



DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK
AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

PATENTCHRIFT 145 180

Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 29 Absatz 1 des Patentgesetzes

(11)	145 180	(45)	26.11.80	Int. Cl. ³ 3(51) C 10 J 3/02
(21)	WP C 10 J / 208 465	(22)	16.10.78	

-
- (71) siehe (72)
(72) Richter, Herbert, Dr.rer.nat.; Seifert, Günter, Dr.-Ing.;
Baum, Eberhard, Obering.; Kuhring, Werner, Dipl.-Ing.;
Knauth, Berthold, Dr.-Ing.; Scholz, Günter, Dipl.-Ing.;
Neumann, Berthold, Dipl.-Ing.; Mottitschka, Wilhelm,
Dipl.-Ing.; Hauptmann, Werner, Dr.-Ing.; Bossan, Winfried,
Dipl.-Ing.; Modde, Peter, Dipl.-Ing., DD
(73) siehe (72)
(74) Dipl.-Jur. Bernd Belka, VEB Gaskombinat Schwarze Pumpe,
Stammbetrieb, Abschn. IKSL, 7610 Schwarze Pumpe
-

(54) Verfahren zur Druckent- und -vergasung von Rohbraunkohle

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Druckent- und -vergasung von Rohbraunkohle, insbesondere von Weichbraunkohle, bei dem die Trocknung der Kohle unmittelbar mit dem Druckent- und -vergasungsprozeß gekoppelt und der Energiebedarf für den Trocknungsvorgang minimiert ist. Die Trocknung verläuft dabei sehr schonend, so daß der direkte Einsatz von körniger Rohbraunkohle mit hohem Wassergehalt, insbesondere auch Weichbraunkohle, ohne einen den Ent- und Vergasungsvorgang beeinträchtigenden Kornzerfall erfolgen kann. Hierzu wird körnige Rohbraunkohle in einen Druckdämpfungsraum mit einem Druck von > 1 MPa eingebracht und in diesem durch ein Dämpfungsmittel teilentwässert und druckinkohlt. Dabei erfährt sie eine gleichmäßige Schrumpfung sowie eine annähernd gleichmäßige Erwärmung auf > 423 K. Die vorbehandelte Kohle gelangt vorzugsweise ohne Entspannung in den Ent- und Vergasungsraum, in dem sie durch ihren hohen Wärmegehalt weiter schonend getrocknet wird sowie anschließend die Druckentgasung und Druckvergasung erfolgt.

-1- 208465

a) Titel der Erfindung:

Verfahren zur Druckent- und vergasung von Rohbraunkohle

b) Anwendungsgebiet der Erfindung:

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Druckent- und
5 -vergasung von Rohbraunkohle, insbesondere von Weichbraunkohle, bei dem die Trocknung der Kohle unmittelbar mit dem Druckent- und vergasungsprozeß gekoppelt und der Energiebedarf für den Trocknungsvorgang minimiert ist. Die Trocknung verläuft dabei sehr schonend, so daß der direkte Ein-
10 satz von körniger Rohbraunkohle mit hohem Wassergehalt, insbesondere auch Weichbraunkohle, ohne einen den Ent- und Vergasungsvorgang beeinträchtigenden Kornzerfall erfolgen kann.

Durch Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es
15 möglich, körnige Rohbraunkohle mit einem geringen Inkohlungsgrad im Festbett oder in der Wirbelschicht unter Druck zu vergasen, gegebenenfalls auch einen körnigen raucharmen Brennstoff zu erzeugen.

c) Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

20 Es ist bereits bekannt, Braunkohle, insbesondere auch Weichbraunkohle, zur Druckvergasung in einem Festbett bzw. in einer Wirbelschicht einzusetzen. Kommt diese dabei in der Festbettdruckvergasung in Form von Briketts

dabei in der Festbettdruckvergasung in Form von Briketts zum Einsatz, ist bei den bisher bekannten Lösungen eine aufwendige Vorbereitung derselben über die Feinkornaufbereitung, die Trocknung und die Verpressung notwendig. Bei hohen spezifischen Leistungen des Druckvergasungsprozesses erweist sich das Brikett den starken thermischen Belastungen nicht gewachsen und zerfällt bei der Nach-

25 aufwendige Vorbereitung derselben über die Feinkornauf-

30 trocknung und Entgasung im Vergasungsreaktor, verbunden mit einem sehr hohen Staubaustrag durch das Druckvergasungsrohgas. Desweiteren wurden bereits Körner aus Weichbraunkohle im Druckvergasungsprozeß eingesetzt, die außerhalb der Vergasungsanlage in Röhrentrocknern ge-

35 trocknet worden waren.

Der Druckvergasungsprozeß mit hohen spezifischen Leistungen sowie ohne erhöhten Staubaustrag konnte bisher jedoch nur bei Einsatz von Trockenkörnern aus Hartbraunkohle und bei Einsatz von Steinkohle beherrscht werden. Bei in Röhrentrocknern getrockneten Körnern aus Weichbraunkohle dagegen waren ertragbare Staubausträge mit dem Rohgas nur bei geringen spezifischen Vergasungsleistungen realisierbar. Zur Erhöhung der Vergasungsleistung wird gegenwärtig Weichbraunkohle überwiegend in Form von Briketts bei der Festbettdruckvergasung eingesetzt. In den Brikettier- und Trocknungsanlagen ist ein hoher Aufwand an technischen Ausrüstungen, An Bedienungs- und Instandhaltungsaufwand erforderlich. Die Umweltverschmutzung durch Staub ist beträchtlich.

40 werden. Bei in Röhrentrocknern getrockneten Körnern aus Weichbraunkohle dagegen waren ertragbare Staubausträge mit dem Rohgas nur bei geringen spezifischen Vergasungsleistungen realisierbar. Zur Erhöhung der Vergasungsleistung wird gegenwärtig Weichbraunkohle überwiegend in Form

45 von Briketts bei der Festbettdruckvergasung eingesetzt. In den Brikettier- und Trocknungsanlagen ist ein hoher Aufwand an technischen Ausrüstungen, An Bedienungs- und Instandhaltungsaufwand erforderlich. Die Umweltverschmutzung durch Staub ist beträchtlich.

Durch den sich bildenden trockenen Kohlenstaub sind die Anlagen stets im starken Maß explosionsgefährdet. Bei der Förderung der trockenen Brennstoffe tritt erheblicher Verschleiß auf. Ferner ist der Energiebedarf für die Trocknung durch die Verdampfungstrocknung und die damit verbundenen Abwärmeverluste hoch.

50 Durch den sich bildenden trockenen Kohlenstaub sind die Anlagen stets im starken Maß explosionsgefährdet. Bei der Förderung der trockenen Brennstoffe tritt erheblicher Verschleiß auf. Ferner ist der Energiebedarf für die Trocknung durch die Verdampfungstrocknung und die damit

55 verbundenen Abwärmeverluste hoch.

In der Vergangenheit sind bereits mehrere Vorschläge bekannt geworden, die die mit dem Einsatz von Weichbraunkohle verbundenen Nachteile beseitigen bzw. mindern sollen. So wurde in der DD-PS 26 392 vorgeschlagen, das Vergasungsgut vor und/oder im Druckvergaser so stark mit

60 Vergasungsgut vor und/oder im Druckvergaser so stark mit

Gaswasser zu berechnen, daß die Gasaustrittstemperatur aus dem Brennstoffbett gesenkt wird.

65 In der DD-PS 38 791 wird ein Verfahren beschrieben, bei dem nur ein Teil des heißen Vergasungsgutes für die Entgasung und Trocknung des Brennstoffes verwendet und das Restgas gesondert abgezogen wird.

Ähnliche Vorschläge, die vorstehend beschrieben wurden, bringt auch die DD-PS 119 814.

70 In der DD-PS C 10 J/205 413 wird vorgeschlagen, die Rohgasmenge für Nachtrocknung und Entgasung so zu regeln, daß eine vorgegebene Aufheizgeschwindigkeit in bestimmten Temperaturbereichen auftritt und eine sehr schonende Vortrocknung durchgeführt wird.

75 Die Patentschriften DD-PS 121 796 und 120 043 empfehlen, den Wassergehalt des eingesetzten Brennstoffes zu erhöhen, bei Briketts auf 20 - 24 % bzw. bei Trockenkohlenknorpeln bis auf 45 %.

