



Republik
Österreich
Patentamt

(11) Nummer: **AT 401 191 B**

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 9022/87 SE87/00227

(51) Int.Cl.⁶ : **F23C 7/02**
F23C 3/00

(22) Anmeldetag: 5. 5.1987

(42) Beginn der Patentdauer: 15.11.1995

(45) Ausgabetag: 25. 7.1996

(30) Priorität:

12. 5.1986 SE 8602124 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:

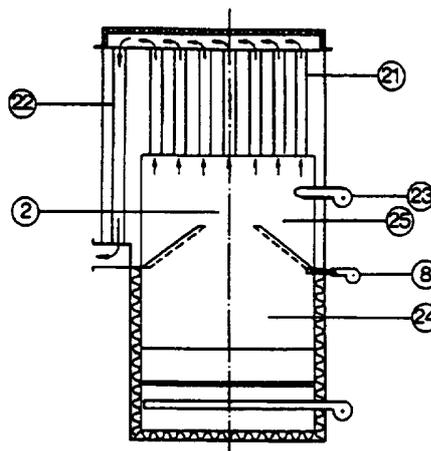
DK 22025B GB 682302A SE 128398A

(73) Patentinhaber:

MAVROUDIS KONSTANTIN
S-116 62 STOCKHOLM (SE).

(54) HEIZKESSEL ZUR ZWEISTUFIGEN VERBRENNUNG

(57) Heizkessel zur zweistufigen Verbrennung von Holz oder anderen Brennstoffen in einer Primärverbrennungskammer (1) und einer Sekundärverbrennungskammer (2), umfassend Einrichtungen zur Versorgung der entsprechenden Kammern (1,2) mit Primär- und Sekundärluft, wobei die Einrichtung (10) zur Sekundärluftversorgung direkt über der Primärverbrennungskammer (1) angeordnet ist und die beiden Verbrennungskammern voneinander trennt, die Einrichtung (10) zur Zufuhr von Sekundärluft die Form eines doppelmanteligen Kegelstumpfes aus Stahlblech oder anderen hitzebeständigen Materialien hat, wobei der Innenmantel (11) eine Anzahl Durchgangslöcher aufweist, und der Innen- und Außenmantel gasdicht mitsammen an der Spitze und der Basis des Kegelmantels entlang des gesamten Umfangs der Spitze bzw. der Basis verbunden sind, und der damit zwischen Außen- und Innenmantel gebildete Raum (13) mit einer Anzahl von Anschlüssen zur Zufuhr von Sekundärluft versehen ist, sowie die Einrichtung (10) zur Zufuhr von Sekundärluft derart angeordnet ist, daß die Gase aus der Primärverbrennungskammer (1) den Kegelstumpf in Richtung von seiner Basis zur Spitze durchströmen.



AT 401 191 B

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Heizkessel zur zweistufigen Verbrennung von Holz oder anderen Brennstoffen in einer Primärverbrennungskammer und einer Sekundärverbrennungskammer, umfassend Einrichtungen zur Versorgung der entsprechenden Kammern mit Primär- und Sekundärluft, wobei die Einrichtung zur Sekundärluftversorgung direkt über der Primärverbrennungskammer angeordnet ist und die beiden Verbrennungskammern voneinander trennt, und gegenüber den Innenwänden des Heizkessels dichtend derart angeordnet ist, daß das gesamte Gas aus der Primärverbrennungskammer diesen durchläuft.

Die hohen Emissionen ("Schadstoffausstoß") und der geringe Wirkungsgrad bei der Verwendung fester Brennstoffe waren bislang ein Problem beim Übergang von Öl zu festen Brennstoffen beim Heizen. Der Bedarf an zweckmäßigen mit festen Brennstoffen beheizten Heizkesseln, die hohe Ansprüche an Umweltschutz und wärmetechnische Anforderungen stellen, ist offenbar.

Ein fester Brennstoff, z.B. Holz in verschiedenen Formen, wie massives Holz, Schnitzel, Pellets oder Torf, unterscheidet sich wesentlich von Öl, wenn man die verbrennungstechnischen Eigenschaften näher betrachtet. Beispielsweise brennt Holz in Form von zwei völlig verschiedenen Phasen, und zwar der Gasverbrennungsphase und der Kohleverbrennungsphase.

Sowohl Emissionen als auch Wärme werden auf verschiedene Weise gebildet und abgegeben. Bei der erstgenannten Phase werden ca. 80% der Brennstoffmasse innerhalb verhältnismäßig kurzer Zeit in Gase umgewandelt. Das Gasvolumen und die Gasabgabegeschwindigkeit beruhen dabei auf einem wichtigen Faktor, dem Feuchtigkeitsgehalt des Brennstoffes. Ein hoher Feuchtigkeitsgehalt führt zu einer längeren Gasverbrennungsphase.

Es hat sich erwiesen, daß für einen Heizkessel herkömmlicher Art die Gasverbrennungsphase die vom Gesichtspunkt des Umweltschutzes und der Wärmeübertragung kritische Phase ist. Die während der Gasphase wirksamen physikalischen und chemischen Faktoren, die für den für die Emissionen charakteristischen Verlauf verantwortlich sind, sind umfangreich und sollen hier nicht näher behandelt werden. Der wichtigste Faktor in diesem Zusammenhang ist die Luftzufuhr, die nachstehend näher betrachtet sei.

Die Kohleverbrennungsphase umfaßt in der Regel ca. 20% der gesamten Brennstoffmasse, zeitmäßig aber kann die Verbrennungszeit hierbei sogar länger als die Gasphase werden.

