



(10) **DE 10 2011 100 736 A1** 2012.11.08

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 100 736.2**

(22) Anmeldetag: **06.05.2011**

(43) Offenlegungstag: **08.11.2012**

(51) Int Cl.: **F27D 17/00 (2011.01)**

F27B 9/12 (2011.01)

C04B 33/32 (2011.01)

(71) Anmelder:
Hässler, Andreas, 89155, Erbach, DE

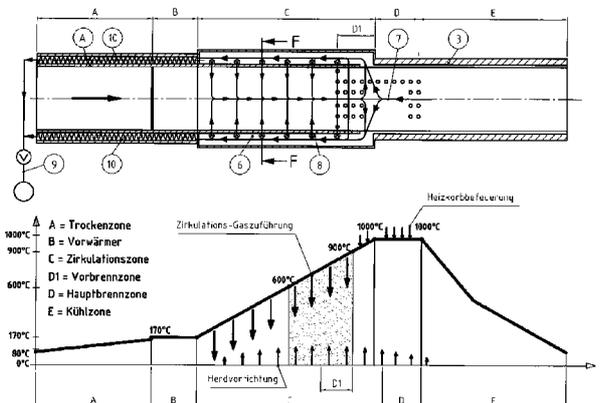
(72) Erfinder:
gleich Anmelder

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Der Inhalt dieser Schrift weicht von den am Anmeldetag eingereichten Unterlagen ab.

(54) Bezeichnung: **Gekoppeltes Verfahren zum Herstellen baukeramischer Erzeugnisse unter Verwendung eines Tunnelofens mit integrierter Schwellgasverbrennung und Beheizung mit Festbrennstoffen, auch mit hohem Gehalt flüchtiger Anteile sowie biogene Festbrennstoffe zur kontin**

(57) Zusammenfassung: Ein Durchlaufofen z. B. Tunnelofen mit integrierter, thermischer Abgasreinigung wird so betrieben, dass ein hoher Anteil an Festbrennstoffen ohne Verschmutzung des keramischen Brennproduktes z. B. Ziegel gebrannt werden kann. Insbesondere leicht brennbare, biogene sowie fossile Brennstoffe, industrielle Abfallbrennstoffe, auch solche mit geringem Heizwert und hohem Aschegehalt. Vorzugsweise ist der Ofen mit einem, vom Abgasstrom entkoppeltem Gleichstrom-Zirkulationsstrom zur Brenngutaufheizung ausgebildet. Der vorgeschlagene Tunnelofen übernimmt mit seinem Fest- und Abfallbrennstoffeinsatz auch eine dreistufige Brennstoffnutzung (beispielhaft gem. **Fig. 4**). Im Temperaturgefälle folgend:
**BRENNPROZESS-ELEKTROENERGIEERZEUGUNG
TROCKENPROZESS MIT ABDAMPFVERWERTUNG**
ergibt sich ein hoher Wärmewirkungsgrad unter Einsatz kostengünstiger, aschereicher Brennstoffe. Dies bei nur einem thermisch hochgereinigten Abgasstrom aus der gesamten Ziegelanlage, nämlich der Ofenanlage, vorzugsweise in kontinuierlicher Verfahrensweise.



Beschreibung

[0001] Gekoppeltes Verfahren zum Herstellen baukeramischer Erzeugnisse unter Verwendung eines Tunnelofens mit integrierter Schwellgasverbrennung und Beheizung mit Festbrennstoffen, auch mit hohem Gehalt flüchtiger Anteile sowie biogene Festbrennstoffe zur kontinuierlichen, gleichzeitigen Erzeugung von Elektroenergie und Trocknungsenergie aus einem hochtemperierten Abgasstrom des Tunnelofens mittels Dampfprozess.

[0002] Baukeramische Erzeugnisse wie Ziegel sind Massenerzeugnisse für die Erstellung von dauerhaften, ökologisch wie ökonomischen, weil langlebigen Gebäuden. Die Herstellungsanlagen haben eine lange Entwicklung bis zu ihrem heutigen Stand durchlaufen, der in weitgehend mechanisierten Prozessen abläuft und als Heizmittel Öl oder Gas dominierend eingesetzt wird, neben Elektroenergie zum Antrieb der umfangreichen Arbeitsmaschinen. Als Massenbaustoff lassen sich Ziegel nur mühsam mit jetzt hohen Energiekosten herstellen. So erfolgt in der Fachwelt schon der Ruf zur Freilufttrocknung, neben der Diskussion über die seitherigen, nachteiligen Umstände der Öl- und Gasbefuerung von Tunnelöfen ((Ziegelindustrie Nr. 9/09 – Dr. Vogt – insb. Seite 28–31) und die Folgen für den thermischen Wirkungsgrad der Ofenanlagen, die zu oft zum Abwärmeüberangebot für den Trockenprozess führt. Abwärmevernichtung ist oftmals ein Ausweg oder die hilflosen Erörterungen Abwärmemengen zu speichern.

[0003] Mit der Erfindung des Ringofens durch Hoffmann hat sich dieser kontinuierliche, brennstoff – sparende Brennprozess damals schnell durchgesetzt. Es entstand dabei ein Abgasstrom von geringer Temperatur unter Verwendung von meist Kohle, Torf oder Holz als Streufueuerung. Das Enthaltspiegelgleichgewicht zwischen Anwärm- und Kühlzone war leicht herzustellen, da die Streufueuerung mit Festbrennstoffen keine Primärluft benötigte.

[0004] Mit Einführung und Entwicklung des an sich brauchbaren Tunnelofens wurden schließlich immer mehr Hochgeschwindigkeitsbrenner zur Befueuerung derselben eingesetzt um die Wärmeübertragung im Ofenraum zu steigern und die Ofenleistungen zu erhöhen. Diese Maßnahme war erforderlich geworden weil die zu dichten Blockbesätze des Brenngutes auf den Brennwagen zu wenig Wärmeübertragungsflächen in den meisten Fällen aufwiesen. Statt die Ursachen zu beseitigen und größere Wärmeübertragungsflächen zu schaffen werden nun die schlechten Wärmebilanzen beklagt.