80 Die angeführten Vorschläge haben sich bisher in der Praxis noch nicht eingeführt. Zwar kann mit ihrer Realisierung der Zerfall des Brennstoffes im Druckvergasungsreaktor mehr oder weniger eingeschränkt werden, jedoch sind damit zugleich zusätzliche verfahrenstechnische Nachteile und Mehrbelastungen verbunden.

85 Diese bekannten Vorschläge gehen vom Einsatz von Briketts oder von durch Konvektion getrockneten Kohlekörnern, mit dem ihnen anhaftenden Mangel der unzureichenden Standfestigkeit bei der Druckvergasung aus. Sie ändern damit auch an dem Sachverhalt nichts, daß für die Herstellung der Briketts und Trockenkörner ein hoher Anlagen-, Energie- und Bedienungsaufwand notwendig ist. Zum Beispiel wird 90 allein für die Verdampfung des Wassers aus der Kohle eine Wärmemenge von 3 100 - 3 300 kJ/kg verdampftes Wasser benötigt.

100 Hartbraunkohlen lassen sich nur schwer brikettieren. Ausgehend von dieser Erkenntnis wurde bereits vor ca. 50 Jahren ein Verfahren zur Trocknung der Hartbraunkohle

bei weitgehendem Erhalt der Stückigkeit in die Praxis eingeführt. Dieses wurde erstmals in der DR-PS 466 617 beschrieben und nach seinem Erfinder als FLEISSNER- oder auch Druckdämpfungsverfahren bekannt. Bei diesem wird die Kohle unter Druck mit Sattedampf erhitzt, wobei das Wasser nicht verdampfen kann. Durch die bei der Erwärmung der Kohle einsetzende Schrumpfung und das abgespaltene CO_2 wird ein Teil des Wassers in flüssiger Form ausgetrieben. Hieraus ergibt sich ein verminderter Energiebedarf für die Abscheidung des Wassers sowie eine weitgehend gleichmäßige Durchwärmung und Schrumpfung des Korns, da das abgeschiedene Wasser nicht wie bei der Verdunstungstrocknung dem Kohlekorn ständig die übertragene Wärme entzieht. Nach dem beschriebenen Ursprungsverfahren wurde eine Reihe von Vorschlägen unterbreitet, die dasselbe gestalten und weiterentwickeln wollten. So hatten die in den Patentschriften DR-PS 520 369, hier wird anstelle von Dampf Heißwasser als Dämpfungsmittel verwendet, DR-PS 527 021, hier wird der Dampf überhitzt eingesetzt, DR-PS 583 907, DE-PS 1049 und 1189 465, OE-PS 185 349, 190 490 und 244 u. a. dargelegten Verfahren im wesentlichen die Verbesserung der Wärmewirtschaft zum Ziel. Mit den den DE-Patentschriften 1201 254 und 1243 109 zugrunde liegenden Erfindungen wird angestrebt, das Verfahren kontinuierlich zu gestalten. Die verfahrenstechnischen Aufwendungen hierfür sind jedoch sehr hoch, so daß sich bisher in der Praxis ein kontinuierliches Verfahren noch nicht durchsetzen konnte. Der Vorteil des Verfahrens der Druckdämpfung von Kohlen liegt in dem niedrigen Energiebedarf von 1 400 - 1 700 kJ/kg abgeschiedenes Wasser und in der schonenden Trocknung der Kohle. Im Vergleich zur Konvektionstrocknung ist der Nachteil zu verzeichnen, daß für die Trocknung höher gespannter Dampf erforderlich ist. Bei der Entspannung der druckgedämpften Kohle wird ein Teil des Wassers bei niedrigen Drücken und im drucklosen Zustand verdampft. Dieser Vorgang führt zwangsläufig zu einer Wassergehalts-

- 140 spanne und zur Schädigung des Kohlekorns, wenn auch in
weitaus geringerem Maß als bei der Konvektionstrocknung.
Nach der Entspannung ist eine Reabsorption von Wasser
durch die Kohle in geringem Umfang möglich. Das Druck-
dämpfungsverfahren ist bisher bei Verwendung von Hart-
145 braunkohle und stark lignitischer Braunkohle in die Praxis
eingeführt worden. Es wurde auch bereits stark lignitische
Braunkohle zu einer Druckvergasungsanlage gefördert und in
einem Festbett vergast, die zuvor in einer Druckdämpfungs-
anlage mit Wasserdampf getrocknet worden war.
- 150 Bei der Druckdämpfung von mulmiger, brikettierbarer Weich-
braunkohle bestehende Bedenken, daß der Schlammanfall zu
hoch ist. Es sind zwar Versuche zur Dämpfung von derar-
tigen Weichbraunkohlen unternommen worden, jedoch aus-
schließlich mit dem Ziel, die getrocknete Kohle für die
155 Brikettierung oder als Brennstoff in Feuerungen einzuset-
zen. Dabei zeigt sich, daß eine Entwässerung der Kohle
unter 30 % nur unter erhöhtem Aufwand möglich ist und die
Brikettierbarkeit der Kohle durch die Druckdämpfung zu-
meist verschlechtert wird. Der erhöhte Wassergehalt nach
160 der Trocknung begrenzt die wirtschaftliche Transportent-
fernung im Vergleich zum Brikett. Zur rationellen Abwärme-
nutzung erfordert das Druckdämpfungsverfahren mehrere mit-
einander gekoppelte Druckgefäße und viele verbindende Rohr-
leitungen. Die entwässerte Kohle muß nach der Dämpfung ge-
165 kühlt werden. Durch den diskontinuierlichen Betrieb erhöhen
sich die maschinentechnischen Aufwendungen weiter. Damit
sind für dieses Verfahren materiell aufwendige Ausrüstungen
erforderlich und der Bedienungsaufwand ist hoch. Durch den
sich bildenden Staub wird die Umwelt verschmutzt und die x)
170 von Kohlenstaubexplosionen hervorgerufen. x) Gefahr

d) Ziel der Erfindung:

Ziel der Erfindung ist es deshalb, die Trocknung der Roh-
braunkohle direkt mit dem Druckent- und -vergasungsprozeß
zu vereinen und damit eine äußerst schonende Trocknung der
175 Kohle, insbesondere bei allen Weichbraunkohlen, zu erreichen.

Erfindungsgemäßes Ziel ist es weiterhin, den Wärmeenergiebedarf, die anlagentechnischen Aufwendungen und den Bedienungsaufwand zu senken.

e) Darlegung des Wesens der Erfindung:

- 180 Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, das erfindungsgemäße Ziel bei Vermeidung vorstehend dargelegter Nachteile zu realisieren. Als besonders nachteilig hat sich bei der Druckvergasung von Braunkohle, insbesondere Weichbraunkohle, wie bereits beschrieben, der hohe Staubanfall im
- 185 Druckvergasungsrohgas erwiesen. Neuere Untersuchungen begründen den Zerfall des Briketts wie folgt:
Der Brikettverband wird im entscheidenden Maß durch Bindekräfte, ausgelöst vom in der Trockenkohle enthaltenen Wasser, zusammengehalten. Nach Verdampfen des Wassers ergeben
- 190 die Restbindekräfte nur noch einen losen und sehr abriebempfindlichen Brikettverband. Vergasungsbriketts, die bekanntlich aus grobkörniger Trockenkohle gepreßt werden, zerfallen bei hoher thermischer Belastung besonders leicht. Die Briketts werden desweiteren mit einer Temperatur von
- 195 ca. 303 - 313 K in den Vergasungsreaktor gebracht, in dem Temperaturen von 523 - 773 K herrschen. Dieser thermische Schock führt zu einer ungleichmäßigen Erwärmung der Briketts. Die äußeren Brikettschichten trocknen schneller, schrumpfen infolgedessen stärker und es entstehen zerfallsbeschleunigende Spannungen. Auch haben die Trockenkohlenkörner im Brikettverband unterschiedliche Wassergehalte, die um so größer sind, je höher der Durchschnittswassergehalt ist. Bei der Trocknung der Briketts im Vergasungsreaktor schrumpfen somit diese Körner unterschied-
- 200 lich stark, was gleichfalls zu einer starken Lockerung des Brikettgefüges führt. Der Zerfall der Trockenkohlenkörner, insbesondere der aus Weichbraunkohle, ist wie folgt begründet:
Die Trocknung der Körner aus Weichbraunkohle erfolgt durch
- 210 Konvektionstrocknung, zumeist in Röhrentrocknern,

durch Verdampfen des Wassers. Diese Verdampfung beginnt an den äußeren Schichten des Korns und setzt im Kern erst stark verzögert ein. Die Folge ist ein Wassergehaltsunterschied im fertig getrockneten Korn zwischen Schale und Kern von teilweise über 30 %. Infolge der hieraus resultierenden starken Schrumpfung der äußeren Schale im Vergleich zum Kern, lockert sich die äußere Schale und ist sehr abriebempfindlich. Das sich bei der Trocknung bildende hohe Dampfvolumen wird durch die Kohlemasse des Korns am Austritt gehindert und sucht sich mittels der Expansionskraft gewaltsam einen freien Weg, wodurch das Korngefüge teilweise zerstört wird. Diese Körner kühlen sich auf dem Weg zur Generatorenanlage auf ca. 303 - 313 K ab. Die durch Konvektionstrocknung getrockneten Kohlekörner müssen sogar gekühlt werden, um eine Selbstentzündung der Kohle zu vermeiden. Diese kalten Kohlekörner werden im Generator momentan Temperaturen von 523 - 773 K ausgesetzt. Bis das Innere der Körner die Siedetemperatur des Wassers erreicht hat, setzt schlagartig von der Kornschale beginnend bis zum Kern ein starker Schrumpfungsprozeß ein, der zur weiteren Zerstörung der bereits in der vorgeschalteten Trocknungsanlage geschwächten Kohlekörner führt.