Von Emissionsgesichtspunkt her ist die Kohleverbrennungsphase günstig, insbesondere aufgrund der gleichmäßigen und unkomplizierten Verbrennung. Trotz dessen ist indessen der Rost auf die rechte Art und Weise auszuformen und zu bemessen, um einen hohen Verbrennungswirkungsgrad zu erzielen.

Die DK-B-22 025 offenbart einen Heizkessel mit einer oberhalb der Primärverbrennungskammer angeordneten Vorrichtung zur Zufuhr von Sekundärluft für die Rauchgase, welche diese Verbrennungskammer von einer Sekundärverbrennungskammer trennt und die dichtend gegenüber den inneren Wänden des Heizkessels angeordnet ist, sodaß alle Gase und der gesamte Rauch von der Primärverbrennungskammer durch diese durchzieht.

Die GB-A-682 302 offenbart einen kombinierten Heizkessel mit Ofen zur Zweistufenverbrennung. Brennstoff wird in einem Ofen verbrannt und die brennbaren Abgase von diesem Ofen werden mit vorgeheizter Sekundärluft nachverbrannt, die durch ein ringförmige Düse eingebracht wird. In dieser Schrift ist kein Doppelmantel-Kegelstumpf geoffenbart.

Die SE-A-128 398 offenbart eine Vorrichtung zur Zufuhr von Verbrennungsluft mit einem Aufbau in der Form eines Doppel-Kegelstumpfes, dessen innerer Mantel eine Reihe von Düsen zur Zufuhr von vorgeheizter Verbrennungsluft in die Verbrennungskammer aufweist. Die Verbrennung beruht auf dem Einstufenprinzip mit nur einer Verbrennungskammer. Die inneren und die äußeren Mäntel sind nicht gasdicht miteinander an der Basis des Kegelstumpfes entlang des gesamten Umfangs der Basis verbunden. Der Raum zwischen den inneren und den äußeren Mänteln weist lediglich einen den Verbrennungsgasausgang umgebenden Luftzufuhrkanal auf.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine vom Gesichtspunkt des Umweltschutzes und Wirkungsgrades effektive Verbrennung zu erreichen.

Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß die Wände der Primärverbrennungskammer aus mit feuerfesten Ziegeln ausgemauertem Stahlblech und feuerbeständigem Material auf Siliziumbasis besteht, daß die Einrichtung zur Zufuhr von Sekundärluft die Form eines doppelmanteligen Kegelstumpfes aus Stahlblech oder anderen hitzebeständigen Materialien hat, wobei der Innenmantel eine Anzahl Durchgangslöcher aufweist, und der Innen- und Außenmantel gasdicht mitsammen an der Spitze und der Basis des Kegelmantels entlang des gesamten Umfangs der Spitze bzw. der Basis verbunden sind, daß der damit zwischen Außen- und Innenmantel gebildete Raum mit einer Anzahl von Anschlüssen zur Zufuhr von Sekundärluft versehen ist, und daß die Einrichtung zur Zufuhr von Sekundärluft derart angeordnet ist, daß die Gase aus der Primärverbrennungskammer den Kegelstumpf in Richtung von seiner Basis zur Spitze durchströmen.

Durch die hochwertige Isolierung ergeben sich äußerst geringe Strahlungsverluste. Weiters werden durch den doppelmanteligen Kegelstumpf die brennbaren Gase mit Sauerstoff vermischt, sodaß eine Erhöhung des Verbrennungswirkungsgrades und eine Erniedrigung von Emissionen erreicht wird.

In weiterer Ausbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, daß die Bohrungen im Innenmantel
5 symmetrisch über die Manteloberfläche verteilt sind.

Dadurch ist eine gleichmäßige Zufuhr von Sekundärluft gewährleistet.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung kann vorgesehen sein, daß die Bohrungen im Innenmantel einen Durchmesser von 3-5 mm aufweisen.

Diese Größe der Durchmesser ist für eine gute Durchmischung von brennbaren Gasen mit Sauerstoff
10 optimal.

Gemäß einer anderen Variante der Erfindung kann vorgesehen sein, daß die Sekundärluft über einen durch einen Mikroprozessor gesteuerten Lüfter zugeführt wird, um eine etwas überstöchiometrische Verbrennung zu erhalten.

Dadurch können optimale Verhältnisse in bezug auf Emissionen und Wirkungsgrad erzielt werden.

15 Eine weitere Ausführungsform der Erfindung besteht darin, daß über der vom Kegelstumpf gebildeten Öffnung eine Platte mit einer im Vergleich zur ursprünglichen Öffnung Kleinen mittigen Öffnung angeordnet ist.

Diese Öffnung ist für das Abbrennen der entstehenden Gasflamme vorteilhaft.

Ein weiteres Merkmal der Erfindung kann sein, daß die Sekundärverbrennungskammer die direkt im
20 Wärmetauscher vorgesehene Vorrichtung zur Zuführung von Sekundärluft umfaßt.

Auf diese Weise kann die Flammenstrahlung effektiv ausgenützt werden.

Die Erfindung sei nachstehend beschrieben und zwar bezüglich Ausführungsformen der Verbrennungseinheit, d.h. der Feuerstelle und des Luftzufuhrsystems mit der Steuer- und Regelungseinheit, der Wärmeübertragungseinheit, d.h. Wärmetauscher und Akkumulator sowie dazugehörige Reguliervorrichtungen.

