tallöle, Terpentine, Starkgase und/oder nichtkondensierbare Abgase.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass thermische Energie aus dem heißen Verbrennungsabgas (310,311) mit dem zumindest einen Abwärmetauscher (31,32) an die Verbrennungszuluft (112,113) für den zumindest einen Heizbrenner (15,16) in der ersten Prozesseinheit (10) übertragen wird, wobei die Verbrennungszuluft (112,113) erhitzt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Gastemperatur (35) des heißen Verbrennungsabgases (310) unmittelbar vor der Abwärmerückgewinnungsvorrichtung (3), gegebenenfalls unter Beimischen von Frischluft und/oder Tertiärluft (301), im Bereich von 550°C bis 650°C, vorzugsweise von 570°C bis 630°C, besonders bevorzugt von 590°C bis 610°C, eingestellt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abwärmerückgewinnungsvorrichtung (3) zumindest eine Abwärmerückgewinnungsleitung (30) zum Ableiten des heißen Verbrennungsabgases (210) aus der zweiten Prozesseinheit (20) umfasst, wobei die zumindest eine Abwärmerückgewinnungsleitung (30) mit der zweiten Prozesseinheit (20) sowie mit dem zumindest einen Abwärmetauscher (31,32), vorzugsweise mit zumindest zwei in Serie hintereinander geschalteten Abwärmetauschern (31,32), jeweils fluidisch verbunden ist, und wobei dem zumindest einen Abwärmetauscher (31,32) eine Rauchgasreinigungseinrichtung (22) nachgeordnet ist, sodass das heiße Verbrennungsabgas (310,311,312) im Betriebszustand der zweiten Prozesseinheit (20) durch den zumindest einen Abwärmetauscher (31,32), vorzugsweise durch zumindest zwei in Serie hintereinander geschaltete Abwärmetauscher (31,32), hindurch befördert und dabei abgekühlt wird, bevor das Verbrennungsabgas (312) in der Rauchgasreinigungseinrichtung (22) gereinigt (212) wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass für den zumindest einen Abwärmetauscher (31, 32) vorzugsweise für die zumindest zwei in Serie hintereinander geschalteten Abwärmetauscher (31,32), der Abwärmerückgewinnungsvorrichtung (3) zumindest ein Plattenwärmetauscher verwendet wird.
9. System (1) zur Abwärmerückgewinnung, das System (1) umfassend:
 - eine erste Prozesseinheit (10);
 - eine zweite Prozesseinheit (20) zur Erzeugung von thermischer Energie, wobei die zweite Prozesseinheit (20) einen Verbrennungsofen (21) umfasst, wobei der Verbrennungsofen (21) dazu eingerichtet ist, im Betriebszustand des Systems (1) Sekundärbrennstoffe (200) und/oder Abfallstoffe (201) enthaltend Schwefelverbindungen zu verbrennen, um ein Schwefelverbindungen enthaltendes heißes Verbrennungsabgas (210) zu erhalten; sowie weiterhin umfassend
 - eine Abwärmerückgewinnungsvorrichtung (3) umfassend zumindest einen Abwärmetauscher (31,32), wobei die Abwärmerückgewinnungsvorrichtung (3) dazu eingerichtet ist, in einem Betriebszustand des Systems (1) thermische Energie des aus der zweiten Prozesseinheit (20) abgeleiteten heißen Verbrennungsabgases (210), welches heiße Verbrennungsabgas (310), gegebenenfalls unter Beimischen von Frischluft und/oder Tertiärluft (301), in die Abwärmerückgewinnungsvorrichtung (3) einleitbar ist, mit dem zumindest einen Abwärmetauscher (31,32) auf ein Fluid, das als Energiequelle in der ersten Prozesseinheit (10) vorgesehen ist, zu übertragen,
dadurch gekennzeichnet, dass
 - die erste Prozesseinheit (10) zumindest einen Heizbrenner (15,16) umfasst, wobei der zumindest eine Heizbrenner (15,16) mit zumindest einer Brennstoffzuleitung (100,101, 102) sowie mit zumindest einer Verbrennungsluftzuleitung (112,113) fluidisch verbunden ist, und wobei
 - das Verbrennungsabgas (311,312) nach dem zumindest einen Abwärmetauscher (31,32) eine Gastemperatur (36,37) aufweist, die größer als eine Taupunkttemperatur der Schwefelverbindungen im Verbrennungsabgas (311,312) ist.
10. System (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gastemperatur (36,37) des Verbrennungsabgases (311,312) nach dem zumindest einen Abwärmetauscher (31,32) innerhalb der Abwärmerückgewinnungsvorrichtung (3) zumindest 130°C, vorzugsweise zumindest 135°C, beträgt.
11. System (1) nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Prozesseinheit (10) eine Papiermaschine (10), vorzugsweise eine Trockenpartie (11) einer Papiermaschine (10), ist.