Diese beschriebenen Erscheinungen treten bei Einsatz von Steinkohle und Hartbraunkohle in der Druckvergasung, bedingt durch die bereits von der Natur bewirkten Schrumpfung (Inkohlung) dieser Kohlen und den damit verbundenen niedrigen Wassergehalt nicht bzw. nur in geringem Maß auf. Es ist bisher noch nicht erkannt worden, daß die direkte verfahrenstechnische Kopplung der Druckdampfung mit der Druckvergasung eine der harmonischsten Verbindungen in der Verfahrenstechnik der Kohleveredlung darstellt und es diese ermöglicht, die den bekannten technischen Lösungen anhaftenden vorstehend dargestellten Mängel weitgehend zu beseitigen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß für den Druckent- und -vergasungsprozeß bestimmte körnige Rohbraunkohle, insbesondere Weichbraunkohle, mit einem

Wassergehalt von 55 - 60 % von einem Bunker in bekannter
250 Weise mittels einer Kohleschleuse auf Druck und anschlie-
ßend in einen Dämpfungsraum gebracht wird, der möglichst
den gleichen Druck wie der Ent- und Vergasungsraum bzw.
> 1 MPa, vorzugsweise jedoch > 2 MPa, aufweist. Im
Dämpfungsraum wird die Rohbraunkohle mit einem Dämpfungs-
255 mittel, vorzugsweise mit Sattedampf, entwässert und druck-
inkohlt. Die derart vorgetrocknete heiße Kohle wird nun-
mehr vorzugsweise ohne Druckentspannung, jedoch keines-
falls mit einer Entspannung auf einen Druck ≤ 1 MPa und
vorzugsweise ohne Kühlung, jedoch keinesfalls mit einer
260 Abkühlung auf eine Temperatur ≤ 423 K, in den Ent- und Ver-
gasungsraum eingebracht. Infolge des hohen Wärmegehaltes,
der durch die Druckdämpfung vorentwässerten Kohle, wird
diese im Ent- und Vergasungsraum weiter schonend getrock-
net sowie anschließend der Ent- und Vergasung zugeführt.
265 Es hat sich gezeigt, daß die Druckdämpfung von Weichbraun-
kohle wenig Feinstkorn anfallen läßt, sondern nur ein
Teil der großen Körner in mittlere Körner zerfällt. Eine
derartige Zerfallerscheinung wirkt sich jedoch auf den
Prozeß der Druckent- und -vergasung kaum nachteilig aus,
270 zumal die entwässerten Körner eine vergleichsweise hohe
Abriebfestigkeit aufweisen. Das bei der Druckdämpfung
von der Kohle abtropfende Wasser reinigt die Kohle von
Feinstkorn und wird in der Regel im Druckdämpfungsraum
kontinuierlich abgeschieden. Dieser Reinigungseffekt kann
275 durch Verdüsung von im Kreislauf zurückgeführten heißen
Dämpfungswasser im Dämpfungsraum oberhalb der Kohleschüt-
tung verstärkt werden. Der kontinuierliche Bedarf an
Brennstoff im Ent- und Vergasungsraum gestattet auch die
kontinuierliche Überführung der vorgetrockneten Kohle in
280 diesen. Der zur Druckdämpfung eingesetzte Dampf wird bei
dem gewählten Verfahrensdruck gesättigt und in den Druck-
dämpfungsraum oberhalb der Kohleschüttung in einer sol-
chen Menge eingeleitet, daß stets eine geringe Restdampf-
menge gemeinsam mit den bei der Inkohlung der Kohle ent-
285 stehenden Gasen in den Ent- und Vergasungsraum fließt.

Der Wasserdampf kann auch gering überhitzt in den Vergasungsraum eingeleitet werden. Es konnte festgestellt werden, daß Rohbraunkohle, insbesondere Weichbraunkohle, die Hauptmenge des Wassers schon am Anfang der Dämpfung abscheidet und es nicht erforderlich ist, die Druckdämpfung so lange zu führen, bis bei dem betreffenden Druck die Restwassermengen abgegeben sind. Die so vorentwässerte und durchwärmte Kohle hält den nachfolgenden Belastungen der Nachtrocknung und Erhitzung im Ent- und Vergasungsraum ohne größere Schädigung stand. Wesentlich dabei ist, daß die Rohbraunkohle bei der Druckdämpfung auf annähernd die oder eine höhere Temperatur, die bei den herrschenden Verfahrensbedingungen als Siedetemperatur auftritt, jedoch mindestens 423 K, gleichmäßig durchwärmt wird und der Schrumpfungsvorgang gleichmäßig erfolgt aber zum großen Teil abgeschlossen ist, bevor die Kohle in den Ent- und Vergasungsraum gelangt. Selbst wenn die Kohle dabei noch einen höheren Wasserhehalt von z. B. 35 - 40 % besitzt, ist dies ohne wesentlichen Nachteil. Der entstehende Wasserdampf hat bei der Nachtrocknung im Ent- und Vergasungsraum nur einen geringen Bruchteil des Volumens bei Atmosphärendruck und kann die Kohlemasse ohne deren Gefügelockerung durchströmen. Auch erfolgt bei einer Korntemperatur, die zwischen 423 K und der Siedetemperatur entsprechend des gewählten Verfahrensdruckes liegt, der Wassertransport vom Kern zur Schale des Kornes als Fortsetzung des Dämpfungsprozesses überwiegend in flüssiger Form. Da die vorgetrocknete Kohle ohne Abkühlung und Berührung mit Luft in den Ent- und Vergasungsraum gelangt, wird die Kornoberfläche nicht oxidiert und verhärtet, sondern bleibt plastisch. Dadurch wird der Dampfaustritt bei der Nachtrocknung nicht erschwert. Eine Reabsorption von Wasser kann nicht auftreten. Die von der druckgedämpften heißen Kohle in den Ent- und Vergasungsraum mitgeführte Wärme ist z. B. ausreichend, um die Kohle von 35 - 40 % Wassergehalt auf den bei Einsatz von Briketts sonst üblichen Wassergehalt von 20 % nachzutrocknen, d. h. ohne dem Ent- und Vergasungsraum zusätzlich Wärme zu entziehen. Diese Effekte, die

325 bisher nicht beachtet worden waren, bewirken die scho-
nende Nachtrocknung der durch Druckdämpfung vorbehan-
delten Kohle im Ent- und Vergasungsraum. Die unvoll-
ständige Entwässerung der Kohle bei der Druckdämpfung
gestattet die Verkürzung der Dämpfungszeit und damit zu-
330 gleich die Verkleinerung des Dämpfungsraumes.
Es wurde des weiteren festgestellt, daß die unter Druck
entwässerten Kohlekörner im Vergleich zum Brikett die
Druckentgasung mit einem geringen Zerfall überstehen und
der gebildete Koks eine höhere Abriebfestigkeit besitzt.
335 Damit gelingt es aber, die druckentwässerten Kohlekörner
durch die Druckentgasungszone weitgehend heil bis in die
Vergasungszone zu führen.
Das bei der Druckdämpfung anfallende Dämpfungswasser wird
entspannt und der bei Atmosphärendruck entstehende Dampf
340 und gegebenenfalls das Heißwasser werden zur Vorwärmung
der Rohkohle auf annähernd 373 K genutzt. Das Dämpfungs-
wasser kann auch zur Heißwassererzeugung verwendet wer-
den. Es ist auch möglich, das entspannte Heißwasser zur
hydraulischen Förderung der Rohkohle zum Bunker und das
345 unter Druck stehende Dämpfungswasser zur Förderung der
Rohbraunkohle von der Kohleschleuse zu dem den Ent- und
Vergasungsreaktor vorgeschalteten Dämpfungsgefäß, zu ver-
wenden. Im letzten Fall erfolgt bereits eine Vordämpfung
durch das Heißwasser. Um den Dämpfungsraum klein halten
350 zu können, ist es zweckmäßig, in der Kohleschleuse die
Rohbraunkohle durch einen Teilstrom des Dämpfungsmittels
und/oder durch heißes Dämpfungswasser voraufzubereiten.