25 Es zeigt:

Fig.1 eine Ausführung der Verbrennungseinheit;

Fig.2 ein Detail für die Sekundärluftzufuhr;

Fig.3 die Gasabgabegeschwindigkeit als Funktion der Zeit für 7, 0 kg Birkenholz mit 12 bzw. 30%
Wasser;

30 Fig.4 Regelung des Sekundärluftstromes bei Verbrennung von trockenem Brennstoff;

Fig.5 Regelung der Primärluft;

Fig.6 Regelung der Sekundärluft bei Verwendung von feuchtem Brennstoff;

Fig.7 Regelung der Primärluft bei feuchtem Brennstoff;

35 Fig.8 Staubmenge als Funktion der Brennstoffmenge. Die Versuche wurden bei konstantem Luftdurchfluß durchgeführt, und der Feuchtigkeitsgehalt des Brennstoffes betrug ca. 12%;

Fig.9 Ausführung des Rostes und des Primärluftkanals;

Fig. 10. Primärluftkanal sowie Anbringung und Größe der Drosselscheiben.

Fig. 11. Konstruktion des Wärmetauschers.

40 Fig. 12. Anbringung des Wärmetauschers am Feuerstellenteil sowie Anschluss von Öl- und Gasbrenner im Wärmetauscher.

Die Verbrennung baut auf dem sog. Zweistufenprinzip. Dies bedeutet, dass die Verbrennung in zwei getrennten Feuerstellen erfolgt, der PRIMÄRFEUERSTELLE (1) und der SEKUNDÄRFEUERSTELLE (2).

Die Primärfeuerstelle ist mit feuerfesten Ziegeln (4) im Bereich der eigentlichen Feuerstelle keramisch isoliert (3), sowie mit einem hochwertigen Isolierstoff (5) auf Siliziumbasis. Die niedrige Wärmefähigkeit
45 dieser beiden Werkstoffe bei der aktuellen Verbrennungstemperatur führt zu äußerst geringen Strahlungsverlusten zur Mantelfläche der Feuerstelle.

Die Primärluft wird dem Brennstoffbett durch den Rost (6) mit Hilfe eines durch einen Mikroprozessor gesteuerten Gebläses zugeführt.

Die gesamte Brennstoffmasse (7-12 kg massives Brennholz, abhängig insbesondere vom Feuchtigkeitsgehalt) wird angezündet. Mit dem Mikroprozessor regelt man den Primärluftstrom so, dass unterstöchiometrische Verhältnisse in der Primärfeuerstelle herrschen. Man kann folglich dies als eine Vergaserstufe betrachten, wobei die Schwelgase durch starken Sauerstoffunterschuss und hohe Gehalte an brennbaren Gasen, insbesondere Kohlenmonoxid und verschiedene Kohlenwasserstoffe, gekennzeichnet sind.

55 Nach 1-3 min. nach dem Anzünden der Primärfeuerstelle erreicht die Verbrennungstemperatur ein so hohes Niveau, dass die Schwelgase in der Sekundärfeuerstelle durch Zufuhr weiteren Sauerstoffes mit Sekundärluft SELBSTZÜNDEN.

Die Sekundärluft wird einer Mischzone (7) durch einen Sekundärlüfter (8) über zwei Kanäle (9) und eine doppelgemantelte Vorrichtung in Form eines Kegelstumpfes zugeführt.

Der innere und der äussere Mantel sind konzentrisch und gasdicht miteinander längs des gesamten Umkreises am Fuss und an der Spitze der Vorrichtung verbunden, d.h. an der grossen sich an die Primärfeuerstelle anschliessenden Öffnung, sowie an der durch den Stumpf gebildeten kleineren Öffnung, die in die Sekundärfeuerstelle mündet. Der Durchmesser der letztgenannten Öffnung ist experimentell festgelegt, und es hat sich gezeigt, dass dieser von grosser Bedeutung für die Funktion der Sekundärverbrennungsstufe ist. Ein grosser Durchmesser führt zu verzögertem oder unzufriedenstellendem Zünden, wogegen ein kleiner Durchmesser eine hohe Geschwindigkeit durch die Öffnung verursacht, was zum Ausblasen der Flamme führt oder eine pulsierende Verbrennung verursachen kann, d.h. abwechselndes Zünden und Verlöschen der Flamme.

Der Innenmantel (11) ist perforiert und hat eine grosse Zahl von symmetrisch verteilten Bohrungen mit 3-4 mm Durchmesser.

Durch den vom Sekundärlüfter erzeugten hohen Druck werden Luftstrahlen hoher Geschwindigkeit erzeugt. Folglich entsteht ein zur Plammenspitze gerichteter Sekundärluftstrom mit hohem Druck, der den vom Primärluftgebläse erzeugten Druck kompensiert. Dies führt zu einem nachhaltigen Durchmischen der brennbaren Gase mit Sauerstoff, sowie zu einer längeren Verweilzeit derselben in der Feuerstelle. An der Mündung (12) der Vorrichtung brennt eine reine Gasflamme, deren Höhe völlig entsprechend den Druckverhältnissen zwischen Sekundär- bzw. Primärluftgebläse geregelt wird.

Normalerweise schwankt die Flammenhöhe in der Sekundärfeuerstelle zwischen 10 und 30 cm, je nach Brennstoffmenge und Feuchtigkeitsgehalt des Brennstoffen. Volumen und Höhe der Sekundärfeuerstelle sind so bemessen, dass die Flamme nie in direkte Berührung mit den wassergekühlten Kesselwänden des Konvektionsteils kommt.