[0005] Mit Einführung der Dampfmaschinen fanden in der Ziegelfertigung diese auch ihren Eingang neben dem kontinuierlichen Ringofen (Hoffmann). Die Abdampfwärme wurde für die Ziegelrocknung in

künstlichen Trockenanlagen nutzbar gemacht. Diese Kraft-Wärmekopplung wurde im Zuge der Verbilligung von Brennstoffen aufgegeben und durch fremd bezogene Elektroenergie ersetzt aus Kosten- und Bequemlichkeitsgründen. Somit ist aus heutiger Sicht der Gang zurück erwägenswert.

[0006] Neben der Kraft-Wärmekopplung, jedoch in fortgeschrittener Weise, ist die Einführung von Festbrennstoffen, insbesondere nachwachsenden oder sonstigen Abfallbrennstoffen zu bedenken, was eine Neugestaltung der Ofenanlagen und Verfahrenstechnik überhaupt erfordert.

[0007] Die früher entstandenen „Dampfziegeleien“, wie sie sich auch nannten, hatten zwei Feuerungsanlagen, den „Dampfkessel“ und den „Brennofen“, die zwei Abgasströme mit entsprechenden Abgasverlusten und auch Bedienungsaufwand erforderten. Ferner waren verhältnismäßig gute Kohlen zum Betrieb erforderlich. Keinesfalls wären diese mit Abfallbrennstoffen wie z. B. Papierzellulose, Stroh oder Waschberge zu betreiben gewesen.

[0008] Eine solche Aufgabe stellt sich aber heute zur Aufrechterhaltung einer mechanisierten, wirtschaftlichen Ziegelfertigung in entwickelten Schwellenländern und auch entwickelten Ländern.

[0009] Nach dem neueren Stand der Technik, unter Anwendung der Lehren aus:
DE 10 2007 003 683 B4
DE 10 2007 003 684 A1
DE 10 2007 003 041 A1

ergeben sich bei Brennen von porosierten und nichtporosierten Ziegeln in Tunnelöfen und dem Einsatz von Kohle, Holz und Zelluloseabfällen aus einer Papierfabrik Primärenergieeinsparungen von 60–70% an Öl bzw. Erdgas. Der Festbrennstoffeinsatz erfolgt über die Herdvorrichtung sowie über die Ziegelporosierung. Auch die integrierte, thermische Abgasreinigung mit der Rekuperator-Vorrichtung konnte darüber hinaus einen zu raschen, vorzeitigen Temperaturanstieg in der Anwärmzone nicht verhindern. Sowohl die porosierten Ziegel (S. Vogt) als auch die Zellulosebriketts in der Herdvorrichtung ergeben eine frühzeitige Zündung unter den Bedingungen des Gegenstroms in der Anwärmzone des Tunnelofens

[0010] Auch die EP 2017327 A1 lässt keinen höheren Einsatz an biogenen Brennstoffen erwarten um den Einsatz von Öl und Gas aus dieser Lehre zu vermeiden. Sie stellt im wesentlichen eine Zusammenfassung aus den drei angegebenen Druckschriften und z. B. der Lehre aus DBG 298 20 322.7 dar.

[0011] Aufgabe der Erfindung ist die Angabe eines Tunnel- oder kontinuierlichen Durchlaufofens oder auch einer Trockner-Ofenlinie mit der es möglich ist, deren Heizwärmebedarf bis zu 100% mit Festbrenn-

stoffen zu decken. Dabei soll auch hoher Ascheanfall vom Brenngut ferngehalten werden, sodass der erreichte Qualitätsstandard, wie er sonst mit Gas- oder Ölbefuerung in Tunnelöfen erreicht wird, erhalten bleibt. Es muss ein vorzeitiger Temperaturanstieg für das Brenngut in der Anwärmzone vermieden werden, auch unter Einsatz hoher Anteile frühzündender biogener Brennstoffe z. B. Strohbricketts oder Zellulosepellets in der Herd-Vorrichtung DE 10 2007 003 683 B4.

[0012] Darüber hinaus soll der neue Tunnelofen einen kontinuierlichen Abgasstrom von so hoher Temperatur (ca. 700–800°C) liefern, dass damit ein Abhitzeessel beheizt werden kann, zur Dampferzeugung, mit Turbinen- und Generatorenbetrieb um Elektroenergie für Eigenbedarf und Netzeinspeisung zu produzieren.

[0013] Die Trockenwärme für die Ziegel Trocknung und Brennstofftrocknung soll gleichfalls aus dem neuartigen, thermischen Verfahrensprozess gewonnen werden. Der neue Tunnelofen soll auch mit weniger schwankenden Temperaturverhältnissen auf unterschiedliche, aufeinander folgende Brennwagenbelastungen mit unterschiedlichem Ziegelbesatz z. B. porosierte und unporosierte Ziegel reagieren.

[0014] Da die Energiekosten für die Ziegelherstellung schon 40% mit Öl und Gas erreicht haben, gilt es, dieses Niveau mit billigeren, nachwachsenden Brennstoffen oder industriellen Abfall-Brennstoffen zur Gänze zu betreiben.

[0015] Als zentraler Anlageteil dazu wird ein geeigneter, neuer Tunnelofen dienen, der außer dem Brennen von Ziegeln in einer ersten Hochtemperaturstufe bei ca. 1000–1200°C, die Produktion von Elektroenergie über einen Abhitze Strom von ca. 800–400°C bewirkt. Schließlich wird die Abwärme daraus wiederum in einer dritten Temperaturstufe als Wärmequelle zum Trocknen von Ziegeln und Festbrennstoffen bei etwa 200–100°C genutzt. So hat kostengünstiger Spuckstoff etwa 50% Wassergehalt bei etwa 14 000 kJ/kg Trockenmasse, was eine erhebliche Trockenwärme erfordert.

[0016] Der neue Tunnelofen hat nun Doppelfunktion – nämlich die Erzeugung von Elektroenergie und gebrannte Ziegel, wobei dies durch Einsatz von Festbrennstoffen mit niedrigem Heizwert, wie auch mit biogenen Heizstoffen weitgehend CO₂ – frei erfolgt.

[0017] Die Nutzung der eingesetzten Brennstoffe erfolgt in 3-stufiger Kraft-Wärmekopplung und zwar

BRENNEN-STROMERZEUGUNG-TROCKNUNGSVORGÄNGE

[0018] Die seitherigen, vorgeschlagenen Verfahren und Vorrichtungen der integrierten, thermischen Abgasreinigung eignen sich nicht für die Aufgabenstellung gem. der Erfindung wie z. B.