Bei der Vortrocknung der Rohbraunkohle nach dem erfin-
dungsgemäßen Verfahren beträgt der Wärmebedarf bei Nut-
355 zung des Dämpfungswassers zur Erwärmung der Rohkohle auf
363 K nur 1 000 - 1 200 kJ/kg bei der Druckdämpfung abge-
schiedenes Wasser und ist damit niedriger als bei sepa-
raten Druckdämpfungsanlagen. Der Vorteil ergibt sich
daraus, daß die heiße Kohle nach der Dämpfung keine zu-
360 zutlichen Abwärmeverluste bedingt, sondern diese Kohle-

- wärme im Ent- und Vergasungsprozeß bzw. im anschließenden Abhitzeverwertungsprozeß voll genutzt wird. Durch den möglichen kontinuierlichen Betrieb des Dämpfungsprozesses entfallen Wärmeverluste durch Abkühlung des Dämpfungsgefäßes und die diskontinuierliche Dampfentspannung.
- Der anlagentechnische zusätzliche Aufwand ist durch die Integration mit dem Druckent- und -vergasungsprozeß gering. Das erfindungsgemäße Verfahren gestattet es, den Druckdämpfungs Vorgang sowie den Ent- und Vergasungsprozeß in einem entsprechend großen Druckgefäß zu vereinen. Die sonst in Druckdämpfungsanlagen notwendigen Beschickungs-, Entleerungs-, CO_2 -Abführungs- und Kohlekühlvorrichtungen sind durch die Integration in den Ent- und Vergasungsprozeß nicht gesondert erforderlich. Eine zusätzliche Dampfzuführung zur Ent- und Vergasungsanlage für die Druckdämpfung ist zumeist nicht erforderlich, da die Vergasungsdampfzuführung genutzt werden kann. Die Gefäße für die Druckent- und -vergasung besitzen in der Regel zum Schutz der äußeren drucktragenden Außenhaut einen Wassermantel. Der in diesem Wassermantel erzeugte Wasserdampf kann bei dem beschriebenen Verfahren sehr vorteilhaft zur Druckdämpfung verwendet werden.
- Das erfindungsgemäße Verfahren beansprucht keine zusätzlichen Bedienungsgräfte.
- Der bisher übliche, bereits dargelegte hohe Aufwand für die separate Trockenkohlenerzeugung kann entfallen. Da ein Kohlenstaubaustritt in die Umgebung nicht möglich ist, ist das Verfahren äußerst umweltfreundlich. Kohlenstaubexplosionen können nicht entstehen.
- Die Bedenken der erhöhten Schlammwirtschaft bei Druckdämpfung von Weichbraunkohlen bestehen zu Unrecht. Zieht man den Vergleich zum Briketteinsatz bei der Druckent- und -vergasung, so treten dort 3 % Verluste bei der Brikettierung und 10 - 15 % Verluste durch Staubaustrag beim Druckvergasungsprozeß auf, die überwiegend als

Schlamm anfallen. Der Schlammanteil bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist stark von der Gestaltung der einzelnen Verfahrensschritte abhängig, übertrifft aber den bei Brikett-einsatz zu verzeichnenden nicht.

400 Das erfindungsgemäße Verfahren gestattet auch den Einsatz von stark aschereichen Kohlen, die sonst bei Zwischen-schaltung der Brikettierungsstufe infolge des hier auf-tretenden hohen Verschleißes nicht verwendet werden kön-nen. Beim Druckdämpfungsprozeß wird ein Teil der Asche,
405 besonders feinstdisperse Teilchen, mit dem Dämpfungs-wasser abgeschieden.

Gegenüber dem z. Zt. üblichen Einsatz von Briketts zur Druckent- und -vergasung besitzt die nach dem erfindungs-gemäßen Verfahren behandelte Rohbraunkohle eine bessere
410 Rolligkeit. Damit verbessert sie die Schüttgutbewegung im Generator und vermeidet die Bildung von Brücken und Kanälen, die beim Vergasungsprozeß zu einem erhöhten Staubaustrag und einem unwirtschaftlichen Generatorbe-trieb führen.

415 Die Kombination der Druckdämpfung mit der Druckent- und -vergasung läßt sich auch derart lösen, daß die Funktion der Kohleschleusung und Druckdämpfung von einem Gefäß, gewissermaßen von einer vergrößerten Kohleschleuse er-folgt. Dabei wird der Druckdämpfungsprozeß genau wie die
420 Kohleschleuseung diskontinuierlich durchgeführt. Erfin-dungsgemäß werden dabei dem Ent- und Vergasungsreaktor mehrere Gefäße für Kohleschleusung und Druckdämpfung zugeordnet, die den Ent- und Vergasungsreaktor im Wech-sel mit heißer vorentwässerter Kohle versorgen.

425 Bei dieser Verfahrensvariante wird der Nachteil der Dis-kontinuität und des erhöhten Wärmeenergiebedarfes da-durch egalisiert, daß auf eine gleichmäßige Schüttgut-bewegung im Dämpfungsraum nicht geachtet werden braucht, die Dämpfungswasserabscheidung problemlos ist und die
430 Druckdämpfung mit einem höheren gegebenenfalls auch

niedrigem Druck als im Druckent- und vergasungsraum herrscht, durchgeführt werden kann.

Wird ein sehr trockener Brennstoff für den Druckent- und -vergasungsprozeß angestrebt, ist es möglich, nach dem
435 Teilschritt der Druckdämpfung mit Sattdampf eine Nach-
trocknung mit überhitztem Dampf folgen zu lassen. Zur
Beschleunigung des Entwässerungsvorganges kann auch bei
dieser Variante beim Dämpfungsvorgang mit einer höheren
Restsattdampfmenge gearbeitet werden. Dadurch entsteht
440 eine höhere Strömungsgeschwindigkeit des Dampfes in der
Kohleschüttung und damit ein besserer Wärmeübergang an
die Kohle. Die Restdampfmenge mit dem abgeleiteten CO_2
wird ebenso wie der abgeführte Dampf bei einer der Druck-
dämpfung folgenden Nachtrocknung mit überhitztem Dampf
445 als Vergasungsmittel genutzt. Es ist auch bisher noch
nicht erkannt worden, daß das den Druckent- und -ver-
gasungsprozeß verlassende heiße, stark wasserdampfhaltige
Rohgas sehr vorteilhaft als Druckdämpfungsmittel verwen-
det werden kann. Das Rohgas der Festbettdruckvergasung
450 hat am Austritt des Reaktors nach seiner Sättigung einen
sehr hohen Wasserdampfpartialdruck, der bei Einsatz von
Weichbraunkohle um eine Mehrfaches höher als der Partial-
druck des Gases ist. Das Rohgas besitzt deshalb auch nach
der Sättigung mit Wasserdampf und nach der Reinigung
455 von Staub und kondensierten Kohlenwasserstoffen noch
die erforderliche hohe Temperatur zur Durchführung des
Dämpfungsprozesses.
Die Verwendung von Rohgas des Druckent- und -vergasungs-
prozesses ermöglicht eine weitere Vereinfachung des kom-
460 binierten Druckdämpfungs-, Druckent- und -vergasungsver-
fahrens. Die Rohbraunkohle, insbesondere Weichbraunkohle,
wird in ein Druckgefäß gebracht, in dem der Druckdämpfungs-
sowie der Ent- und Vergasungsprozeß erfolgt. Das im
untersten Teil des Gefäßes durch Teilverbrennung von
465 Kohle im Festbett erzeugte Rohgas strömt im Gegenstrom.