Der doppelgemantelte konische Teil führt auch zu einem anderen wichtigen Vorteil. Trotz des im Zwischenraum (13) herrschenden hohen Druckes hat die Sekundärluft eine verhältnismässig lange Verweilzeit. Dies führt zu einer erheblichen Erhitzung der Sekundärluft, bevor dieselbe an der Verbrennung teilnimmt. Man erhält somit ein rascheres und leichteres Anzünden der brennbaren Gase sowie einen aus Emissionsgesichtspunkten vorteilhaften Effekt.

Aufgrund der hohen Verbrennungstemperatur in der Sekundärfeuerstelle wurde ein hitzebeständiger Werkstoff für die Herstellung des oben beschriebenen Teils gewählt.

Auch der Sekundärlüfter ist elektronisch gesteuert, wobei die Einstellwerte experimentell bestimmt wurden und von der Brennstoffmenge (zugeführte Energiemenge) und dem Feuchtigkeitsgehalt des Brennstoffes abhängig sind.

Der Zweck der Regelung des Sekundärluftstromes besteht darin, optimale Verhältnisse in Bezug auf die Emissionen und den Wirkungsgrad zu erzielen. Bei Versuchen hat es sich unter normalen Betriebsbedingungen erwiesen, dass dieser optimale Punkt bei ca. 18% Kohlendioxidgehalt liegt. Es herrschen folglich etwas überstöchiometrische Verhältnisse hierbei, mit einem durchschnittlichen Luftfaktor von ca. 1,2.

Fig. 3 zeigt einen typischen Verlauf der Gasegabegeschwindigkeit dm/dt in kg/s als Funktion der Verbrennungszeit t in Minuten. Die Gasabgabegeschwindigkeit wurde durch Wiegen der Brennstoffmasse zu verschiedenen Zeitpunkten bestimmt.

Die Versuche wurden unter gleichartigen Verbrennungsbedingungen durchgeführt. Dieser Parameter wurde für alle relevanten Betriebsfälle festgestellt und ist grundlegend für die Feststellung optimaler Durchflussmengen, und zwar in erster Linie der Sekundärluftmenge. Ausgehend vom Verlauf in Fig. 3 wird der zum Erreichen einer vollständigen Verbrennung erforderliche theoretische Sauerstoffbedarf festgestellt. Die Sauerstoffzufuhr zur Flamme, d.h. der Sekundärluftstrom nimmt sukzessiv im Laufe der Zeit analog zur Zunahme der Gasabgabe zu. Dies ist schematisch in Fig. 4 für den Sekundärluftstrom und in Fig. 5 für den Primärluftstrom beim Heizen mit trockenem Brennstoff dargestellt.

Bei der Verwendung von feuchtem Brennstoff ist die Gasabgabe weniger intensiv, was dazu führt, dass weniger Sekundärluft und eine geringere Zahl von Regelstufen erforderlich sind. Fig. 6 und 7 zeigen die Luftregelung beim Heizen mit feuchtem Brennstoff.

Die Funktion und auch Emissionen des Heizkessels sind nahezu unabhängig vom Feuchtigkeitsgehalt des Brennstoffes. Es hat sich aber erwiesen, dass man einen vom Gesichtspunkt der Emissionen bzw. des Wirkungsgrades optimalen Betriebspunkt erreicht, wenn der Brennstoff ca. 25% Wasser enthält.

Die installierte Leistung des Heizkessels wird durch den Abstand zwischen dem unteren Teil der Vorrichtung - in Fig. 1 mit D bezeichnet - und dem Rost (5) bestimmt. Für jeden Heizkessel, d.h. einen Heizkessel mit bestimmter Leistung, gibt es eine untere Grenze für die Brennstoffmenge, bei der man einen optimalen Betrieb erreicht. Es ist erforderlich, dass die Nachverbrennungsstufe in Betrieb ist, um die Emissionen zu unterdrücken.

Fig. 8 zeigt, wie die Staubbildung bei verschiedenen Brennstoffmengen für eine bestimmte Kesselgröße (20-30 kW) schwankt. Man stellte hierbei fest, dass man es vermeiden sollte, weniger als ca. 6 kg Brennstoff zu verwenden.

Die übrigen Emissionen, wie Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffe, weisen einen ähnlichen Verlauf auf. Der Grund hierfür ist, dass bei zu geringen Brennstoffmengen das Anzünden in der Sekundärfeuerstelle verzögert oder unvollständig erfolgt.

Für Brennstoffmengen zwischen 6 und 10 kg wird die Verbrennung zufriedenstellend, was darauf deutet, dass man die Leistung innerhalb weiter Grenzen regeln kann.

Für effektive Verbrennung auf dem Rost ist es erforderlich, dass sowohl die Primärluftmenge als auch deren Druck gleichmässig über die gesamte Fläche verteilt sind, ohne den Aschenaustrag zu behindern. Im Primärluftkanal (15) wurde eine Reihe von Nuten (14) senkrecht zur Längsachse desselben angebracht, z.B. mit einer Tiefe entsprechend dem halben Durchmesser. Man erreicht eine gleichmässige Luftverteilung über jede Nut durch Einsetzen von Drosselscheiben (16) mit sukzessiv steigendem Drosselungsgrad, gesehen in Richtung vom Lüfter her. Der Grad der Drosselung wird teils durch Messen des Druckabfalls über der jeweiligen Drosselscheibe und teils durch Versuche mit Hilfe von der Verbrennungsluft zugeführtem Rauch bestimmt.