EP 0355 569 A2
DE 3042708 A1
DE 352771 A1
DE 2653118 C2
DE 2643406 C3
DE 2641674 C2
DE 3215209 A1

[0019] Diese erlauben keine Entkopplung von Abgasmenge und Abgastemperaturhöhe im Verhältnis zur Ofendurchgangsleistung. Ferner ist der Einsatz frühentzündbaren, biogenen Brennstoffen oder geringwertigen, fossilen Festbrennstoffen damit nicht möglich unter seitherigen Produktstandards.

[0020] An Hand der beigefügten Zeichnung wird die Erfindung beispielhaft dargestellt.

[0021] Es bedeuten:

[0022] Fig. 1: Draufsicht eines Tunnelofens, beispielhaft mit Strömungsverlauf und vorgeschaltetem Trockenkanal "A"

[0023] Fig. 2: Querschnitt durch die Anwärmzone eines Tunnelofens – als Beispiel

[0024] Fig. 3: Fließschema einer ganzen Produktionsanlage mit Brennstoffvorbereitung sowie Verbundproduktion von Ziegelbrand und gleichzeitiger Erzeugung von Elektroenergie

[0025] Fig. 4: Schema der 3-stufigen Kraft-Wärmekopplung Brennen-Kraft-Trocknen mit Temperaturabstufung

[0026] Die bekannten Tunnelöfen mit integrierter, thermischer Abgasreinigung erlauben es nicht an einen nahe 100%-igen Einsatz von früh entzündlichen Brennstoffen zu gelangen, wodurch immer noch erheblich an Öl oder Erdgas für die Hauptbrennzone zugeheizt werden muss. Ferner werden die im Tunnelofen erzeugten Schwelgase zeitlich zu kurz in der Hochtemperaturzone gehalten und können dort nicht genügend ihren Energiegehalt zur Temperatursteigerung in der Brennzone entfalten. Auch die Abgaswege von hoher Temperatur sind zu kurz für eine gute thermische Abgasreinigung wenn höchste Schwelgasmengen sich im Ofen entwickeln. Die externen thermischen Abgasreinigungsvorrichtung sind bei keramischen Tunnelöfen weiter verbreitet als ofenintegrierte Verfahren obwohl erstere energetisch und wirtschaftlich im Nachteil sind, was aber auch am Zu-

spruch und Vorzug deutscher Ziegelforscher gelegen haben könnte.

[0027] Im jetzt vorliegenden Entwicklungsschritt des Ersatzes von Öl und Gas für eine Kostenminderung bei der Baustoffherstellung durch billigere Festbrennstoffe sollten die im Ofen entstehenden Schwellgase zur Beheizung der Hochtemperaturzone in größtmöglichem Umfang direkt eingesetzt werden, nicht in einer externen Verbrennungsanlage mit minderen Wirkungsgraden und erheblichen Eigenverlusten.

[0028] Bei heutigen Schwellgasmengen traten schon wiederholt Teerbrände an verschiedenen externen Anlagen auf, sodass die künftigen Mengen damit keinesfalls wirtschaftlich zu bewältigen wären.

[0029] Die bereits im Einsatz befindlichen, verbundenen "Hässler-Verfahren" nach:

DE 10 2007 003 041 A1 – Pelletsvorrichtung

DE 10 2007 003 684 A1 – Rekuperator-Vorrichtung

DE 10 2007 003 683 B4 – Herd-Vorrichtung

haben sich z. B. an einem neuen Tunnelofen für Klinker mit Kohle, Eukalyptusholz und Sägemehl als auch biogenen Heizstoffen bewährt sowie an einem umgerüsteten Tunnelofen für Porenziegel in Vorarlberg; hier mit Presslingen aus Abfällen der Papierindustrie als Heizstoff. In beiden Anlagen wurden mit diesen Neuerungen ca. 60–70% Öl bzw. Gas ersetzt. Um aber höhere Raten an Öl oder Gas zu ersetzen, insbesondere mit leicht entzündlichen, festen Brennstoffen z. B. nachwachsendes Holz, Stroh Zellulose, Lackreste, Gummi, Polyäthylenabfälle, Stoffe aus Land-Forst- und Maritimwirtschaft ist eine Weiterentwicklung der integrierten, thermischen Abgasreinigung erforderlich. Diese Entwicklung ist ebenso zwingend wie dringend wenn der komplexe Brennbereich baukeramischer Produkte nachhaltig gelöst werden soll.

[0030] Primär ist immer auf das Brennverhalten der verschiedenen keramischen Produkte und deren Rohstoffe in einem Ofen Rücksicht zu nehmen. So kommt es auf eine gleichmäßige Erwärmung der Produkte in der Anwärmszone an. Ein Gegenstromofensystem kann dieser Forderung im Falle der Herdvorrichtung gem. DE 10 2007 003 683 B4 bei Einsatz von z. B. Strohbricketts oder Zellulosepellets nicht mehr nachkommen.

[0031] Dieser nachwachsende Brennstoff würde bei großen Einsatzmengen zu früh zur Gänze verbrennen und einen steilen Temperaturanstieg von Brennwagendeck und Brenngut hervorrufen.

[0032] Es geht Erfindungsgemäß auch darum, unter solchen extremen, aber auch gewünschten Brennstoffbedingungen eine planmäßige und leicht beherrschbare Brennguterwärmung herbei zu führen;

auch unter wechselnder Brenngutfolge im Ofen z. B. porosierte Ziegel und unporosierte.

[0033] Zur Lösung dieses Problems schlägt die Patentanmeldung EP 2017327 A1 vor, Brennstoffpellets mit einem nicht brennbaren Stoff zu ummanteln, der erst bei 600°C Ofentemperatur zerfallen soll, trotz schon einsetzender keramischer Verfestigung im bereits höher temperierten Brennstoffbett. Eine solche, aufwendige Pelletherstellung würde mindesten einen erheblichen Kostenvorteil des Brennstoffes wieder aufheben durch austreiben des Wassers aus der Umhüllung und einer weiteren Trockenvorrichtung, die erforderlich wäre. Das Problem einer zu schnellen Temperaturerhöhung am Ofeneingangsbereich beim Brennen hochporosierter Ziegel wäre dabei ohnehin nicht gemildert.

