



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 015 623 A1** 2008.10.02

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 015 623.7**

(22) Anmeldetag: **29.03.2007**

(43) Offenlegungstag: **02.10.2008**

(51) Int Cl.⁸: **F01K 17/00** (2006.01)

F01K 23/06 (2006.01)

F23G 7/00 (2006.01)

(71) Anmelder:

**BE Bioenergie GmbH & Co. KG, 49824
Emlichheim, DE**

(74) Vertreter:

**Busse & Busse, Patent- und Rechtsanwälte, 49084
Osnabrück**

(72) Erfinder:

Knieper, Rainer, 49716 Meppen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 198 09 400 C1

DE 198 57 870 A1

DE 44 02 559 A1

EP 10 07 472 B1

EP 03 47 765 A1

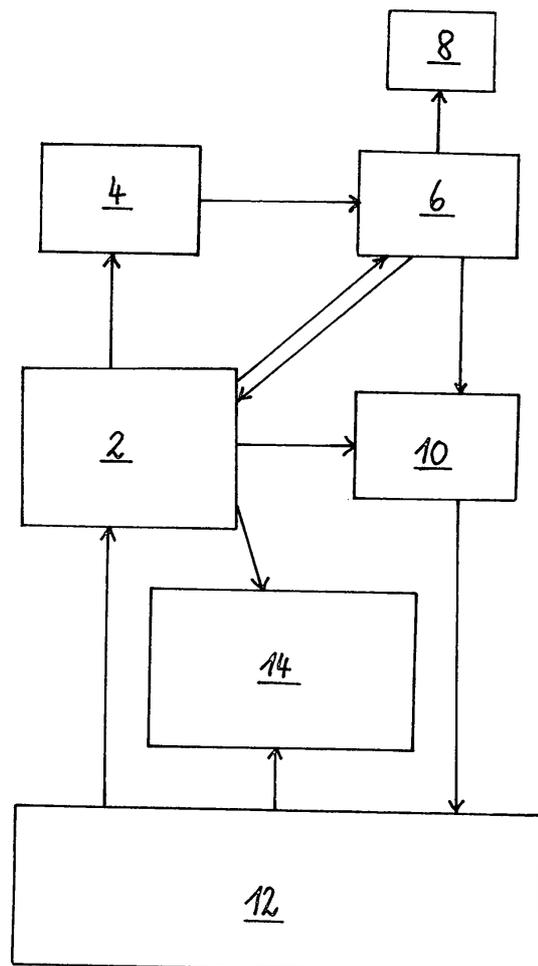
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Heizkraftwerk und Verfahren zur energetischen Nutzung von landwirtschaftlich erzeugten Rohstoffen**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Heizkraftwerk (2) mit einem Ofen zur energetischen Nutzung von landwirtschaftlich erzeugten Rohstoffen, einem Dampferzeuger zur Erzeugung von Frischdampf und einer Dampfturbine zur Umwandlung eines Teils der im Frischdampf enthaltenen Energie in eine andere Energieart sowie auf ein Verfahren zur energetischen Nutzung von landwirtschaftlich erzeugten Rohstoffen durch deren Verbrennung in einem Heizkraftwerk (2) unter Erzeugung von Frischdampf und dem anschließenden Entziehen eines Teils der im Frischdampf enthaltenen Energie mittels einer Turbine.