Konstruktiv ist der Rost in drei Teilen ausgeführt, und zwar einem horizontalen Bodenrost (17) im Bereich des Zuluftkanals und zwei Seitenrosten (18), deren Abmessungen und insbesondere Neigungswinkel α , siehe Fig. 9, experimentell ermittelt wurden.

Wie bereits hervorgehoben, ist der Primärluftdurchfluss von untergeordneter Bedeutung während der Gasverbrennungsphase, nicht aber während der Kohleverbrennungsphase. Durch die beiden geneigten Seitenroste sammeln sich sukzessiv Kohlenrückstände auf dem waagrechten Rost. Durch Ausstattung der Seitenroste mit Leitbleche (19) wird die Primärluft gegen die Holzkohle gerichtet. Da sich der Kohlenrückstand auf dem horizontalen Rost sammelt, wird der Druckabfall somit dabei höher, und der grösste Teil des Primärluft strömt durch die Seiten. Auf diese Art und Weise hält man eine intensive Verbrennung der Holzkohle bei hoher Verbrennungstemperatur und hohem Kohlendioxidgehalt aufrecht, was den Verbrennungswirkungsgrad begünstigt.

Die Ausführung des Wärmetauschers ist darauf abgestimmt, die Wärmeübertragung maximal sowohl während der Gas- als auch Kohleverbrennungsphase ausnützen zu können. Wenn die Sekundärfeuerstelle in Betrieb ist, erfolgt die Wärmeüberführung sowohl durch Konvektion als auch durch Strahlung, wogegen in der Endphase hauptsächlich eine konvektive Übertragung vorliegt. Der Wärmetauscher wurde bemessen, um den Bedarf an Warmwasser eines Einfamilienhauses zu decken (und zwar sowohl für Brauchwarmwasser als auch Heizzwecke). Das Warmwasservolumen muss im Laufe des Tages ausreichen, auch wenn die bemessende Temperatur im Freien herrscht. Der Wärmetauscher arbeitet nach dem sog. Durchlaufprinzip. Während eines Verbrennungszyklus herrscht folglich kontinuierliche Umwälzung des Wassers. Das erhitze Wasser wird in einem an den Wärmetauscher angeschlossenen Akkumulator gespeichert.

Der offene, zylindrische Teil (20) des Wärmetauschers wird oben auf der Sekundärluftvorrichtung angebracht, und diese bilden hierdurch gemeinsam die Sekundärfeuerstelle (2), (25), so dass die Flammenstrahlung effektiv ausgenützt werden kann. Die Raumverhältnisse zwischen Primär- und Sekundärluftstrom sind so aufeinander abgestimmt, dass man direkte Berührung zwischen der Flamme und den Oberflächen des Wärmetauschers vermeidet.

Die warmen Rauchgase durchströmen in erster Linie eine Reihe von Rohren (21) und werden dann durch weitere Rohre (22) nach unten geleitet. Die Wärmetauscheroberfläche wurde durch Verwendung eines mathematischen Modells berechnet. Die Verbrennungstemperatur in der Sekundärfeuerstelle wird hoch und ist stark abhängig von Brennstoffmenge, Luftstrom und Feuchtigkeitsgehalt des Brennstoffes. Bei Verwendung eines verhältnismässig trockenen Brennstoffes steigt die Temperatur in der Sekundärfeuerstelle auf mehr als 1200 °C. Aufgrund dieses Faktums wird die Oberfläche des Wärmetauschers verhältnismässig gross. Dies ist jedoch eine Bedingung dafür, dass der Systemwirkungsgrad günstige Werte erreicht.

Da der Heizkessel für das Verfeuern von festen Brennstoffen mit unterschiedlichem Heizwert und verschiedenen Verbrennungseigenschaften vorgesehen ist, wurde das Reguliersystem für das Kesselwasser für automatische Regelung entwickelt. Dies bedeutet, dass man bei verschiedenen Betriebsbedingungen einen optimalen Wirkungsgrad erreicht.

Die elektronische Steuereinheit regelt den Wasserdurchfluss durch Regelung der Pumpendrehzahl sowie nach Massgabe eines in der Vorlaufleitung angebrachten Temperatursensors. Der Wasserstrom durch den Wärmetauscher wurde mit Hilfe der Temperatur nach dem Konvektionsteil bestimmt. Diese Temperatur ist auf die Brennstoffqualität abgestimmt und insbesondere darauf, Kondensation an den Wärmetauscherflächen und im Rauchgaskanal zu verhindern.

Das erhitzte Kesselwasser wird in einem Akkumulator gespeichert, dessen Rauminhalt nach dem Wärmebedarf des Gebäudes zu bemessen ist. Wie bereits hervorgehoben, ist es jedoch aus wirtschaftlichen und Bequemlichkeitsgesichtspunkten ein Vorteil, ein- oder eventuell zweimal täglich nachzulegen. Der Akkumulator wird hier nicht näher beschrieben, da er herkömmlicher Ausführung ist. Er kann natürlich auch mit einem elektrischen Heizelement versehen sein, welches bei niedrigem Wärmebedarf verwendet wird, oder falls wirtschaftliche Vorteile vorliegen. Ein Vorteil der Ausführung des Heizkessels mit zwei getrennten Einheiten, d.h. dem Wärmetauscher und dem Feuerstellenteil, bietet die Möglichkeit, den Wärmetauscher als einen Öl- oder Gasheizkessel zu verwenden. Man kann einen Ölbrenner (23) gemäss Fig. 12 an den Wärmetauscher anschliessen. Bekanntlich sollte die Rauchgastemperatur bei Ölheizung nicht ca. 200 °C hinter dem Konvektionsteil untersteigen. Durch das Reglersystem für das Kesselwasser kann dies jedoch einfach durch Einstellung eines zweckdienlichen Wasserdurchflusses erreicht werden.