zur Kohle nach oben und führt in den sich aufbauenden verschiedenen Zonen die Entgasung, Nachtrocknung und Druckdämpfung durch und tritt im Oberteil des Druckgefäßes aus diesem aus. Das bei der Druckdämpfung aus der Rohbraunkohle abtropfende Wasser sättigt das aus der Nachtrocknungszone aufsteigende Rohgas. Die von der Rohbraunkohle insbesondere bei Einsatz von Weichbraunkohle bei der Druckdämpfung abgegebene Wassermenge ist jedoch im allgemeinen wesentlich größer, als die zur Sättigung des Rohgases erforderliche Wassermenge. Je nach den gewählten Verfahrensparametern wird ein Teil dieses überschüssigen Wassers in Nebelform mit dem Rohgas aus dem Druckgefäß geführt. Der übrige Teil gelangt in die Nachtrocknungs- und Entgasungszone und wird hier bei Entzug von Wärme verdampft. Letzteres führt zum erhöhten Vergasungsmittel- und Brennstoffbedarf. Dies kann verhindert werden, baut man zwischen Druckdämpfungszone und Nachtrocknungszone Vorrichtungen zur Wasserabscheidung ein. Mit diesen wird zugleich die Verdüsung von im Kreislauf zurückgeführten Dämpfungswasser im Oberteil des Druckgefäßes ermöglicht, wodurch eine verstärkte Reinigung des beim Dämpfungsprozeß anfallenden sowie vom Rohgas mitgeführten Feinstaub zu verzeichnen ist. Die beim Abkühlen des Rohgases während des Dämpfungsprozesses auskondensierten Kohlenwasserstoffe verbessern die Schüttgutbewegung im Dämpfungsraum, wodurch dem sehr nachteiligen Entstehen von Brücken oder Kanälen auch in den nachfolgenden Zonen entgegengewirkt wird. Von dem im Rohgas enthaltenen Wasserdampf wird nur ein kleiner Teil bei der Druckdämpfung auskondensiert, so daß sich das Rohgas nur wenig abkühlt. Damit ist es möglich und sinnvoll, das Rohgas nach Verlassen des Reaktionsgefäßes, wie bereits bekannt, zur Abhitzedampferzeugung zu verwenden.

Der Wärmebedarf zur Vortrocknung der Rohbraunkohle in der Druckdämpfungszone beträgt bei Nutzung der Wärme des Dämpfungswassers zur Vorwärmung der Rohkohle auf 363 K nur 550 - 650 kJ/kg bei der Dämpfung abgeschiedenes Wasser, wobei diese Wärmemenge der Abhitzedampferzeugung durch das Rohgas entzogen wird. Dadurch kann der Einsatz von Hochdruckdampf entfallen. Diese Erkenntnis kennzeichnet den hohen Wert des Vorschlages zur Verwendung von Rohgas zur Druckdämpfung. Der vergleichsweise äußerst niedrige Wärmebedarf für die Kohletrocknung ist dadurch bedingt, daß weder durch die heiße Kohle noch durch das bei der Druckdämpfung anfallende heiße Kondensat dem Verfahren der Druckent- und -vergasung in Kombination mit der Druckdämpfung zusätzliche Wärmeverluste erwachsen.

Ein weiteres Wesensmerkmal des Erfindungsgedankens ist die starke Durchströmung der zu druckdämpfenden Kohleschüttung durch das Gemisch von Dampf und den Gasbestandteilen des Rohgases, wodurch die Aufheizgeschwindigkeit der Kohle, der chemische Prozeß der Inkohlung und die Abführung sich bildender Gasbestandteile und damit der gesamte Prozeß der lyopolen und kapillaren Wasserentbindung beschleunigt werden. Diese Vorteile treten auch bei Einsatz von heißen, wasserdampfhaltigen, insbesondere phenolfreien Rohgasen ein, die bei anderen Druckprozessen der Teiloxidation von Brennstoffen erzeugt werden und sind auch dann weitgehend wirksam, wenn die entwässerte Kohle nach der Druckdämpfung entspannt weiterverwendet wird.

Da nur ein kleiner Teil des im Rohgas enthaltenen Dampfes für den Druckdämpfungsprozeß benötigt wird, ist es möglich, nur Teilströme des im gekoppelten Vergasungsprozeß erzeugten Rohgases für die Druckdämpfung zu verwenden. Dabei darf das Rohgas bei der Druckdämpfung einen Wasserdampfpartialdruck von 0,5 MPa nicht unter-

schreiten.

Es ist an sich bereits bekannt, zur Entgasung und Nach-
trocknung des Brennstoffes nur einen Teilstrom des
erzeugten Rohgases zu verwenden. Dabei fällt ein so-
540 genanntes Schwelgas an und der Rest des bei der Ver-
gasung erzeugten Gases wird als teerfreies, soge-
nanntes Klargas abgezogen. Bei Einsatz von Weichbraun-
kohle ist dieses Schwelgas staubarm, während das Klar-
gas größere Staubmengen mitführt. Die Auftrennung des
545 erzeugten Rohgases in diese beiden Teilströme gestattet
auch die Nutzung einer regelbaren Aufheizgeschwindigkeit
in der Nachtrocknungs- und Entgasungszone, wie sie
gleichfalls an sich bereits bekannt ist, die für die
schonende Weiterbehandlung des Brennstoffes insbeson-
550 dere in der Entgasungszone vorteilhaft ist.
Das Schwelgas kann durch seine Staubarmut vorteilhaft
zur Druckdämpfung eingesetzt werden, wobei es nach Durch-
strömung der Entgasungs- und Nachtrocknungszone unmittel-
bar nach erfolgter Sättigung in den Dämpfungsraum einge-
555 leitet wird und im allgemeinen die Kohleschüttung von
unten nach oben durchströmt.
Wird nur das Klargas für die Druckdämpfung genutzt, so
ist der Vorteil zu verzeichnen, daß dieses Klargas mit
einer so hohen Temperatur aus der Reduktionszone abge-
560 zogen werden kann, daß es phenolfrei ist und so die an-
fallenden Dämpfungswässer die Entphenolungsanlage nicht
belasten. Dabei ist das abgezogene Klargas erst dann
oberhalb der Kohleschüttung in den Dämpfungsraum einzu-
leiten, nachdem es von Staub gereinigt und mit Wasser
565 gesättigt ist. Bei Verwendung eines gemeinsamen Druck-
gefäßes für den Druckdämpfungs- sowie Ent- und Ver-
gasungsprozeß verfährt man hierbei so, daß der Gas-
austritt zwischen Druckdämpfungszone und Nachtrocknungs-
zone angeordnet wird.
570 Bei getrenntem Abzug von Schwel- und Klargas ist es auch

möglich, beide Gasarten für die Druckdämpfung wieder zu vereinen. Dabei ist es zweckmäßig, das Klargas vor der Vereinigung oder das Mischgas nach der Vereinigung von Staub zu reinigen und mit Dämpfungswasser zu sättigen.

575 Zur Beschleunigung des Entwässerungsvorganges bei der Druckdämpfung kann auch das Rohgas bzw. das Gas der betreffenden Teilströme überhitzt in den Druckdämpfungsraum eingeleitet werden.

Des weiteren ist es möglich, einen Rohgasteilstrom auf
580 eine derart hohe Temperatur zu bringen, daß die ihm begleitenden Phenole zerstört werden und dieser Teilstrom nach Sättigung mit Wasser zur Druckdämpfung eingesetzt wird.

Durch die sehr schonende Trocknung und Entgasung der
585 Rohbraunkohle gemäß des erfindungsgemäßen Verfahrens, kann auch ein unzerfallener, abriebfester Koks nach erfolgter Druckentgasung abgezogen werden. Um einen festen raucharmen Brennstoff zu erzeugen, wird hierbei mit heißem möglichst stark wasserdampfhaltigem Spülgas die
590 Entgasung, Nachtrocknung und gegebenenfalls anschließend die Druckdämpfung getrennt von der Druckvergasung durchgeführt. Der entgaste Brennstoff wird dann gekühlt, entspannt und kann als Koks Verwendung finden. Der erzeugte Koks bzw. ein Teilstrom davon kann für die in einem gesonderten Raum durchgeführte Druckvergasung genutzt werden, wobei das erzeugte Druckgas oder ein Teilstrom von diesem für die Entgasung, Nachtrocknung und Druckdämpfung verwendet wird.

f) Ausführungsbeispiel:

600 Die Erfindung soll nachstehend an vier Ausführungsbeispielen näher erläutert werden.

Beispiel 1:

Die Rohbraunkohle mit einer Körnung von 5 - 60 mm,
57 % Wassergehalt und ca. 293 K wird in einen Bunker
605 gefördert und mittels Dampf und ggf. durch Verdüsung
von Reinwasser auf ca. 363 K erwärmt. Von dort gelangt
die Rohbraunkohle in die Kohleschleuse, wird diskon-
tinuierlich auf einen Druck von 2,5 MPa bespannt und
in das Gefäß für die Druckdämpfung der Rohbraunkohle
610 geschleust. In der Kohleschleuse erfolgt eine weite-
re Vorwärmung der Rohbraunkohle auf 393 - 423 K mit
einem Teilstrom des Dämpfungsmittels oder durch ca.
490 K heißes Dämpfungswasser.