[0034] Schon heute besteht bei der Herstellung von hochporosierten Leichtziegeln das Problem der vorzeitigen Entgasung und Entzündung der Porosierungsstoffe im Gegenstromtunnelofen. Man spricht dann von zwei Feuern im Ofen, wobei im zweiten, dem Hauptfeuer, der in den Formlingen zurückbleibende Kohlenstoff aus den Porosierungsmitteln z. B. Sägemehl, Zellulose zur Verbrennung gelangt. Anwärmschäden am Brenngut sind die Folge einer solchen, unplanmäßigen Erwärmung der Formlinge

[0035] Die Verwendung von biologischen Brennstoffen vermindert die CO₂-Atmosphärenanreicherung und kann in Agrargebieten den Brennstoffbedarf der Ziegelfabrikation decken, auch für größere Anlagen und gleichgültig ob für Mauer-, Dachziegel – oder Steingezeugfabrikation. Am Beispiel einer Anlage für 400 Tagestonnen Ziegelausstoß und einem Betrieb mit Strohbricketts, die sich mit einer Dichte von 1,0 kg/dm³ herstellen lassen, werden täglich 40 t Strohbricketts benötigt. Beim Getreideanbau fallen ca. 5000 kg Stroh je Hektar an. Somit sind 8 Hektar Strohertrag erforderlich bei 350 Betriebstagen also: 350 × 8 = 2800 ha = ca. 28 Quadratkilometer oder ein Flächenkreis von ca. 6000 m. Man hat also lediglich ca. 3000 m Transportradius für den Strohtransport zu bewältigen. Bei einem Strohpreis von EUR 50,00/to entstehen Jahreskosten von 50 × 40 × 350 = EUR 700.000, – die der lokalen Landwirtschaft jährlich zufließen. Dabei kann die mineralhaltige Asche im Kreislauf verfahrensgemäß wieder in die Ackerfläche zurück. Öl und Erdgas würden uns das dreifache kosten, abgesehen von einer künftigen CO₂ – Abgabe. Somit besteht die Notwendigkeit, eine neue Anlagen- und Verfahrenstechnik anzugeben, mit der eine technische Umsetzung möglich ist.

[0036] Viele andere, brennbare Abfallstoffe stehen laufend aus Industrie, Land- und Forstwirtschaft zur Verfügung, die sonst oft aufwendig zu entsorgen sind, aber über die bekannte Pellet- und Herdvorrichtung nutzbringend zu verwerten sich lohnt. Staubelästi-

gung und Emissionen werden dabei weitgehend vermieden, in höherem Masse als bei üblichen Industriefeuerungen, da eine wesentlich längere Abbrandzeit beim keramischen Brennen zur Verfügung steht. Über dem Brennstoffbett herrscht nur minimale Bewegung der Ofenatmosphäre, sodass wenig Staub mitgenommen wird, wenn überhaupt solcher aus den Pellets entweicht, infolge deren weitgehend fest bleibender Struktur während des gesamten Brennzyklus, während für übliche Industriefeuerungen allenfalls eine Stunde zur Verfügung steht, stehen dafür beim erfindungsgemäßen Ofen ca. 10 bis 20 Stunden zur Verfügung

[0037] In **Fig. 1** ist der erfindungsgemäße Tunnelofen als Ausführungsbeispiel dargestellt, in dem mit Formlingen (1) beladenen Brennwagen (2) in einem vorgeschalteten Trockenkanal (A) eingeschoben werden und nach Ende der Trockenphase einen Vorwärmer (B) passieren um sodann in die Anwärmzone (C) des Tunnelofens (3) zu gelangen. Die Formlinge (1) ruhen auf einer Herdvorrichtung (4) die aus, mit Brennstoff gefüllten, bekannten, aufeinander gereihten trogförmigen Kassetten (5) aus feuerfestem Material z. B. Schamotte, bestehen. Die Kassetten (5) müssen von größerer Gestalt als seither bekannt hergestellt werden um z. B. aus Stroh, Zellulose, Rinde etc. hergestellte Briketts in zum Brennen ausreichender Menge darin unterzubringen, bei einer Dichte von nur 0,8 bis 1,0 t/m³. Dies gilt für sehr viele land- und forstwirtschaftliche, nachwachsende, aber auch industrielle, brennbare Abfälle mit denen verfahrensgemäß gerechnet werden soll für eine kostengünstige Keramikfabrikation. Daher sind die Kassetten (5) erfindungsgemäß stirnseitig aneinandergereiht mit Nut- und Federverbindung gestaltet um ein geradliniges Fluchten zu gewährleisten bei der größeren Abmessung zur Sicherung einer zuverlässigen, automatischen Befüllung und Entaschung derselben. Die Entaschungs- und Befüll- einrichtung kann so mit stationären Saugdüsen (124) bzw. Befüllorganen (103) über die Brennwagen (2) angeordnet werden, der darunter hindurchläuft.

[0038] Der Tunnelofen gliedert sich gem. **Fig. 1** in die aufeinanderfolgenden Zonen "B" bis "E", wobei ein Trockenkanal (A) direkt vorgeschaltet ist, was aber nicht Bedingung ist. Gemäss der Erfindung wird die Anwärmzone "C" im Gleichstrom betrieben, in einer Zirkulationsströmung mit parallel zur Anwärmzone angeordneten Zirkulationskanälen (6) die mit dem Heißgasstrom (7) aus der Feuerzone (D) gespeist werden.

[0039] Zusammen mit dem Gleichstrom aus der Anwärmzone ergibt sich in den Zirkulationskanälen ein vom Abgasstrom unabhängiger Volumenstrom an heißen Gasen (ca. 700–1000°C), mit denen über Umwälzventilatoren (8) die Brenngutaufheizung bedarfs- und der Temperaturkurve gerecht, aufgeheizt wer-

den. Üblicherweise ist dazu die mehrfache Abgasmenge erforderlich. Somit lässt sich die wirtschaftlich kleinstmögliche Abgasmenge bei ca. 4–6% O₂-Gehalt erzielen, die in ihrer Menge von der heißen Zirkulationsströmung (7) für die Brenngutaufheizung entkoppelt ist. Diese Eigenschaft wiesen bisherige Tunnelöfen nicht auf. Der in die Atmosphäre abzuleitende Abgasstrom (9) kann zum Vorwärmen des Brenngutes in der Zone "A" und dem Trockenkanal "A" oder andere Zwecke verwendet werden; so z. B. zum Trocknen von feuchte Festbrennstoffen, welche für die Ofenbeheizung benötigt werden. Der Abgasstrom (9) wird vorzugsweise im Ofenanfangsbereich aus den Zirkulationskanälen (6) entnommen und abgekühlt zur Brennguterwärmung auf z. B. ca. 170°C, sowie zur Verwertung in rekuperativen oder regenerativen Wärmetauschern (10).