Feste Brennstoffe in veredelter Form, wie Pellets (Holz- oder Torfpellets), Briketts und Hackschnitzel wurden durch Anschluss einer herkömmlichen Speiservorrichtung ausprobiert.

Die Messergebnisse deuten darauf, dass sowohl Schadstoffausstoss als auch Wirkungsgrad im Vergleich zur Verbrennung von massivem Holz günstiger sind, insbesondere aufgrund der kontinuierlichen Verbrennung.

Was den Ausstoss von Schadstoffen betrifft, ist zu notieren, dass das Schwedische Staatliche Naturschutzamt bezüglich kleiner, mit festen Brennstoffen beheizter Heizungen einen Grenzwert für die Emission von Teer vorgeschlagen hat, und zwar 10 mg/Mj. Versuche unter verschiedenen Verbrennungsverhältnissen und bei verschiedenen Betriebsfällen deuten darauf hin, dass die obige Voraussetzung durch die vorliegende Erfindung erfüllt wird. Bei normalem Betrieb und 10-30% Wasser enthaltendem Brennstoff wurde der Teergehalt bei fünf von zehn Versuchen messbar und betrug weniger als 5,0 mg/Mj, während das Kondensat in den übrigen Fällen absolut teerfrei war.

Die Staubkonzentration wird in der Regel geringer als 50 mg/nm³ trockenem Rauchgas, was einer Staubmenge von ca. 0,5 g/kg Brennstoff entspricht, siehe Fig. 8. Diese Werte unterschreiten ganz erheblich die vom Schwedischen Staatlichen Naturschutzamt empfohlenen Grenzwerte. Auch der Gehalt an Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffen wird niedrig. Der durchschnittliche Wert der Kohlenmonoxidkonzentration für einen vollständigen Verbrennungszyklus wird niedriger als 500 ppm. Es sei hier bemerkt, dass der Kohlenmonoxidgehalt während der Flammenverbrennungsphase zwischen 100 und 150 ppm liegt.

Patentansprüche

1. Heizkessel zur zweistufigen Verbrennung von Holz oder anderen Brennstoffen in einer Primärverbrennungskammer (1) und einer Sekundärverbrennungskammer (2), umfassend Einrichtungen zur Versorgung der entsprechenden Kammern (1,2) mit Primär- und Sekundärluft, wobei die Einrichtung (10) zur Sekundärluftversorgung direkt über der Primärverbrennungskammer (1) angeordnet ist und die beiden Verbrennungskammern voneinander trennt, und gegenüber den Innenwänden des Heizkessels dichtend derart angeordnet ist, daß das gesamte Gas aus der Primärverbrennungskammer diesen durchläuft, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wände der Primärverbrennungskammer (1) aus mit feuerfesten Ziegelein (4) ausgemauertem Stahlblech und feuerbeständigem Material (5) auf Siliziumbasis bestehen, daß die Einrichtung (10) zur Zufuhr von Sekundärluft die Form eines doppelmanteligen Kegelstumpfes aus Stahlblech oder anderen hitzebeständigen Materialien hat, wobei der Innenmantel (11) eine Anzahl Durchgangslöcher aufweist, und der Innen- und Außenmantel gasdicht mitsammen an der Spitze und der Basis des Kegelmantels entlang des gesamten Umfangs der Spitze bzw. der Basis verbunden sind, daß der damit zwischen Außen- und Innenmantel gebildete Raum (13) mit einer Anzahl von Anschlüssen zur Zufuhr von Sekundärluft versehen ist, und daß die Einrichtung (10) zur Zufuhr von Sekundärluft derart angeordnet ist, daß die Gase aus der Primärverbrennungskammer (1) den Kegelstumpf in Richtung von seiner Basis zur Spitze durchströmen.
2. Heizkessel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bohrungen im Innenmantel symmetrisch über die Manteloberfläche verteilt sind.
3. Heizkessel nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bohrungen im Innenmantel einen Durchmesser von 3-5 mm aufweisen.
4. Heizkessel nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sekundärluft über einen durch einen Mikroprozessor gesteuerten Lüfter (8) zugeführt wird, um eine etwas überstöchiometrische Verbrennung zu erhalten.

AT 401 191 B

5. Heizkessel nach einem der Ansprüche 1, 2, 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß über der vom Kegelstumpf gebildeten Öffnung (12) eine Platte mit einer im Vergleich zur ursprünglichen Öffnung kleinen mittigen Öffnung angeordnet ist.
- 5 6. Heizkessel nach den Ansprüchen 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sekundärverbrennungskammer die direkt im Wärmetauscher vorgesehene Vorrichtung zur Zuführung von Sekundärluft umfaßt.