Im Druckdämpfungsgefäß wird oberhalb der Kohleschüt-
615 tung Dampf mit einer Temperatur von 495 K zugeführt.
Bei dieser Temperatur des Dämpfungsmittels ist es mög-
lich, die Rohbraunkohle bei 60 - 90 Minuten Dämpfungs-
zeit bis auf ca. 25 % H_2O zu entwässern. Indem die
Rohbraunkohle nur bis auf einen Restwassergehalt von
620 ca. 35 % entwässert wird, kann die Dämpfungszeit auf
30 - 40 Minuten gesenkt werden. Dadurch kann das Druck-
dämpfungsgefäß relativ klein gehalten werden. Das von
der Kohle abtropfende und vom Dämpfungsmittel auskon-
densierte Wasser wird durch eine geeignete Vorrichtung
625 im Dämpfungsgefäß abgeschieden. Hierbei führt das Was-
ser entstandenes Feinstkorn mit. Dieser Reinigungsef-
fekt wird durch Verdüsung von im Kreislauf geführten
ca. 490 K heißem Dämpfungswasser im Dämpfungsgefäß
verstärkt. Die entwässerte Kohle wird mit 470 - 500 K
630 gleichmäßig durchwärmt und kontinuierlich in das Druck-
gefäß für die Nachtrocknung, Entgasung und Vergasung,
das den gleichen Druck von 2,5 MPa aufweist, gefördert.
Gegenüber einer bisher allgemein üblichen Zuführung
eines Brennstoffes mit ca. 303 K und 20 % H_2O werden
635 mit der druckgedämpften Kohle ca. 370 kJ/kg Trocken-

kohle, bezogen auf 20 % H_2O , Wärme mehr in das Ent- und Vergasungsgefäß geführt. Diese Wärme ist ausreichend, um die Kohle von ca. 35 % auf ca. 20 % H_2O ohne Wärmeentzug aus dem Ent- und Vergasungsprozeß zu trocknen. Die Trocknung der Kohle erfolgt dann zu:

- ca. 81 % mittels Wärme der Druckdämpfung
 - davon ca. 66 % in flüssiger Form im Druckdampfungsgefäß
 - davon ca. 15 % durch Verdampfung im Druckent- und -vergasungsreaktor
- und

- 19 % durch Verdampfung mittels Wärme aus dem Druckent- und -vergasungsprozeß.

Dadurch, daß die Kohlestücke gleichmäßig erwärmt, ohne latente Wassergehaltsspanne und ohne verhärtete Kornoberfläche durch den Luftatmosphäreneinfluß in das Ent- und Vergasungsgefäß gelangen und hier bei 2,5 MPa (Dampfvolumen nur ca. 1/21 gegenüber Normalatmosphäre) nachgetrocknet werden, erfolgt diese Trocknung ohne nennenswerte Schädigung des Kohlekorns. Das überschüssige ca. 490 K heiße Dämpfungswasser wird auf annähernd Atmosphärendruck entspannt. Der entstehende ca. 373 K heiße Dampf und das ebenso heiße Wasser dienen zur Erwärmung der eingesetzten Rohkohle auf ca. 363 K.

Als Dämpfungsmittel wird Wasserdampf mit Sattedampfzustand bei 2,5 MPa und ca. 495 K eingesetzt. Besitzt der anstehende Dampf einen höheren Druck und eine höhere Temperatur, so wird er vor Eintritt in das Dämpfungsgefäß entspannt und mit Dämpfungswasser gesättigt.

Der Wärmebedarf im Dämpfungsgefäß beträgt 1 100 kJ/kg

abgegebenes Wasser. Die Dampfzuführung wird so geregelt, daß stets eine kleine Restdampfmenge gemeinsam mit dem bei der Druckinkühlung entstehenden CO_2 in das Ent- und Vergasungsgefäß strömt. Das anfallende
670 Dämpfungswasser besitzt nur einen sehr geringen Phenolgehalt.

Beispiel 2:

Die Rohbraunkohle mit einer Körnung von 5 - 60 mm, bis zu 57 % Wassergehalt, wird hydraulisch mit auf Atmosphärendruck entspannten 370 K heißem Dämpfungswasser
675 in den Bunker für die Vergasungsanlage gefördert und dabei auf 363 K vorgewärmt. Vom Bunker gelangt sie sodann über eine Kohleschleuse in ein großes Druckgefäß, in dessen Unterteil die Kohle im festen Bett bei einem
680 Druck von 2,5 MPa vergast wird. Das gebildete Gas strömt im Gegenstrom zur Kohle nach oben und bildet nacheinander folgende Zonen aus:

Aschezone, Oxidationszone, Reduktionszone,

Entgasungszone, Nachtrocknungszone, Dämpfungszone.

685 Das in der Druckdämpfungszone aus der Rohbraunkohle abtropfende Wasser sättigt und übersättigt (Nebelbildung) das aufsteigende Rohgas. Das überschüssige Dämpfungswasser gelangt in die nachfolgenden Zonen und entzieht diesen die zu seiner Verdampfung notwendige
690 Wärme. Durch die Verdampfung des Dämpfungswassers können sich Nachteile des erhöhten Sauerstoff- und Brennstoffbedarfes, der verschlechterten Zersetzung des Vergasungsdampfes und des erhöhten CO_2 -Gehaltes im Rohgas einstellen. Bei einem hohen Anteil von Überschußwasser
695 lassen sich diese Nachteile vermeiden, indem zwischen Druckdämpfungszone und Nachtrocknungszone Vorrichtungen zur Abtrennung des Druckwassers von der Kohle eingebaut worden. Mit dem abgetrennten Dämpfungswasser wird ein Teil des bei der Dämpfung anfallenden und vom Vergasungsgas mitgeführten Feinstaub abgeführt. Das
700

- Dämpfungswasser wird entspannt und zum hydraulischen Transport der Rohkohle zum Bunker verwendet. Die Weichbraunkohle wird im Dämpfungsraum auf ca. 35 % Wassergehalt entwässert und in den sich anschlie-
- 705 Benden Zonen nachgetrocknet, entgast und vergast. Das Rohgas tritt im Oberteil des Druckgefäßes aus und gelangt zur Abhitze-~~d~~ampferzeugung. In diesem Ausführungsbeispiel dient das Rohgas aus dem Ent- und Vergasungsvorgang der Festbettdruckvergasung mit 2,5 MPa, ca. 473 K
- 710 wasserdampfgesättigt als Dämpfungsmittel. Das gesättigte Rohgas hat einen Wassergehalt von $1,6 \text{ kg/m}^3$ i.N. Der Wärmebedarf in der Dämpfungszone beträgt ca. 580 kJ/kg abgeschiedenes Wasser.
- Nach der Dämpfung weist das Rohgas einen Wassergehalt
- 715 von ca. $1,3 \text{ kg/m}^3$ i.N. und eine Temperatur von ca. 468 K auf. Die Abhitze-~~d~~ampferzeugung (0,5 MPa Dampf) wird durch die bei der Dämpfung vom Rohgas abgegebene Wärme durch das heiße Rohgas eingeschränkt. Durch die Kohleschüttung strömt kontinuierlich Rohgas, wodurch
- 720 eine schnelle Aufwärmung der Kohle und eine sofortige CO_2 -Abführung gewährleistet wird. Dadurch werden die Dämpfungszeiten verkürzt. Aus dem Rohgas auskondensierte Kohlenwasserstoffe verbessern die Schüttgutbewegung.
- 725 Als nachteilig kann sich bei vorliegendem Beispiel erweisen, daß das abgeführte Dämpfungswasser stark phenolhaltig ist und zu einer ca. 50 % höheren Belastung der Entphenolungsanlage führt. Aus der Veränderung der Parameter des Rohgases in der Dämpfungs-
- 730 zone ist ersichtlich, daß nur ein kleiner Teil der im Rohgas enthaltenen Dampfmenge für die Druckdämpfung benötigt wird. Damit ist es möglich, nur einen Teilstrom des Rohgases für die Dämpfung zu verwenden, wobei sich folgende Varianten ergeben:

735 1. Es wird ein teer- und phenolfreies Klargas mit hoher
Temperatur aus der Reduktionszone der Festbettdruck-
vergasung abgezogen. Das Klargas wird mit Wasser ge-
sättigt, soweit erforderlich von Staub gereinigt und
anschließend zur Druckdämpfung oberhalb der Kohleschüt-
740 tung in das Druckgefäß eingeleitet. Es strömt in Rich-
tung des Kohleweges durch die Dämpfungszone und verläßt
das Druckgefäß gemeinsam mit den getrennt geführten
Schwelgasen zwischen Druckdämpfungs- und Nachtrocknungs-
zone. Eine erhöhte Belastung der Entphenolungsanlage durch
745 das Dämpfungswasser tritt nicht auf.