12. System (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Prozesseinheit (20) eine Verbrennungsanlage (20) einer Zellstofffabrik ist, wobei die Verbrennungsanlage (20) dazu eingerichtet ist, im Betriebszustand des Systems (1) Sekundärbrennstoffe (200) und/oder Abfallstoffe (201) zu verbrennen, wobei die Sekundärbrennstoffe (200) und/oder Abfallstoffe (201) ausgewählt sind aus der Gruppe umfassend: Hackschnitzel, Rindenabfälle, Faserschlämme, Klärschlämme, Methanol, Bioalkohol, Tallöle, Terpentine, Starkgase und/oder nichtkondensierbare Abgase.
13. System (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das System (1) dazu eingerichtet ist, im Betriebszustand des Systems (1) thermische Energie aus dem heißen Verbrennungsabgas (310) mit dem zumindest einen Abwärmetauscher (31,32) an die Verbrennungsluftleitung (112,113) für den zumindest einen Heizbrenner (15,16) in der ersten Prozesseinheit (10) zu übertragen, um die dem zumindest einen Heizbrenner (15,16) im Betriebszustand zugeführte Verbrennungszuluft (112,113) zu erhitzen.
14. System (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass das System (1) dazu eingerichtet ist, dass die Gastemperatur (35) des heißen Verbrennungsabgases (310) unmittelbar vor der Abwärmerückgewinnungsvorrichtung (3), gegebenenfalls unter Beimischung von Frischluft und/oder Tertiärluft (301), im Bereich von 550°C bis 650°C, vorzugsweise von 570°C bis 630°C, besonders bevorzugt von 590°C bis 610°C, liegt.
15. System (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abwärmerückgewinnungsvorrichtung (3) zumindest eine Abwärmerückgewinnungsleitung (30) zum Ableiten des heißen Verbrennungsabgases (210) aus der zweiten Prozesseinheit (20) umfasst, wobei die zumindest eine Abwärmerückgewinnungsleitung (30) mit der zweiten Prozesseinheit (20) sowie mit dem zumindest einen Abwärmetauscher (31,32), vorzugsweise mit zumindest zwei in Serie hintereinander geschalteten Abwärmetauschern (31,32), jeweils fluidisch verbunden ist, und wobei dem zumindest einen Abwärmetauscher (31,32) eine Rauchgasreinigungseinrichtung (22) nachgeschaltet ist.
16. System (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zumindest eine Abwärmetauscher (31,32), vorzugsweise zumindest zwei in Serie hintereinander geschaltete Abwärmetauscher (31,32), der Abwärmerückgewinnungsvorrichtung (3) als Plattenwärmetauscher ausgeführt ist bzw. sind.
17. System (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Steuerung einer Durchflussmenge des Verbrennungsabgases (311,312) durch den zumindest einen Abwärmetauscher (31,32) der Abwärmerückgewinnungsvorrichtung (3) eine Gebläseeinrichtung (33) vorgesehen ist, wobei die Gebläseeinrichtung (33) fluidisch mit dem zumindest einen Abwärmetauscher (31,32) verbunden ist, wobei die Gebläseeinrichtung (33) vorzugsweise dem Abwärmetauscher (31,32) in Strömungsrichtung (312) des Verbrennungsabgases (312) nachgeordnet ist.
18. Steuerung für ein System (1) zur Abwärmerückgewinnung nach einem der Ansprüche 9 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerung zur Durchführung der folgenden Verfahrensschritte eingerichtet ist:
 - Ableiten von heißem Verbrennungsabgas (210) aus einer zweiten Prozesseinheit (20) gegebenenfalls unter Beimischen von Frischluft und/oder Tertiärluft (301) und Einleiten in eine Abwärmerückgewinnungsvorrichtung (3) umfassend zumindest einen Abwärmetauscher (31,32);
 - Einstellen einer Gastemperatur (35) des heißen Verbrennungsabgases (310) beim Einleiten aus der zweiten Prozesseinheit (20) in die Abwärmerückgewinnungsvorrichtung (3), gegebenenfalls unter Beimischen von Frischluft und/oder Tertiärluft (301), im Bereich von 550°C bis 650°C, vorzugsweise von 570°C bis 630°C, besonders bevorzugt von 590°C bis 610°C;
 - Übertragen von thermischer Energie aus dem in die Abwärmerückgewinnungsvorrichtung (3) eingeleiteten heißen Verbrennungsabgas (310) mit dem zumindest einen Abwärmetauscher (31,32) auf ein Fluid, das als Energiequelle in einer ersten Prozesseinheit (10)