Hiezu 12 Blatt Zeichnungen

10

15

20

25

30

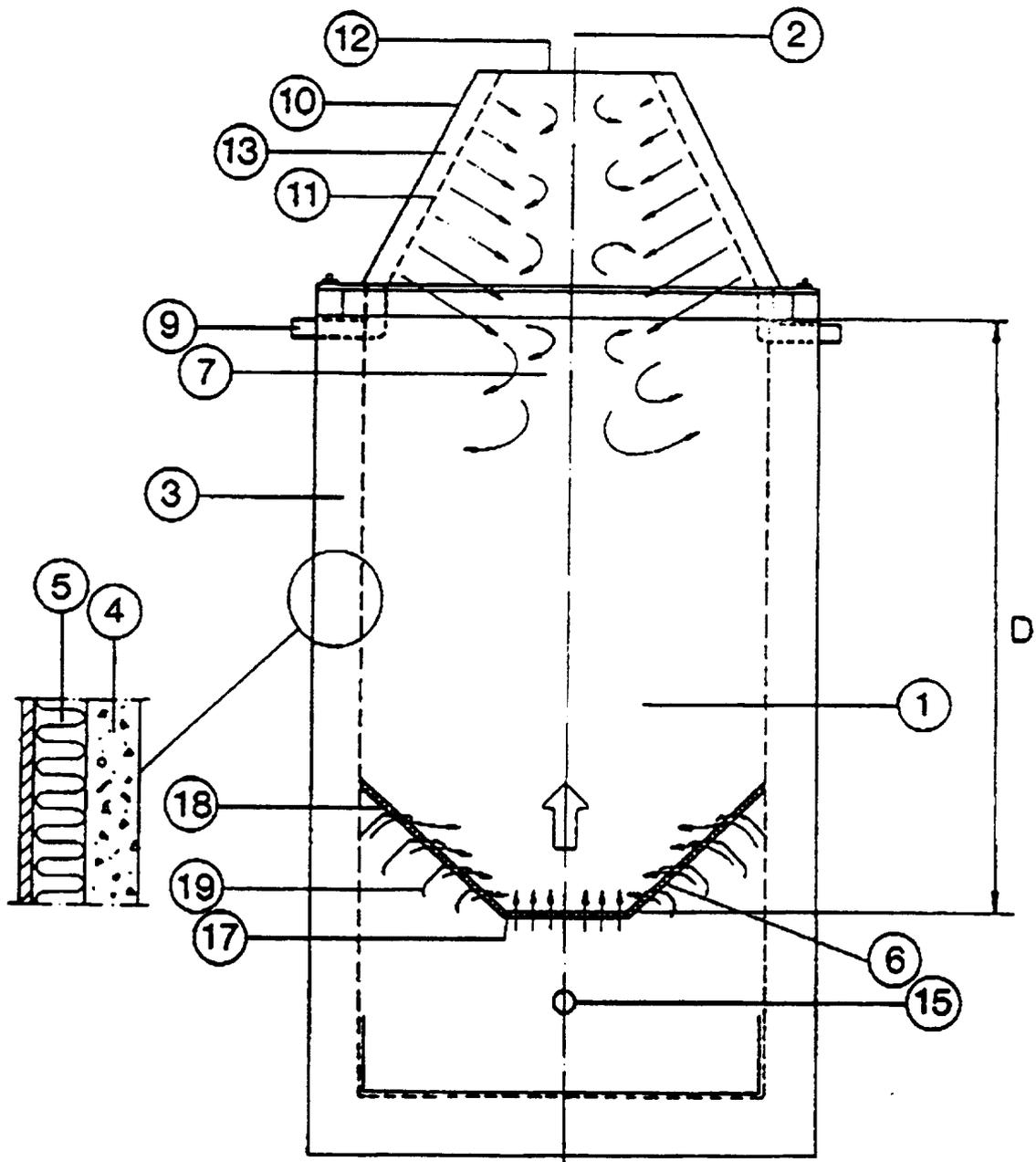
35

40