2. Bei Verwendung des staubfreien Schwelgases zur Druck-
dämpfung strömt dieses direkt im Gegenstrom zum Kohle-
weg von der Nachtrocknungszone in die Druckdämpfungszone,
wird hier vom Dämpfungswasser gesättigt und verläßt die
750 Druckdämpfungszone oberhalb der Kohleschüttung. Das
Dämpfungswasser ist stark phenolhaltig. Die auskonden-
sierten Kohlenwasserstoffe verbessern die Schüttgutbe-
wegung und werden teilweise mit ausgewaschenem Fein-
staub vom abfließenden Dämpfungswasser ausgetragen.

755 Beispiel 3:

Bei diesem Ausführungsbeispiel wird Rohbraunkohle mit
einer Körnung von 5 - 12 mm, bis zu 57 % Wassergehalt
und vorgewärmt auf 363 K vom Bunker im Wechsel in zwei
Druckgefäßen gefördert. Die beiden Druckgefäße haben in
760 der zeitlichen Folge nachstehende Aufgaben:
Aufnahme der Kohle im drucklosen Zustand, Bespannen der
Rohkohle mit Dampf auf 10 MPa, Entwässerung der Kohle
bei 583 K in 15 Minuten auf 35 % Wasser durch Druck-
dämpfung und Abscheidung des Dämpfungswassers, Ent-
765 spannung auf den Druck des unter den Druckgefäßen an-
geordneten Entgasungsgefäßes von 2,5 MPa und Zuführung
der Kohle in das Entgasungsgefäß. Die beiden Druck-
gefäße versorgen im Wechsel die Druckentgasung mit

Brennstoff.

- 770 Im Entgasungsgefäß erfolgt die schonende Nachtrocknung und Entgasung durch Spülgas, das durch eine Wirbelschicht-Druckvergasung hergestellt wird. Der hierbei erzeugte Koks gelangt dosiert zum Wirbelschichtvergasungsprozeß.
- 775 Das erzeugte Gas wird zur Ausnutzung der fühlbaren und latenten Wärme nach der Reinigung von Staub teils als Spülgas dem Entgasungsprozeß und teils der Abwärmee-nutzung zugeführt.

Beispiel 4:

- 780 Im vierten Ausführungsbeispiel wird Rohbraunkohle mit einer Körnung von 40 - 60 mm, bis 58 % Wassergehalt in einem Bunker auf 363 K vorgewärmt, in Kohleschleusen gefördert, mit Heißwasser bespannt und im Wechsel in einen Druckwasserstrom von 3 MPa und 500 K eingetragen.
- 785 Mittels des Druckwassers wird sie zu einem Druckdämpfungsgefäß gefördert und bei der hydraulischen Förderung auf 48 % Wassergehalt vorentwässert. Im Druckdämpfungsgefäß wird die Kohle von der Förderflüssigkeit getrennt und mit Sattedampf von 2,5 MPa auf 35 % Wassergehalt nachgedämpft. Das Dämpfungswasser fließt
- 780 gemeinsam mit der Förderungsflüssigkeit mit einer Temperatur von ca. 485 K ab. Von diesem Heißwasser wird ein Teilstrom mit dem Feinkorn in einem Hydrozyklon abgeschieden. Der Oberlauf des Hydrozyklons wird über
- 795 eine Druckerhöhungspumpe und einen Wärmetauscher wieder auf die Parameter 3 MPa und 503 K gebracht und erneut zur hydraulischen Förderung der Rohkohle verwendet. Die auf 35 % Wassergehalt vorgetrocknete Kohle gelangt vom Druckdämpfungsgefäß in das Druckentgasungs-
- 800 gefäß, wird hier durch Spülgas schonend nachgetrocknet und bis zu einer Temperatur von 1 000 K entgast. Der erzeugte Koks wird gekühlt, entspannt und als raucharmer Brennstoff gewonnen.

805 Erfindungsanspruch

1. Verfahren zur Druckent- und Vergasung von Rohbraunkohle, insbesondere von Weichbraunkohle, dadurch gekennzeichnet, daß körnige Rohbraunkohle in bekannter Weise in einem Druckdämpfungsraum mit einem Druck
810 > 1 MPa, eingebracht, hier durch ein Dämpfungsmittel teilentwässert und druckinkohlt wird, sowie annähernd gleichmäßig auf eine Temperatur > 423 K erwärmt wird und die so vorbehandelte Kohle ohne Entspannung auf einen Druck < 0,5 MPa und ohne Abkühlung der Kohle
815 auf eine Temperatur < 423 K, in den Ent- und Vergasungsraum gelangt, in dem die Kohle durch ihren hohen Wärmegehalt weiter schonend getrocknet wird sowie anschließend in bekannter Weise die Druckentgasung und Druckvergasung erfolgt.
- 820 2. Verfahren nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckdämpfungsraum stets den gleichen Druck wie der Druckent- und-vergasungsraum aufweist und die vorbehandelte Kohle kontinuierlich aus dem Druckdämpfungsraum in den Druckent- und -vergasungsraum gelangt.
- 825 3. Verfahren nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Druckdämpfungsraum während der Druckdämpfung ein vorzugsweise höherer, gegebenenfalls auch niedriger Druck als im Ent- und Vergasungsraum herrscht, jedoch mindestens ein Druck von > 1 MPa ansteht und nach der Vor-
830 behandlung der Kohle der Druckdämpfungsraum auf den Druck des Ent- und Vergasungsgefäßes ent- und bzw. gespannt wird und dabei die Kohle diskontinuierlich in den Ent- und Vergasungsraum gelangt.
4. Verfahren nach Punkt 1 und 3, dadurch gekennzeichnet,
835 daß die Druckdämpfung in einem Gefäß oder in mehreren Gefäßen erfolgt und das Gefäß bzw. die Gefäße gleichzeitig die Kohle vom drucklosen Bunker in das unter Druck stehende Ent- und Vergasungsgefäß einschleusen

und dabei im Druckdämpfungsraum in einem vorgegebenen
 840 Rhythmus eine Entspannung auf Atmosphärendruck, Auf-
 nahme der Rohbraunkohle, eine Bespannung auf Däm-
 pfungsdruck, eine Druckdämpfung und Wasserabscheidung,
 Vornahme des Druckausgleiches zum Druckent- und -ver-
 gasungsraum sowie die Entleerung der teilentwässerten
 845 Kohle in den Ent- und Vergasungsraum erfolgen.

5. Verfahren nach Punkt 1 und 4 dadurch gekennzeichnet,
 daß die durch Druckdämpfung vorentwässerte Kohle mit
 überhitztem Dampf nachgetrocknet wird.

6. Verfahren nach Punkt 1, 4 und 5, dadurch gekennzeich-
 850 net, daß der bei der Druckdämpfung die Kohleschüttung
 verlassende Restdampf mit dem abgeführten CO_2 und der
 bei einer Nachtrocknung der Kohle mit überhitztem
 Dampf abfließende Dampf als Vergasungsmittel genutzt
 wird.

855 7. Verfahren nach Punkt 1 und 2, dadurch gekennzeichnet,
 daß die Druckdämpfung sowie die Druckent- und -verga-
 sung in einem gemeinsamen Druckgefäß vorgenommen wird.

8. Verfahren nach Punkt 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet,
 860 daß das im Dämpfungsraum von der Kohle abtropfende
 Wasser die Kohle von dem nur im geringen Maß anfal-
 lenden Feinstkorn reinigt und daß das im Kreislauf
 zurückgeführte Dämpfungswasser zur Verstärkung dieses
 Reinigungseffektes oberhalb der Kohleschüttung im
 Dämpfungsraum verdüst wird.