Um einen hohen Wirkungsgrad bei der Verbrennung von landwirtschaftlich erzeugten Rohstoffen zu erzielen, wird vorgeschlagen, dass der Dampfturbine eine verfahrenstechnische Anwendung nachgeschaltet ist, in der ein Teil der im Prozessdampf enthaltenen Energie verbraucht wird und für den Restdampf eine Bioethanolanlage (4) zur Erzeugung von Bioethanol nachgeschaltet ist, für deren energetische Prozesse ein Teil der im Restdampf enthaltenen Energie nutzbar ist. Verfahrensgemäß wird die in dem aus der Turbine ausströmenden Prozessdampf enthaltene Energie teilweise in einer nachgeschalteten verfahrenstechnischen Anwendung genutzt und die in dem Restdampf aus der verfahrenstechnischen Anwendung enthaltene Energie teilweise in einer nachgeschalteten Bioethanolanlage zur Herstellung von Bioethanol verwendet.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Heizkraftwerk mit einem Ofen zur energetischen Nutzung von landwirtschaftlich erzeugten Rohstoffen, einem Dampferzeuger zur Erzeugung von Frischdampf und einer Dampfturbine zur Umwandlung eines Teils der im Frischdampf enthaltenen Energie in eine andere Energieart sowie auf ein Verfahren zur energetischen Nutzung von landwirtschaftlich erzeugten Rohstoffen durch deren Verbrennung in einem Heizkraftwerk unter Erzeugung von Frischdampf und dem anschließenden Entziehen eines Teils der im Frischdampf enthaltenen Energie mittels einer Turbine.

[0002] Aus der Schrift DE 32 11 249 A1 ist es bekannt, landwirtschaftlich oder forstwirtschaftlich erzeugte Rohstoffe wie beispielsweise Stroh oder Holzhackschnitzel in einem Ofen zur Erzeugung von Energie zu verbrennen. Es ist jedoch wünschenswert, die dabei erzeugte Energie möglichst effizient und vollständig zu nutzen.

[0003] Aus der Schrift DE 103 46 099 A1 ist es bekannt, die gesamte Biomasse aus Ölpflanzen, wie beispielsweise Raps, Sonnenblumen, Soja und dergleichen, und Zuckerpflanzen wie Zuckerrüben, Zuckerrohr und dergleichen, zur Stromerzeugung zu nutzen. Mit der „gesamten Biomasse“ ist dabei sowohl das Stroh beziehungsweise die Stengel als auch das Korn sowie die Rübenschnitzel und die ausgepressten Zuckerrohrstengel gemeint. Die Biomasse, insbesondere auch das Stroh, wird in einem Ofen verbrannt, um Dampf und aus dem Dampf mittels einer Turbine elektrische Energie zu erzeugen. Es wird vorgeschlagen, die Abwärme für den Eigenbedarf oder sonstige Weiterverarbeitungsanlagen für Agrarprodukte zu nutzen. Die bei der Verbrennung anfallende Asche wird als Düngemittel an die Landwirte zurückgegeben. Als nachteilig hat sich bei diesem Verfahren erwiesen, dass zunächst die landwirtschaftlich erzeugten Rohstoffe getrennt geerntet und später wieder miteinander zu einem Trockenbrennstoff vermischt werden, um als Brennstoff zu dienen. Hierdurch werden die pflanzlichen Energiepotentiale nicht vollständig ausgeschöpft. Es fehlen konkrete Vorschläge für eine effiziente Nutzung der anfallenden Niederdruckdämpfe sowie der Abwärme. Schließlich können bei der Verbrennung von Getreide Rauchgasemissionen mit Inhaltsstoffen anfallen, die wegen des höheren Stickstoffanteils im Korn höhere Stickoxidanteile aufweisen und deshalb umweltbelastender sind als die Abgase aus einer reinen Strohverbrennung.

[0004] Aus der Schrift DE 198 43 002 A1 ist es bekannt, bei der Verbrennung von örtlich anfallenden Brennmaterialien in einem ersten Kreislauf durch Erzeugung von Dampf und dem Einsatz einer Turbine

elektrischen Strom zu erzeugen und die Abwärme in einem zweiten Kreislauf zur Beheizung von Häusern zu nutzen. Auch hier werden die phylogologischen Potentiale nicht voll genutzt.

[0005] Nachfolgend ist aus Vereinfachungsgründen nur von landwirtschaftlich erzeugten Rohstoffen die Rede, wobei damit auch forstwirtschaftlich erzeugte Rohstoffe gemeint sind.