[0040] Beheizung des Ofens erfolgt über zwei oder mehr Heizquellen. Die eine speist den Wärmebedarf aus den, in den Kassetten (5) gefüllten, leicht entzündlichen Festbrennstoffen (11) unter dem Brennbetrag, infolge Vergasung und der folgenden Kohlestoffverbrennung. Eine zweite Heizquelle stellt erfindungsgemäß die Brennstoffversorgung der Brennzonen sicher zur Erzielung einer gleichmäßigen Garbrandtemperatur. Dazu sind feuerfeste, metallische oder keramische Heizkörbe (12) auf den Brennwagen (2) vorgesehen, die über Heizlöcher in der Ofendecke mit formbeständigen, feuerfesten Festbrennstoffen beschickt werden, unter Regelung der Temperatur, wie nach dem Stand der Technik bekannt.

[0041] Eine weitere, dritte Heizquelle stellen beim Brennen porosierter Ziegel die Ausbrennstoffe in der Ziegelmasse dar, meist Sägemehl. Dieses ist ebenfalls früh zündbar, sodass diese Wärmequelle, die oftmals schon alleine ca. 30% des Brennwärmebedarfs zu decken vermag, zusammen mit den Brennstoffen in den Kassetten (5) zu einer vorzeitigen, überhöhten Brennguterhitzung in einem Gegenstromofen führen würde.

[0042] Die unter einem Gleichstrom, unter zirkulierendem Gasstrom stehende Anwärmzone "C" mit befeuerter Vorbrennzonen "D" (1), lässt zunächst die flüchtigen Bestandteile der Festbrennstoffe aus den Kassetten und den Formlingen (1) in Richtung Vorbrennzonen "D" (1) ziehen, wo sie, je nach CO- und H₂-Gehalt bei ca. 600°C zur Zündung und Verbrennung gelangen. Sie dienen dort der Brennguterwärmung die möglichst erst in der Hauptbrennzonen "D" durch Beheizung der Brennkörbe (12) unterstützt wird – soweit erforderlich.

[0043] Die Beheizung der Anwärmzone Von ca. 170°C Eingangstemperatur bis ca. 600°C erfolgt vorwiegend mittels zirkulierender Heißgasströmung mit den Umwälzventilatoren (8) die das ca. 800°C heiße Gas über Stichleitungen (13) und Ausblasdüsen

(14) in die Anwärmzone "C" von oben nach unten in den Brennkanal zwischen den Brennwagenbesatz in Heizschlitze einblasen, in bekannter Besatzweise.

[0044] Dabei verbrennen auf der Ofenstrecke bis 600°C auch bereits Schwellgase an den ca. 800°C heißen Gasstrahlen aus den Ausblasdüsen (14) und dienen dort der stetigen Brenngutaufheizung. Die Gleichstrombewegung in der Anwärmzone "C" verhindert so, trotz hohem Gesamteinsatz von früh entzündlichen Festbrennstoffen in bisher nicht möglicher Menge, eine frühzeitige Brennguterhitzung. Im wesentlichen verbrennen die in der Anwärmzone entstehenden Schwellgase im Temperaturbereich über ca. 600°C wo der gefährliche Quarzprungbereich von 573°C schon überschritten ist. Auch für schwefelhaltige Tone besteht keine Gefahr von Brenngutverfärbungen mehr, infolge hohem Schwefeltau- punkt und Kondensation an kälteren Ziegeloberflächen. Der thermische Reinigungsgrad der Ofengase ist hoch, da die Verbrennungszone für die Schwellgase lang und ein großes Volumen aufweist; hinzu kommt noch die Verweildauer in den Zirkulationskanälen (6). Zwischen Zirkulationskanälen (6) und dem Brennkanal im Bereich der Anwärmzone "C" sind regulierbare Verbindungsöffnungen (15) vorgesehen, zur Temperaturabstufung in den Zirkulationskanälen und Vorverbrennung von Schwellgasen in de Zirkulationskanälen (6).

[0045] Die im Gleichstrom ansteigende Schwellgastemperatur verhindert Brenngutverfärbung infolge Kondensation aus unreinen, sauren Ofengasen.

[0046] Die Erwärmung des Brenngutes erfolgt im Gleichstrom, zwar träger als im Gegenstrom, dafür aber linearer, was dem keramischen Brennen ohnehin gerechter wird. Ferner lassen sich so größere Mengen an Festbrennstoffen in der Anwärm- und Brennzzone abbrennen, was im Koppelbetrieb der Erzeugung von Elektroenergie zu Gute kommt.

[0047] Gem. Fig. 2 können außer den schon genannten drei Methoden dem Ofen Festbrennstoffe zuzuführen, eine weitere, in dem formbeständige Brennstoffbriketts (1a) unter die Formlinge (1) des Ziegelbesatzes gemischt werden.

[0048] Die erfindungsgemäße Verbesserung des Wärmewirkungsgrades der Fabrikationslinie für die Keramikfertigung lässt sich besonders in klimatisch kälteren Zonen mit langen Frostperioden verbessern. Dazu wird vorgeschlagen ein Tonlager (133) für längere Lagerzeiten mit einem beheizten Boden (132) zu errichten, sodass auch gefrorenes Tonmaterial aufgetaut und vorgewärmt werden kann, mit einer unteren Temperaturstufe von etwa 30–40°C. Als Heizmittel dient der Abluftstrom (13) der über Abluftöffnungen (130) dem Trockner (A) entnommen wird und in ein Kanalsystem z. B. Kunststoffrohre des Bo-

dens (132) geleitet und zum Teil kondensiert wird. Das Kondensat wird als wertvolles destilliertes Wasser der Tonaufbereitung zugesetzt. Die Ablüftböden werden abgekühlt über den Dunstkamin (134) abgeführt. Das Kondensat wird in einem Behälter (135) gesammelt und gelagert. Durch die Innenbeheizung des Trockners ergibt sich eine geringere Abluftmenge mit umso höherem Wasserdampfgehalt und höherer Temperatur, sodass deren Wärmehalt für die vorgenannte Verwendung wirtschaftlich wird.