865 9. Verfahren nach Punkt 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet,
 daß das Dämpfungswasser kontinuierlich im Dämpfungs-
 raum abgeschieden und einer Dampf- oder Heißwasser-
 erzeugung zugeführt wird.

10. Verfahren nach Punkt 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet,
 870 daß das Dämpfungswasser auf Atmosphärendruck entspannt

wird und der entstehende Dampf und/oder das heiße Wasser zur Vorwärmung der Rohbraunkohle verwendet wird.

- 875 11. Verfahren nach Punkt 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das entspannte Heißwasser zur hydraulischen Förderung der Rohbraunkohle zum, dem Verfahren vorgeschalteten Bunker bei gleichzeitiger Erwärmung der Rohbraunkohle verwendet wird.
- 880 12. Verfahren nach Punkt 1 bis 3 und 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das unter Druck abgeschiedene Dämpfungswasser zur hydraulischen Förderung der Rohbraunkohle von der Kohleschleuse zum Druckdämpfungsraum genutzt wird und hierbei bereits eine Vordämpfung der Kohle erfolgt.
- 885 13. Verfahren nach Punkt 1 bis 3, 7 bis 10 und 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohbraunkohle in der Kohleschleuse durch einen Teilstrom des Dämpfungsmittels und/oder durch heißes Dämpfungswasser voraufgeheizt wird.
- 890 14. Verfahren nach Punkt 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß zur Druckdämpfung gesättigter, gegebenenfalls gering überhitzter Wasserdampf in den Dämpfungsraum geleitet wird.
- 895 15. Verfahren nach Punkt 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß als Dämpfungsmittel Wasserdampf, der bei dem gewählten Dämpfungsdruck mit Dämpfungswasser gesättigt wird, in einer solchen Menge in den Dämpfungsraum oberhalb der Kohleschüttung eingeleitet wird, daß stets eine geringe Restdampfmenge gemeinsam mit den bei der Inkohlung der Kohle entstehenden Gasen in den Ent- und Vergasungsraum fließt.
- 900 16. Verfahren nach Punkt 1 und 2 sowie 7 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der im Wassermantel des Druckent- und -vergasungsgefäßes erzeugte Manteldampf vorzugsweise zur Druckdämpfung verwendet wird.

17. Verfahren nach Punkt 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet,
905 daß die Druckdämpfung der körnigen Rohbraunkohle mit
heißem, gesättigten oder nur wenig überhitzten wasser-
dampfhaltigen Gasen der Teiloxidation von Brennstoffen
unter Druck mit einem Wasserdampfpartialdruck von
910 > 1 MPa erfolgt, wobei das heiße wasserdampfhaltige
Gas die zu entwässernde Kohle ständig durchströmt und
nur so viel vom Gas mitgeführten Dampf bei der Druck-
dämpfung auskondensiert, daß ein Wasserdampfpartial-
druck von 0,5 MPa nicht unterschritten wird und daß
915 das wasserdampfhaltige Gas die bei der Druckinkohlung
anfallenden Gase mit aus dem Druckdämpfungsraum führt
und den Prozeß der lyopolen und kapillaren Wasser-
entbindung beschleunigt.
18. Verfahren nach Punkt 1, 2, 7 und 17, dadurch gekenn-
zeichnet, daß die Druckdämpfung, schonende Nachtrock-
920 nung, Entgasung und Vergasung in einem Druckgefäß er-
folgt, wobei das im Unterteil des Gefäßes durch Druck-
vergasung erzeugte Rohgas im Gegenstrom zur Kohle nach
oben strömt und dabei in der Kohleschüttung in un-
mittelbar ineinander übergehenden Zonen die Entgasung,
925 schonende Nachtrocknung und Druckdämpfung durchführt.
19. Verfahren nach Punkt 1, 2, 7, und 17, 18, dadurch
gekennzeichnet, daß mittels dem Rohgas ein Teil des
bei der Druckdämpfung von der Rohbraunkohle abgege-
benen Wassers in Form von feinen Tröpfchen aus dem
930 Druckgefäß geführt wird.
20. Verfahren nach Punkt 1, 2, 7 bis 13 und 17 bis 19,
dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Dämpfungs-
und Nachtrocknungszone das abtropfende Wasser durch
geeignete Vorrichtungen abgetrennt wird.
- 935 21. Verfahren nach Punkt 17, dadurch gekennzeichnet, daß
das wasserdampfhaltige Gas der Teiloxydation von
Brennstoffen vor der Zuführung in den Dämpfungsraum

gesättigt und von mitgeführtem Staub und kondensierten Kohlenwasserstoffen gereinigt wird.

- 940 22. Verfahren nach Punkt 17 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß das zur Druckdämpfung verwendete wasserdampfhaltige Rohgas durch das bei der Druckdämpfung von der Kohle abgeschiedene Wasser gesättigt und von Staub gereinigt wird.
- 945 23. Verfahren nach Punkt 17 und 19 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß bei Verwendung von heißen wasserdampfhaltigen Gasen der Teiloxidation von Brennstoffen, die phenolfrei sind, und bei Einsatz von überhitzten wasserdampfhaltigen Gasen diese oberhalb der
950 Kohleschüttung in den Dämpfungsraum eingeführt werden.
24. Verfahren nach Punkt 17 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß im Ent- und Vergasungsraum zur weiteren schonenden Nachtrocknung und Entgasung der durch Druckdämpfung vorentwässerten Körner nur ein Teilstrom des im Ent-
955 und Vergasungsraum erzeugten Rohgases verwendet wird.
25. Verfahren nach Punkt 17 bis 20, 22, und 24, dadurch gekennzeichnet, daß der Teilgasstrom, mit dem die schonende Nachtrocknung und Entgasung durchgeführt wird, und der nur einen geringen Staubgehalt sowie
960 viele Kohlenwasserstoffe aufweist, anschließend zur Druckdämpfung der Rohgaskörner verwendet wird.
26. Verfahren nach Punkt 17, 19 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teilstrom des im Ent- und Vergasungsraum erzeugten Rohgases aus der Reduktionszone als
965 teerfreies Klargas abgezogen wird und anschließend nach Sättigung und erforderlichenfalls Reinigung von Staub zur Druckdämpfung der Rohbraunkohle verwendet wird.
27. Verfahren nach Punkt 17, 19 und 20, 22 und 23 sowie 26,
970 dadurch gekennzeichnet, daß das Klargas bei einer

- 975 solchen Temperatur aus der Reduktionszone abgezogen wird oder aber ein Rohgasteilstrom auf eine so hohe Temperatur gebracht wird, daß der das Gas begleitende Dampf vor Einleitung in die Dämpfungszone phenolfrei ist.
- 980 28. Verfahren nach Punkt 17, 19, 21 bis 23 und 25 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß nach der Druckdämpfung der körnigen Rohbraunkohle mit heißem wasserdampfhaltigen Gasen der Teiloxidation von Brennstoffen, die entwässerten Körner entspannt und dann nach Erfordernis weiter verwendet werden.
- 985 29. Verfahren nach Punkt 1 bis 6, 8 bis 17, 19 bis 21, 22, 23, 26 und 27, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckvergasungsprozeß getrennt durch eine Dosiervorrichtung oder in einem gesonderten Gefäß von den Prozessen der Druckdämpfung, Nachtrocknung und Entgasung durchgeführt wird.
- 990 30. Verfahren nach Punkt 1 bis 6, 8 bis 17, 19 bis 21, 22, 23, 26, 27 und 29, dadurch gekennzeichnet, daß der nach dem Druckentgasungsprozeß erhaltene Koks gekühlt sowie entspannt und als raucharmer Brennstoff gewonnen wird.
- 995 31. Verfahren nach Punkt 1 bis 6, 8 bis 17, 19 bis 21, 22, 23, 26, 27, 29 und 30, dadurch gekennzeichnet, daß der erzeugte Koks oder nur eine Teilmenge zur getrennten, durchgeführten Druckvergasung gelangt und das hierbei erzeugte Gas oder ein Teilstrom von diesem als Spülgas für die Entgasung, Nachtrocknung und Druckdämpfung verwendet wird.
- 1000 32. Verfahren nach Punkt 1 bis 6, 8 bis 17, 19 bis 21, 22, 23, 26, 27 und 29 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Druckdämpfung ein Teil der Asche aus der Kohle entfernt wird.