[0006] Die vorgenannten Energieerzeugungsanlagen und Verfahren haben das Ziel gemeinsam, Energie aus der Verbrennung von landwirtschaftlich erzeugten Rohstoffen zu nutzen. Allerdings zeigen sich bei jedem vorbenannten Vorschlag Defizite, durch die es nicht gelingt, das volle pflanzliche Potential für eine effiziente Energieerzeugung zu nutzen. Der Wirkungsgrad der aus dem Stand der Technik bekannten Anlagen ist insgesamt nicht zufrieden stellend. Den bekannten Anlagen gelingt allenfalls eine hälftige Nutzung der bei der Verbrennung anfallenden Energie.

[0007] Demgemäß ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Heizkraftwerk und ein Verfahren zur energetischen Nutzung von landwirtschaftlich erzeugten Rohstoffen zu schaffen, bei dem die pflanzlichen Potentiale der eingesetzten pflanzlichen Rohstoffe besser genutzt werden und ein höherer Wirkungsgrad der bei der Verbrennung erzielten Wärme erreicht wird.

[0008] Die Aufgabe wird für ein gattungsgemäßes Heizkraftwerk gelöst, indem der Dampfturbine eine verfahrenstechnische Anwendung nachgeschaltet ist, in der ein Teil der im Prozessdampf enthaltenen Energie verbraucht wird, und für den Restdampf eine Bioethanolanlage zur Erzeugung von Bioethanol nachgeschaltet ist, für deren energetische Prozesse ein Teil der im Restdampf enthaltenen Energie nutzbar ist. Die Aufgabe wird für ein gattungsgemäßes Verfahren gelöst, indem die in dem aus der Turbine ausströmenden Prozessdampf enthaltene Energie teilweise in einer nachgeschalteten verfahrenstechnischen Anwendung genutzt und die in dem Restdampf aus der verfahrenstechnischen Anwendung enthaltene Energie teilweise in einer nachgeschalteten Bioethanolanlage zur Herstellung von Bioethanol verwendet wird.

[0009] Durch die gestufte Nutzung der anfallenden Wärmeenergie können die Energiepotentiale der eingesetzten Pflanzen optimal genutzt werden. Der Frischdampf kann beispielsweise bei einer Strohverbrennung in einer geeigneten Anlage Temperaturen von über 500°C und Druckwerte von über 80 bar erreichen. Hochdruckdampf kann dazu genutzt werden, elektrische Energie zu erzeugen, oder er wird dazu genutzt, energieintensive Produktionsprozesse mit Energie zu versorgen. Für die Strohverbrennung

eignen sich grundsätzlich alle Stroharten aus dem Getreidebau, wie beispielsweise Roggen, Weizen, Triticale, Gerste und dergleichen.

[0010] Durch die Energieentnahme aus dem Frischdampf verringert sich der Dampfdruck und die Temperatur des Dampfes, aufgrund der noch im Dampf enthaltenen Restenergie verfügt der Prozessdampf aber auch bei einem Restdruck von unter 10 bar und mit Temperaturen von um 200°C aufgrund der noch vollständig enthaltenen Kondensationswärme über ein hohes Wärmepotential. Für die Gesamtenergieeffizienz ist es vorteilhaft, diesen Prozessdampf in wärmetechnischen Anwendungen zu nutzen. Für eine vollständige Nutzung der in den eingesetzten Pflanzen enthaltenen Energie bietet sich die Kopplung mit einer nachgeschalteten verfahrenstechnischen Anwendung an, für die eine erhebliche Menge an Wärmeenergie benötigt wird und in der ein Teil der im Prozessdampf enthaltenen Energie verbraucht werden kann. Nach einem Ausführungsbeispiel kommt als eine verfahrenstechnische Anwendung die Nutzung als Prozesswärme in einer Stärkefabrik in Betracht. Es ist aber auch möglich, den Prozessdampf als Energiequelle in chemischen Anlagen oder in anderen Produktionsanlagen mit hohem Wärmebedarf zu nutzen. Durch die verfahrenstechnische Nutzung des Prozessdampfes reduziert sich die Dampftemperatur im Restdampf auf 100–110°C. Auch dieses Temperaturniveau ist noch so hoch, dass es weiter genutzt werden kann.