ZITATE ENHALTEN 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 102007003683 B4 [0009, 0011, 0029, 0030]
- DE 102007003684 A1 [0009, 0029]
- DE 102007003041 A1 [0009, 0029]
- EP 2017327 A1 [0010, 0033]
- EP 0355569 A2 [0018]
- DE 3042708 A1 [0018]
- DE 352771 A1 [0018]
- DE 2653118 C2 [0018]
- DE 2643406 C3 [0018]
- DE 2641674 C2 [0018]
- DE 3215209 A1 [0018]

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- Ziegelindustrie Nr. 9/09 – Dr. Vogt – insb. Seite 28–31 [0002]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Durchlaufofens z. B. Tunnelofens, zum Brennen von Keramik, insbesondere Ziegel, mit integrierter, thermischer Abgasreinigung und Abgasverbrennung unter Einsatz von hoch- und minderwertigen fossilen, biogenen Fest- und Abfallbrennstoffen, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Brennofen keinen Betriebskamin für die Abführung seines Abgasstromes in die Atmosphäre aufweist und der Abgasstrom (112) vom Brennofen statt dessen hohe Temperatur aufweist und zum größten Teil in eine Abhitzeanlage (113) zur Elektroenergieerzeugung geleitet wird zwecks Eigenstromgewinnung und Stromabgabe für den Fremdverbrauch und dabei die Abwärme aus der Abhitzeanlage (113) nach der Dampferzeugung mit Elektroenergiegewinnung für Trocken- und Heizzwecke in mehreren Stufen zum Kraft-Wärmekopplungsprozess genutzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die, dem Tunnelofen nachgeschaltete Abhitzeanlage (113) aus Dampferzeuger, Dampfturbine (115) (Motor) und Generator (116) besteht und die Kondensationswärme aus dem Abdampfstrom für den Trockenprozess (120) der Formlinge oder Brennstofftrocknung (101) genutzt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Anwärmzone (C) des Tunnelofens (3) in einem zirkulierenden Gleichstrom (109) hingegen die Kühlzone (107) und daran angrenzende Bereiche der Brennzone (D) im Gegenstrom betrieben werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass entlang der Anwärmzone (C) Zirkulationskanäle (6) parallel oder im Ofen angeordnet sind die mit hoher Temperatur von ca. 600–900°C. betrieben werden und von der Feuerzone (D1) des Tunnelofens (3) gespeist werden und aus denen Förderorgane (8) die im Gleichstrom betriebene Anwärmzone (C) zur Brennguterwärmung beheizt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Abhitzeanlage (113) mit Abgas (112) des Tunnelofens (3) aus den Zirkulationskanälen (6) desselben oder anderer Ofenbereiche von hoher Temperatur direkt oder indirekt gespeist werden oder erforderlichenfalls zwischen Tunnelofen (3) und Abhitzeanlage (113) eine Zuheizung erfolgt zur Regulierung der Dampfheizung der Abhitzeanlage (113).

6. Verfahren nach Anspruch 1–5, dadurch gekennzeichnet, dass der Abgasdampf der Dampfkraftmaschine (115) zur Wärmenutzung einer Trockenanlage (121) zur Formlingstrocknung sowie einer solchen zur Trocknung von Festbrennstoffen (101) zugeführt wird, über Wärmetauscher oder direkt im Trockner

angeordneten Heizleitungen (120) mit anschließenden Kondensatrückführungsorganen.

7. Verfahren nach Anspruch 1–6, dadurch gekennzeichnet, dass der Verfahrensgang zum Brennen von Ziegeln und Elektroenergieerzeugung, gemäß dem Fließschema Fig. 3 erfolgt und als letzte Stufe der Kraft-Wärmekopplung dem Trockner (A) über dessen Abluftöffnungen (130) der Abluftstrom (131) entnommen wird zur Beheizung des Bodens (132) eines Tonlagers (133) oder anderer Wärmeverbraucher und das entstehende Kondensat in Behältern (135) gesammelt wird unter Abfuhr der Böden über Dunstkammine (134) in die Atmosphäre.

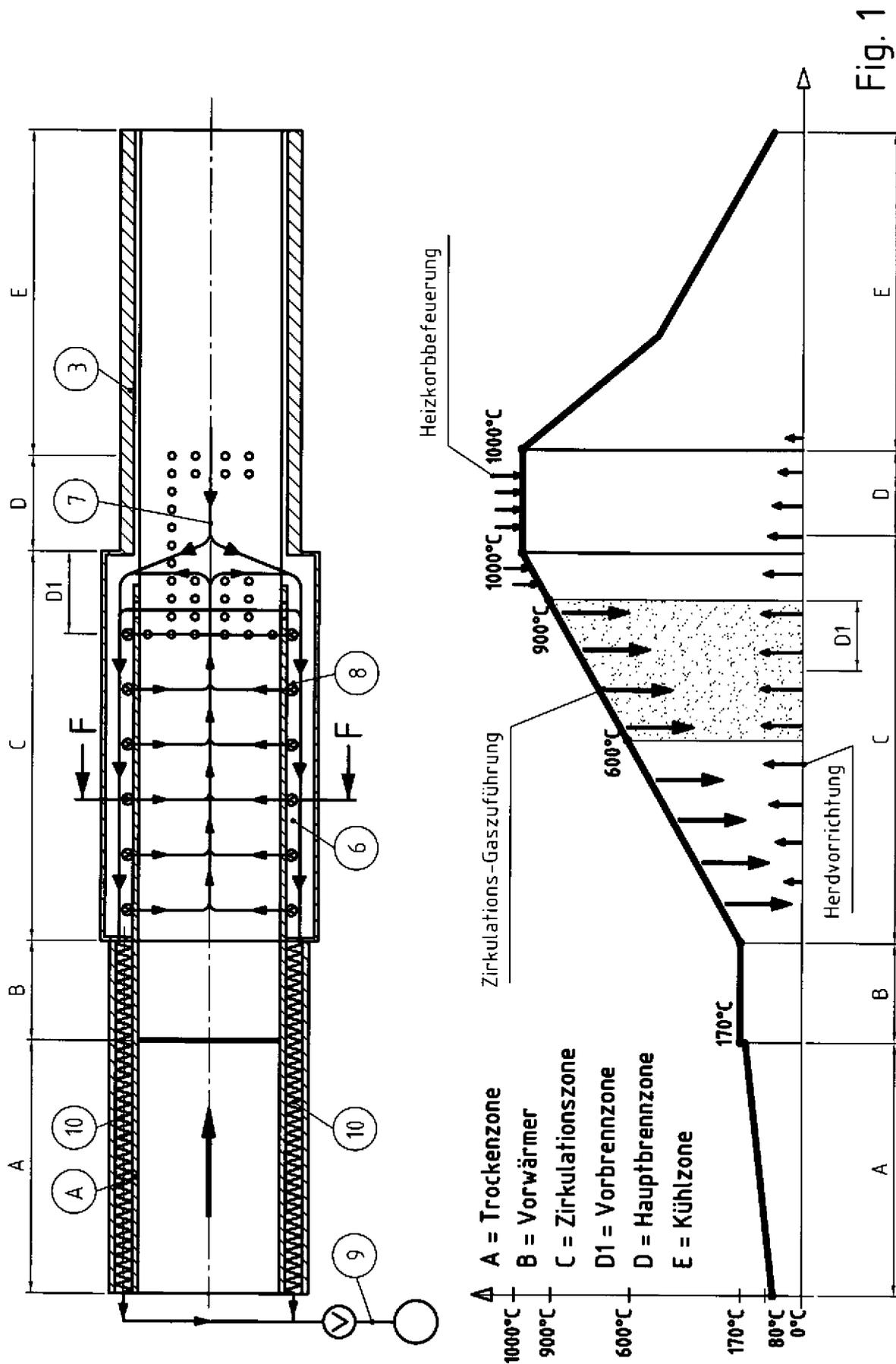
8. Durchlaufofen z. B. Tunnelofen (3) zum Brennen von Keramik, insbesondere Baukeramik nach Anspruch 1 unter Einsatz hoher Mengen an Festbrennstoffen biogenen oder industrieller Herkunft mit ofeninterner, thermischer Abgasreinigung und Verbrennung, dadurch gekennzeichnet, dass die Anwärmzone (C) gem. Fig. 1 des Tunnelofens (3) die im Gleichstrom zum Brenngutfluss erfolgt und in dieser Zone vornehmlich die Vergasung und Entzündung der dort entstehenden Schwellgase erfolgt, die aus dem brennstoffhaltigen Formlingsbesatz (1) selbst oder aus einer Herdvorrichtung (5) keramischen oder metallischen Heizkörpern (12) Brennstoffbriketts (1a) im Wagenbesatz oder Heizapparaten (105) über eine Deckenbefuerung dem Tunnelofen (3) zur Beheizung zugeführt werden.