- verwendbar ist;
- gegebenenfalls Steuern einer Durchflussmenge des Verbrennungsabgases (311,312) durch den zumindest einen Abwärmetauscher (31,32) der Abwärmerückgewinnungsvorrichtung (3) mittels einer Gebläseeinrichtung (33); und
 - Einstellen einer Gastemperatur (36,37) des Verbrennungsabgases (311,312) nach dem zumindest einen Abwärmetauscher (31,32), wobei eine Taupunkttemperatur der Schwefelverbindungen im Verbrennungsabgas (311,312) nicht unterschritten wird, vorzugsweise eine Gastemperatur (36,37) des Verbrennungsabgases (311,312) auf zumindest 130°C, besonders bevorzugt auf zumindest 135°C, eingestellt wird.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

1 / 1

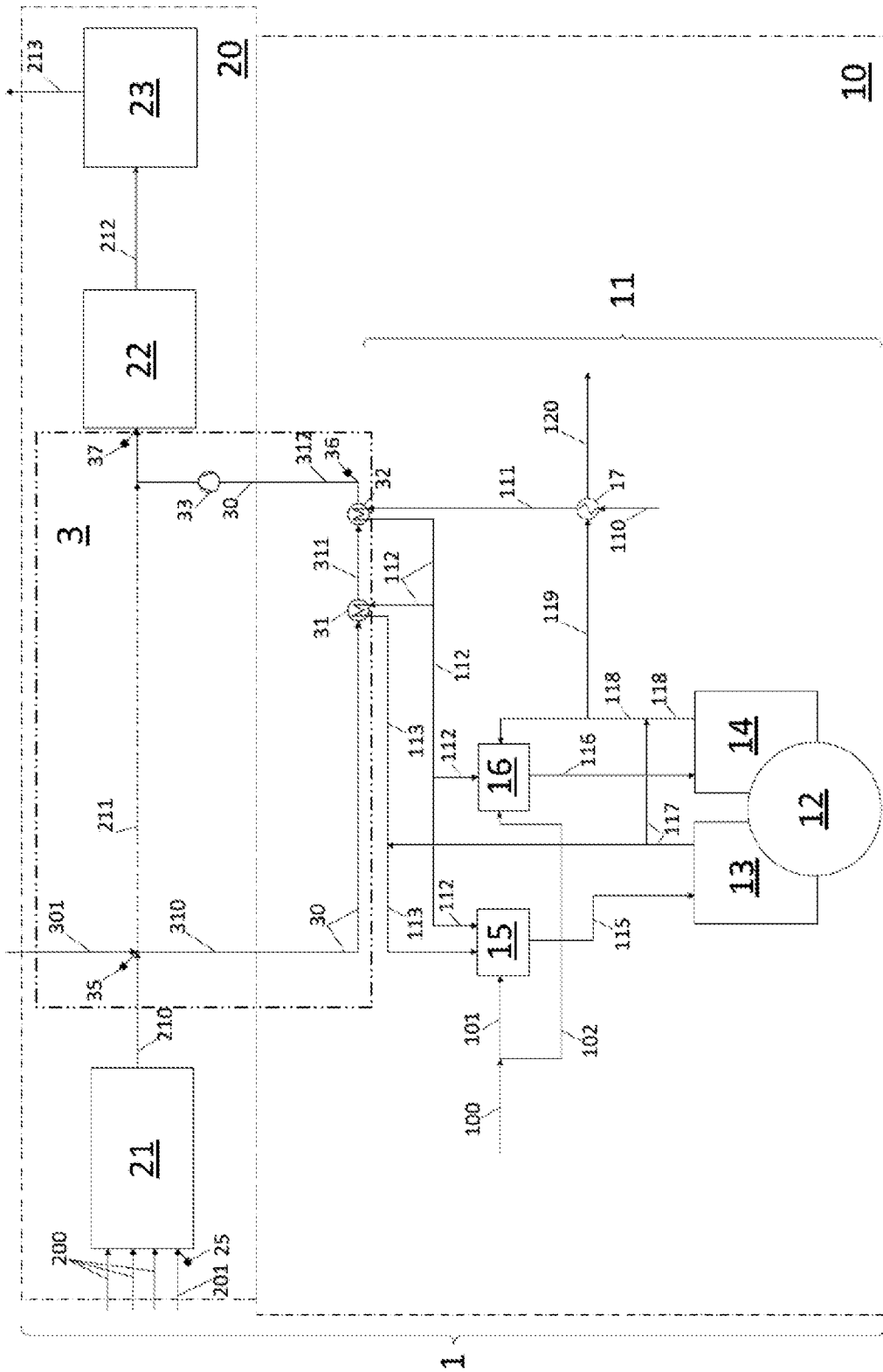


Fig. 1