[0011] Erfindungsgemäß wird der Restdampf als Wärmequelle in einer Bioethanolanlage genutzt. In der Bioethanolanlage können die Getreidekörner, weiterverarbeitet werden, die als Nebenfraktion des für die Strohverbrennung angebauten Strohs bei der Ernte anfallen, aber auch Mais oder Kartoffeln. Für die Aufarbeitung pflanzlicher Ausgangsstoffe wie beispielsweise das bei der Stroherzeugung anfallende Getreide zu einem Bioethanol sind erhebliche Energiemengen erforderlich. Um 1 Liter Ethanol aus landwirtschaftlich erzeugten Ausgangsstoffen wie Getreide zu produzieren, ist ein Energieäquivalent von 0,2 Litern Heizöl erforderlich. Durch die Verarbeitung des Getreides zu Bioethanol kann der im Heizkraftwerk anfallende Restdampf vollständig ohne Verluste durch Fernwärmenetze und unabhängig vom aktuellen realen Bedarf privater oder gewerblicher Abnehmer, der bei anderen Konzepten niedriger ausfallen kann als die anfallende Restdampfmenge, verwertet werden. Das erzeugte Bioethanol kann verlustfrei gelagert und transportiert werden. Die aus dem landwirtschaftlichen Anbau stammenden Getreidemengen werden ganzheitlich energetisch genutzt, wobei die Aufteilung der Wärmenutzung des Frischdampfes in einer Turbine zur Stromerzeugung, des Prozessdampfes in einer verfahrenstechnischen Anwendung und des Restdampfes in einer Bioethanolherzeugung einen sehr hohen Wirkungsgrad für die Ausnutzung

der durch die Strohverbrennung erzeugten Wärme ermöglicht. Der Wirkungsgrad der beschriebenen Prozesskette liegt zwischen 70 und 80%.

[0012] Neben der Nutzung des im Heizkraftwerk erzeugten Dampfes verbleibt noch eine Niedertemperaturwärme von unter 100°C sowie die Abwärme aus dem Heizkraftwerk und den nachgeschalteten Anlagen, die von Kraftwerksanlagen üblicher Art nicht mehr wirtschaftlich nutzbar ist. In einer Anlage, in der landwirtschaftlich erzeugte Rohstoffe genutzt werden, ist jedoch noch eine sinnvolle Nutzung dieser Restenergie gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung möglich. So kann die Restwärme dazu genutzt werden, die Maische in der Bioethanolanlage zur Destillation aufzuheizen oder die Temperatur in einem Behälter zur Biogaserzeugung auf einem höheren Niveau zu halten, insbesondere einem solchen, bei dem die Gasbildungsprozesse optimal verlaufen. Ein solches Temperaturniveau liegt bei etwa 35°C. Durch die Nutzung der Restwärme kann auf den Einsatz anderer Energieträger verzichtet werden, und die Effizienz der Biogaserzeugung verbessert sich.

[0013] Bei der Biogaserzeugung können neben pflanzlichen Primärrohstoffen, wie beispielsweise Maispflanzen, auch geeignete biologische Reststoffe verwertet werden, wie insbesondere die Schlempe aus der Bioethanolherzeugung. Die Schlempe weist einen hohen Anteil organischer Stoffe auf. Daher ist sie sehr gut für die Biogaserzeugung geeignet. Durch die Verwertung der Schlempe zur Biogaserzeugung entfällt die sonst notwendige Entsorgungslogistik. Die Schlempe aus der Bioethanolherzeugung stellt zudem einen inhaltlich weitgehend homogenen und kontinuierlich anfallenden Rohstoff dar, der in einer Biogasanlage für eine gute Gasausbeute und einen sicheren Betrieb der Anlage sorgt. Durch die Aufarbeitung der Schlempe zu Biogas wird die Energieeffizienz der gesamten Anlage und die Ausnutzung des theoretisch nutzbaren pflanzlichen Potentials insgesamt nochmals gesteigert. Die Schlempe kann aber auch durch Verfütterung an Tiere sinnvoll verwertet werden.