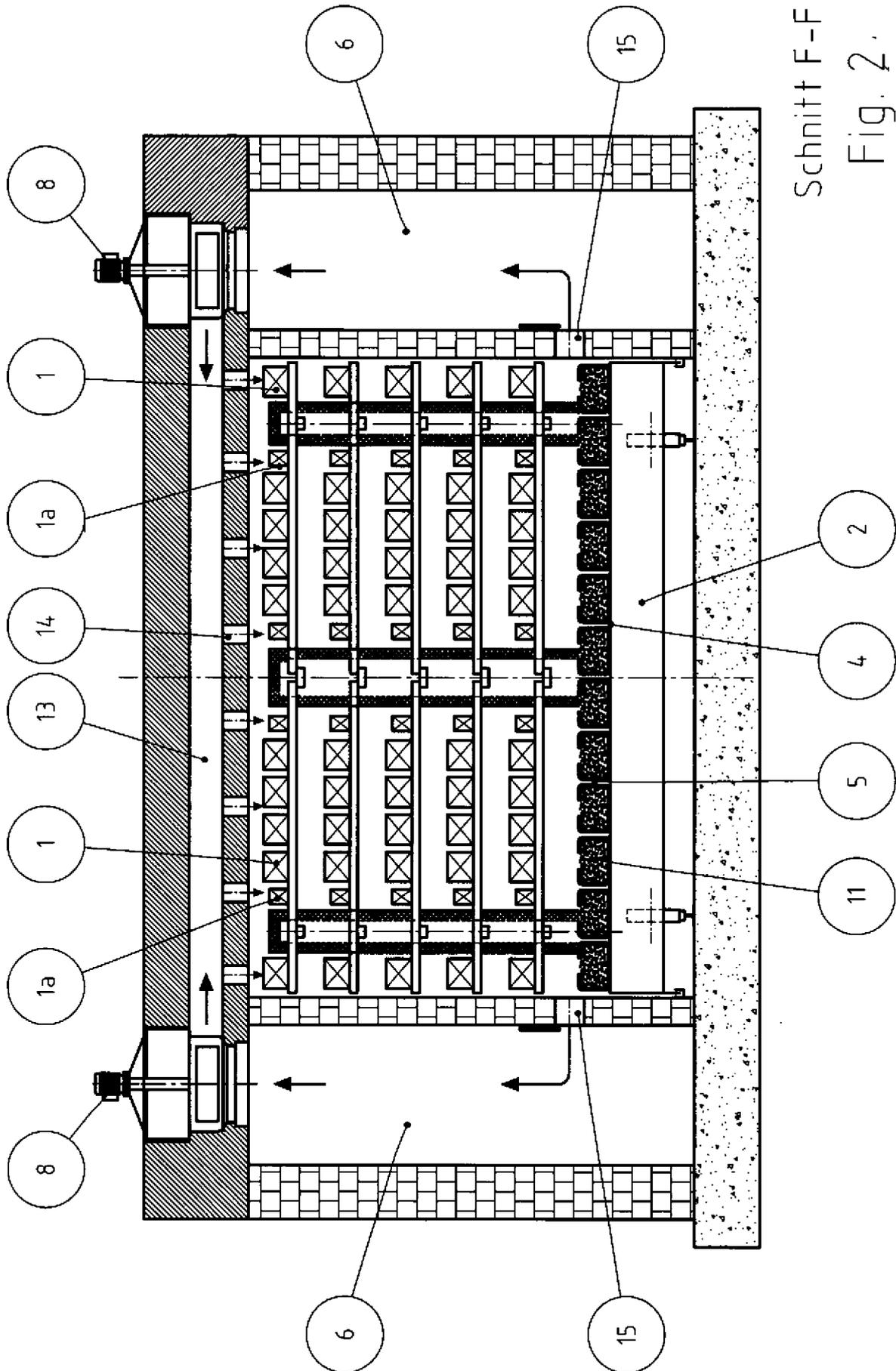
9. Tunnelofen (3) nach Anspruch 7 und 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Abgase (9) desselben aus den Zirkulationskanälen (6) vorzugsweise im Ofeneingangsbereich in den Kamin (9) abgeführt wird und über regenerative oder rekuperative Wärmetauscher (19) einem Trockner (A) zugeführt wird.