[0014] Das nach einer bevorzugten Ausgestaltung in der Biogasanlage erzeugte Biogas kann dazu benutzt werden, in einem Blockheizkraftwerk elektrischen Strom zu erzeugen. Die dabei anfallende Abwärme kann wiederum für die Biogaserzeugung, für die Vorwärmung der Maische in der Bioethanolanlage oder als Prozesswärme in nachgelagerten Nutzungen verwertet werden. Es ist jedoch auch möglich, das Biogas in das Heizkraftwerk einzuleiten, um dort die Brennprozesse zu unterstützen.

[0015] Eine sinnvolle Verwendung der Restwärme und der Abwärme kann darin liegen, das Speisewasser für den Dampferzeuger vorzuheizen, beispiels-

weise auf eine Temperatur von 60°C. Die Restwärme und die Abwärme kann jedoch auch für die Reststoffaufbereitung genutzt werden. An Reststoffen fallen die Gärreste aus der Biogasanlage und die Asche aus dem Heizkraftwerk an. Da die Gärreste nur noch einen geringen Anteil an Trockensubstanz mit hohem Wasseranteil aufweisen, müssen diese aufkonzentriert werden, um sinnvoll als Dünger abtransportiert und auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen verwertet zu werden. Die Rest- und Abwärme kann als Prozesswärme beim Aufkonzentrieren verwertet werden. Auch die Asche ist als Dünger verwertbar.

[0016] Durch das erfindungsgemäße Heizkraftwerk mit den angeschlossenen Anlagen und das erfindungsgemäße Verfahren wird ein geschlossener Stoffkreislauf realisiert, bei dem landwirtschaftlich erzeugtes Getreide vollständig mit hohem Wirkungsgrad zur Energieerzeugung genutzt und die dabei anfallenden Reststoffe wieder in den Stoffkreislauf zurück gegeben werden. Die Umweltbelastung und insbesondere die aus dem Betrieb des Heizkraftwerks stammenden Abgase werden möglichst niedrig gehalten, unnötige Stickoxidemissionen werden vermieden. An zusätzlichen Einsatzstoffen ist im Prinzip nur noch Wasser für den Dampfkreislauf und Hefe für die Bioethanolanlage erforderlich. Das anfallende Abwasser kann geklärt und/oder wieder aufbereitet werden.

[0017] Nach einer Ausgestaltung der Erfindung wird das erfindungsgemäße Heizkraftwerk und das Verfahren dazu benutzt, Energie für den Betrieb einer Stärkefabrik bereit zu stellen. In einer Stärkefabrik werden landwirtschaftlich erzeugte Produkte wie beispielsweise Kartoffeln und Erbsen unter einem erheblichen Energieeinsatz zu Stärke verarbeitet. Es bietet sich an, den Prozessdampf, der die Turbine verlässt, für die Stärkeproduktion zu nutzen. Zudem kann die mit der Dampfturbine erzeugte elektrische Energie in der Stärkeproduktion genutzt werden. Die Ab- und Restwärme aus dem Heizkraftwerk und dem Blockheizkraftwerk kann dazu genutzt werden, Reaktions- und Oxidationsbehälter für Zwischenprodukte der Stärkeproduktion auf einer gewünschten Betriebstemperatur von beispielsweise 60°C zu halten oder um Kälte herzustellen, die zur Abkühlung von Prozesswässern oder als Kühlwasser im Heizkraftwerk verwendbar ist.

[0018] Weitere Abwandlungen, Ergänzungen und bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung lassen sich der nachfolgenden gegenständlichen Beschreibung, der Zeichnung und den Merkmalen der Unteransprüche entnehmen.

[0019] Die Erfindung soll nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden.

[0020] In der beigefügten Zeichnung ist ein Heiz-

kraftwerk **2** zu sehen, in dem landwirtschaftlich erzeugte Rohstoffe verfeuert werden können. In dem Heizkraftwerk befindet sich ein Dampferzeuger, in dem die durch die Verbrennung freigesetzte Energie genutzt wird, Speisewasser in Frischdampf umzuwandeln. An das Heizkraftwerk **2** ist eine zeichnerisch nicht näher dargestellte Dampfturbine angeschlossen. In der Dampfturbine wird die im Dampf enthaltene Energie zunächst durch die Rotation der Turbine in mechanische und durch den daran angeschlossenen Dynamo in elektrische Energie umgewandelt. Durch den Entzug von einem Teil der Energie aus dem Frischdampf verringert sich der verfügbare Dampfdruck und die Temperatur des Dampfes. Trotz dem Energieentzug hat der Dampf immer noch eine Temperatur von über 100°C und einen Druck von mehr als 1 bar, beispielsweise 2 bis 5 bar. Der Turbine entweicht nach einer Entnahme der im Frischdampf enthaltenen Energie ein energetisch noch weiter nutzbarer Prozessdampf.

[0021] Der Prozessdampf ist gut in verfahrenstechnischen Anwendungen nutzbar. Nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung kann der Prozessdampf dazu genutzt werden, eine Stärkefabrik **14** mit Energie, insbesondere auch Prozessdampf, zu versorgen. In einer Stärkefabrik **14** wird die in Pflanzen, insbesondere Kartoffeln oder Getreide, vorkommende Stärke aus dem Zellverbund der Pflanzen herausgelöst. Über die Hälfte der Herstellungskosten von Stärke entfallen auf die Kosten für aufgewendete Energie. Da eine Stärkefabrik **14** auf die Zulieferung von pflanzlichen Rohstoffen angewiesen ist, sind derartige Anlagen häufig in ländlichen Gegenden mit größerer landwirtschaftlich genutzter Fläche um den Fabrikstandort herum angesiedelt. Für laufende Energiezulieferungen sind derartige Standorte nicht immer optimal und bedeuten lange Zulieferwege, die zu Leitungs- und Transportverlusten führen können. Durch Zulieferungen an die Stärkefabrik **14** sind die Landwirte aus der Umgebung darauf eingestellt, ihren landwirtschaftlichen Anbau an die Bedürfnisse der Stärkefabrik **14** anzupassen. Der zusätzliche Anbau von landwirtschaftlich erzeugten Rohstoffen für die energetische Nutzung eröffnet den Landwirten die Möglichkeit, zusätzliche Pflanzenarten in die Fruchtfolgeplanung auf ihren landwirtschaftlich genutzten Flächen einzuplanen. Durch den verwendungsnahen Anbau der energetisch genutzten Rohstoffe bleiben die Liefer- und Entsorgungswege von Rohstoffen und Reststoffen kurz. Wegen der vollständigen energetischen Verwendung der eingesetzten Rohstoffe können für deren Erzeugung Stilllegungsflächen genutzt werden, die sonst nicht landwirtschaftlich genutzt werden könnten. Wegen des Stoffkreislaufes können die beteiligten Landwirte darauf vertrauen, die Reststoffe auf ihren Flächen als Dünger verteilen zu können, ohne eine Kontamination ihrer Flächen durch Verunreinigungen unbekannter Herkunft befürchten zu müssen.