10. Tunnelofen (3) nach Anspruch 7–9, dadurch gekennzeichnet, dass aus den Zirkulationskanälen (6) Heißgas mittels Fördermitteln z. B. Ventilatoren oder Bläsern (8) zonenweise in die Anwärmzone „C„ des Tunnelofens (3) eingespeist wird und diese, eingespeiste Gasmenge unabhängig von der abgeführten Abgasmenge (9) nach dem Heizbedarf der Anwärmzone „C„ geregelt wird, je nach Bedarf des Brennbesatzes und dieser aus Formlingen mit unterschiedlichem Brennstoffgehalt bestehen – nach Europatent Nr. 0 975 925.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

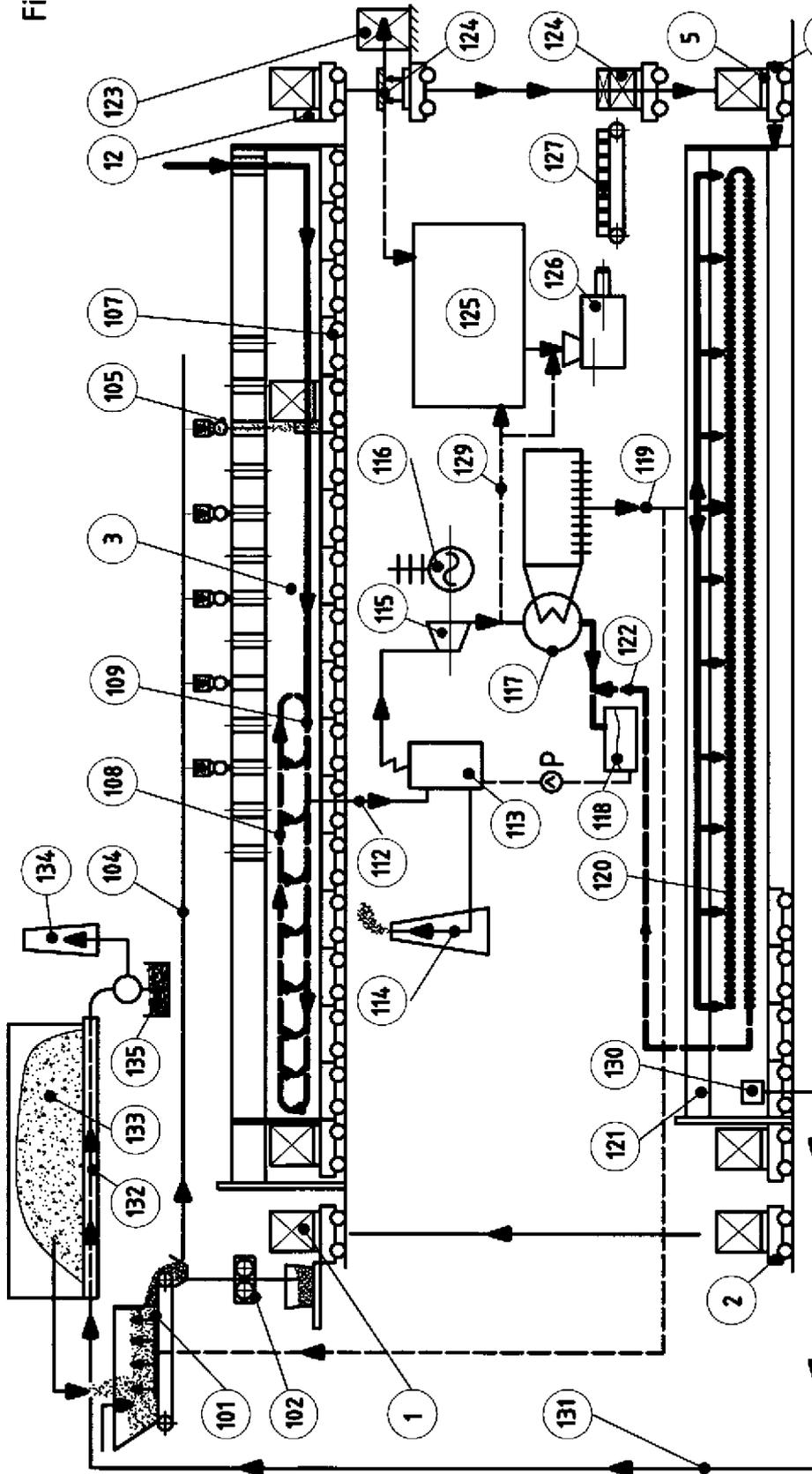
Anhängende Zeichnungen





Schnitt F-F
Fig. 2.

Fig 3



- 101 = Trockenvorrichtung für Brennstoff
- 102 = Pelletiervorrichtung
- 103 = Füllvorrichtung für Herdvorr.
- 104 = Pellets zum Tunnelofen
- 105 = Heizapparate für Festbrennstoff
- 3 = Tunnelofen
- 107 = Gegenstrom in Kühl- u. Brennzonen
- 108 = Heißgasumwälzstrom
- 109 = Gleichstromzone im Ofen
- 2 = Brennwagen
- 1 = Brennwagenbesatz
- 112 = Abgasleitung vom Ofen
- 113 = Abhitzkessel
- 114 = Abgaskamin
- 115 = Dampfturbine
- 116 = Drehstromgenerator
- 117 = Dampfcondensator
- 118 = Speisewasserbehälter
- 119 = Abwärmeleitung zum Trockner
- 120 = Heizleitung im Trockner
- 121 = Tunneltrockner
- 122 = Kondensatleitungen
- 123 = Besatzentladung
- 124 = Entaschungs- u. Aufbereitungs- u. Ziegelabschneider
- 125 = Ziegelabschneider
- 126 = Ziegelpresse
- 127 = Ziegelabschneider
- 128 = Wagenbeladung
- 129 = Dampfleitung
- 12 = Heizkorb
- 5 = Herdvorrichtung
- 130 = Abluft
- 131 = Boden Tonlager
- 132 = Tonlager
- 133 = Dunsfkamin
- 134 = Kondensatbehälter
- 135 = Kondensatbehälter

Fig. 4