[0022] Durch die geschlossenen Stoffkreisläufe und eine standortnahe Entsorgung bleiben die Entsorgungskosten der Stärkefabrik **14** niedrig. Die Kombination des erfindungsgemäßen Heizkraftwerks mit einer Stärkefabrik **14** bietet auch aus Sicht einer Optimierung des Wasserverbrauchs Vorteile. In der Stärkefabrik **14** werden große Wassermengen benötigt, um die Stärke aus den Pflanzenbestandteilen auszuwaschen. Teile des in der Stärkefabrik **14** gebrauchten Wassers können in aufbereiteter Form im Dampfkreislauf, in der Bioethanolanlage **4** oder in der Biogasanlage **6** verwendet werden, bevor es nochmals wieder in den Kreislauf eingespeist oder als Abwasser entsorgt wird.

[0023] Um die im Restdampf aus der verfahrenstechnischen Anwendung noch enthaltene Energie weiter zu nutzen, wird ein Teil der im Restdampf noch enthaltenen Energie in eine Bioethanolanlage **4** zur Erzeugung von Bioethanol übertragen. Dort wird der Dampf dazu genutzt, aus der Maische per Destillation das erzeugte Bioethanol abzuschneiden. So können beispielsweise aus 7,6 t Getreide unter Zugabe von 26 m³ Wasser und einem Heizöläquivalent von 480 l in Gestalt von Energie aus Dampf pro Stunde 2,8 m³ Ethanol erzeugt werden, wobei zusätzlich 22,4 t Schlempe und ein Abwasserrest zusätzlich anfallen.

[0024] In einem weiteren Verfahrensschritt kann die Absolutierung des Bioethanols durchgeführt werden, um den Wasseranteil weiter zu verringern und das gewonnene Bioethanol als Treibstoff verwenden zu können. Die Absolutierung kann jedoch auch extern erfolgen.

[0025] Die in der Bioethanolanlage **4** erzeugte Schlempe kann in eine Biogasanlage **6** eingeleitet werden. Dort wandeln Mikroorganismen in einem Fermenter die in der Schlempe enthaltenen organischen Substanzen im Rahmen von anaeroben Gär- und Fäulnisprozessen in Biogas um, das je nach Ausgangsmaterial vor allem brennbares Methangas enthält. Das gewonnene Biogas kann dazu genutzt werden, in einem Blockheizkraftwerk **8** einen Verbrennungsmotor zu betreiben, der mittels eines von ihm angetriebenen Generators Strom erzeugt. Die im Abgas und im Kühlwasser des Verbrennungsmotors enthaltene Wärme kann ebenfalls energetisch genutzt werden.

[0026] In der Biogasanlage **6** entstehen Gärreste und im Heizkraftwerk **2** entsteht Asche, die jeweils einer Reststoffaufbereitung in einer Vorrichtung **10** bedürfen. Dazu wird der Wasseranteil in den Gärresten vermindert, so dass die Nährstoffe wie beispielsweise Phosphat, Stickstoff und Kali dadurch in einem höheren Anteil angereichert sind und mit einem verminderten Transportaufwand als Dünger wieder auf einem landwirtschaftlichen Feld **12** ausgebracht werden können. Auch in der Asche sind nur Stoffe ent-

halten, die zuvor von den Pflanzen während ihres Wachstums vom Feld **12** aufgenommen wurden, so dass auch die Asche wieder auf das Feld **12** zurück verbracht werden kann. Das Abwasser kann, soweit erforderlich, in einer Kläranlage regeneriert werden.

[0027] Das erfindungsgemäße Heizkraftwerk **2** verfügt über einen Stoffkreislauf, bei dem die zur Energiegewinnung eingesetzten landwirtschaftlichen Rohstoffe, insbesondere Getreide, vom Feld **12** geerntet, in dem erfindungsgemäß ausgestalteten Heizkraftwerk **2** mit den zusätzlichen Anlagen **4** bis **10** energetisch verwertet und anschließend die Reststoffe aus der energetischen Nutzung wieder auf das Feld **12** zurück verbracht werden.

[0028] Nach einem Ausführungsbeispiel wird die im Frischdampf enthaltene Energie etwa hälftig zur Erzeugung von elektrischer Energie und zur anderen Hälfte als Wärme genutzt. Von dem als Wärme genutzten Teil der im Frischdampf enthaltenen Energie wird ein Teil als Hochdruckdampf mit einem Druck von über 10 bar, ein Teil als Niederdruckdampf mit einem Druck von unter 10 bar und ein letzter Teil als Restwärme oder Abwärme genutzt.

[0029] Anstelle einer Stärkefabrik **14** können auch andere Produktionsanlagen vom erfindungsgemäß gestalteten Kraftwerk und gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren mit Energie versorgt werden. Das vorstehend beschriebene Ausführungsbeispiel dient nur der beispielhaften Erläuterung der Erfindung; das Ausführungsbeispiel kann von einem Fachmann auf eine ihm als geeignet erscheinende Weise auf einen bestimmten Anwendungsfall hin abgewandelt und angepasst werden.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 3211249 A1 [\[0002\]](#)
- DE 10346099 A1 [\[0003\]](#)
- DE 19843002 A1 [\[0004\]](#)

Patentansprüche

1. Heizkraftwerk (2) mit einem Ofen zur energetischen Nutzung von landwirtschaftlich erzeugten Rohstoffen, einem Dampferzeuger zur Erzeugung von Frischdampf und einer Dampfturbine zur Umwandlung eines Teils der im Frischdampf enthaltenen Energie in eine andere Energieart, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Dampfturbine eine verfahrenstechnische Anwendung nachgeschaltet ist, in der ein Teil der im Prozessdampf enthaltenen Energie verbraucht wird, und für den Restdampf eine Bioethanolanlage (4) zur Erzeugung von Bioethanol nachgeschaltet ist, für deren energetische Prozesse ein Teil der im Restdampf enthaltenen Energie nutzbar ist.

2. Heizkraftwerk (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Bioethanolanlage (4) eine Biogasanlage (6) und/oder eine Vorrichtung zur Nutzung von Abwärme nachgeschaltet ist.

3. Heizkraftwerk (2) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Vorrichtung (10) zur Reststoffaufbereitung angeschlossen ist, die mittels eines Teils der im Restdampf enthaltenen Energie und/oder mittels Abwärme betreibbar ist.

4. Heizkraftwerk (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass das in der Biogasanlage (6) erzeugte Biogas in einem daran angeschlossenen Blockheizkraftwerk (8) in einem Verbrennungsmotor zur Erzeugung elektrischer Energie oder im Heizkraftwerk (2) verbrennbar ist.

5. Heizkraftwerk (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Heizkraftwerk (2) zumindest teilweise der energetischen Versorgung einer Stärkefabrik (14) als verfahrenstechnischer Anwendung dient.

6. Heizkraftwerk (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Heizkraftwerk (2) als Kraftwerk zur Verbrennung von Stroh ausgelegt ist.

7. Verfahren zur energetischen Nutzung von landwirtschaftlich erzeugten Rohstoffen durch deren Verbrennung in einem Heizkraftwerk (2) unter Erzeugung von Frischdampf und dem anschließenden Entziehen eines Teils der im Frischdampf enthaltenen Energie mittels einer Turbine, dadurch gekennzeichnet, dass die in dem aus der Turbine ausströmenden Prozessdampf enthaltene Energie teilweise in einer nachgeschalteten verfahrenstechnischen Anwendung genutzt und die in dem Restdampf aus der verfahrenstechnischen Anwendung enthaltene Energie teilweise in einer nachgeschalteten Bioethanolanlage zur Herstellung von Bioethanol verwendet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Abwärme aus der Bioethanolanlage für den Betrieb einer Biogasanlage (6) und/oder als Prozesswärme genutzt und/oder zur Reststoffaufbereitung genutzt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Biogas in einem Verbrennungsmotor zur Erzeugung elektrischer Energie und/oder im Heizkraftwerk (2) verbrannt wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass als verfahrenstechnische Anwendung eine Stärkefabrik (14) energetisch versorgt wird.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Brennstoff im Heizkraftwerk (2) Stroh verwandt wird.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