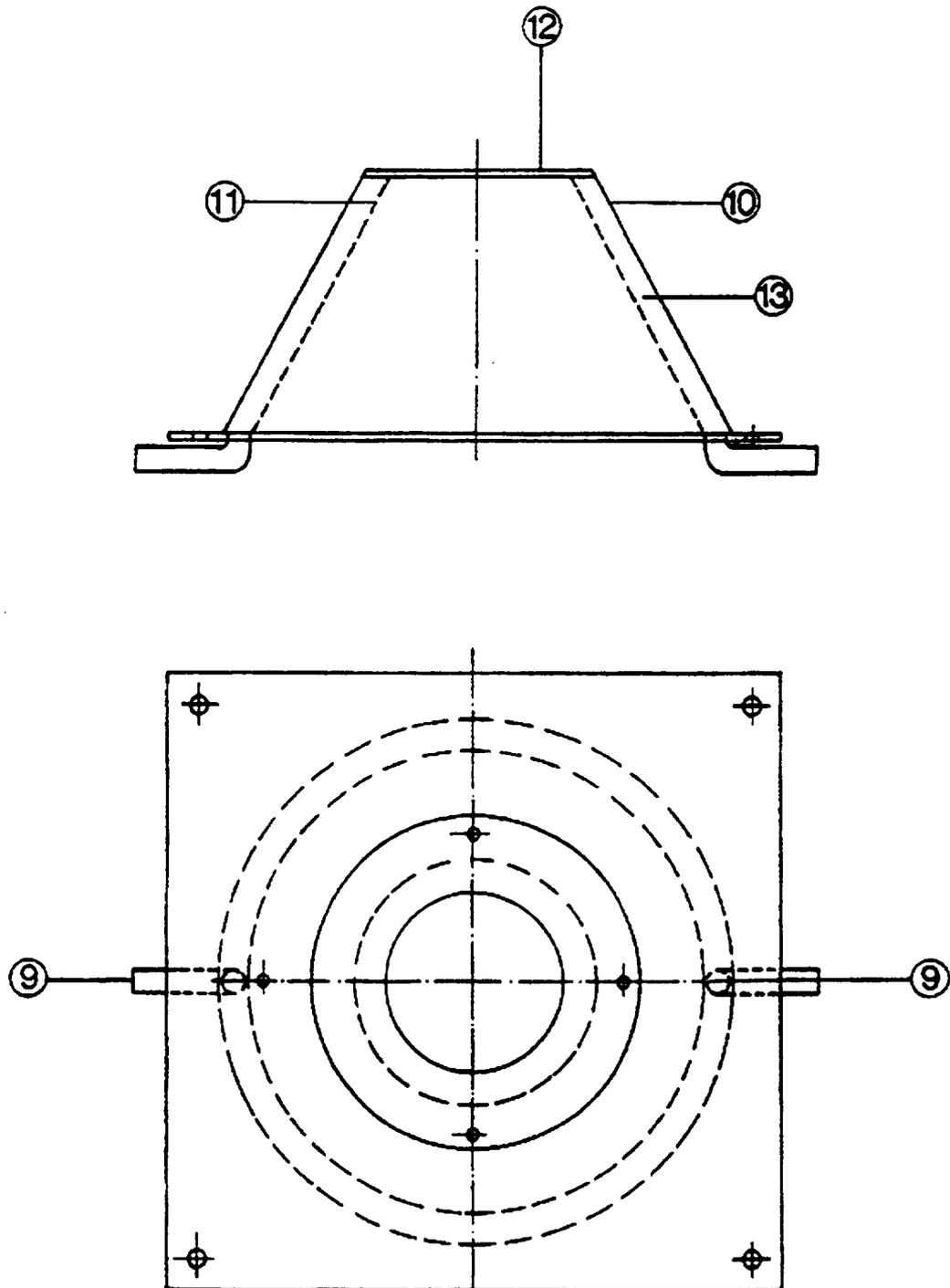
45

50

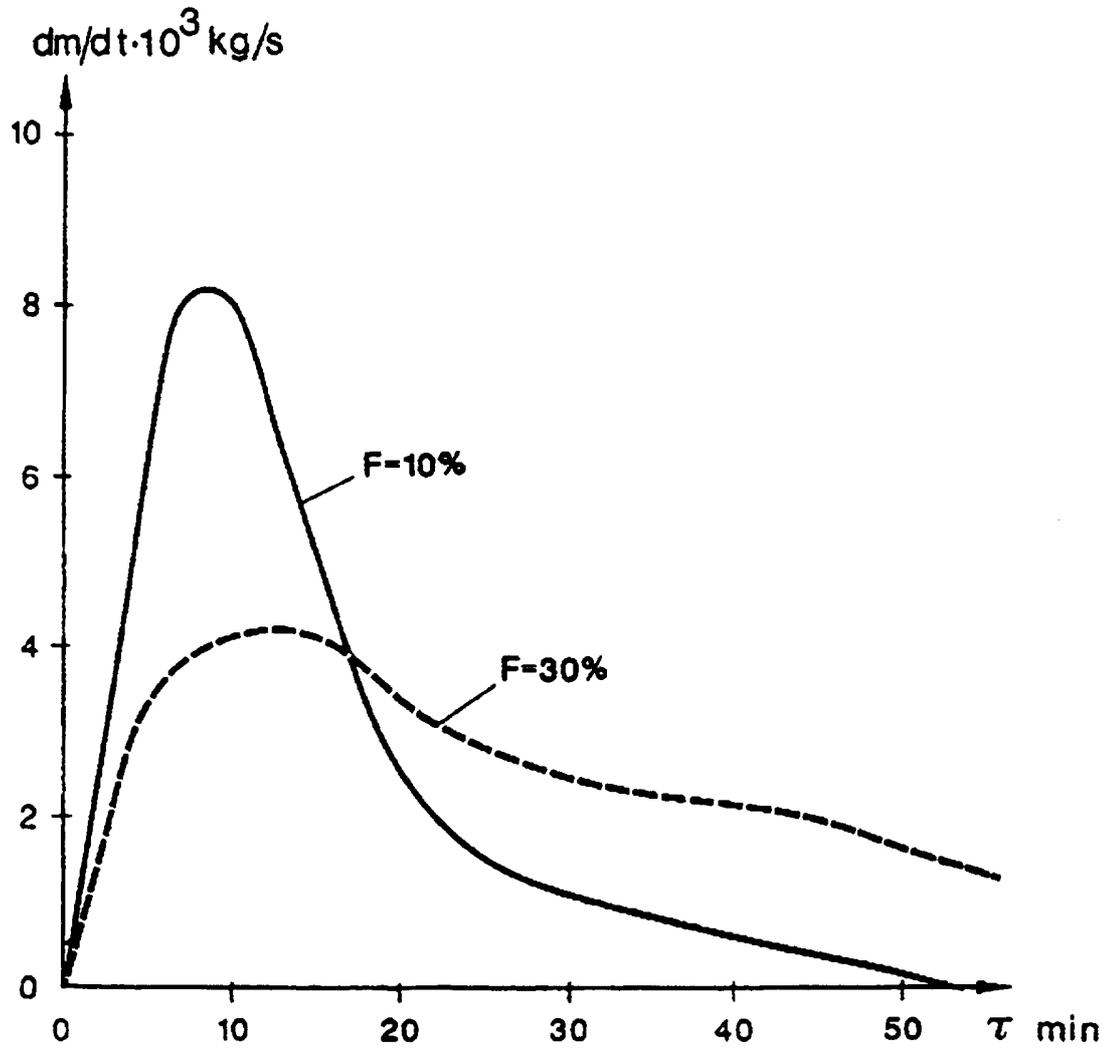
55



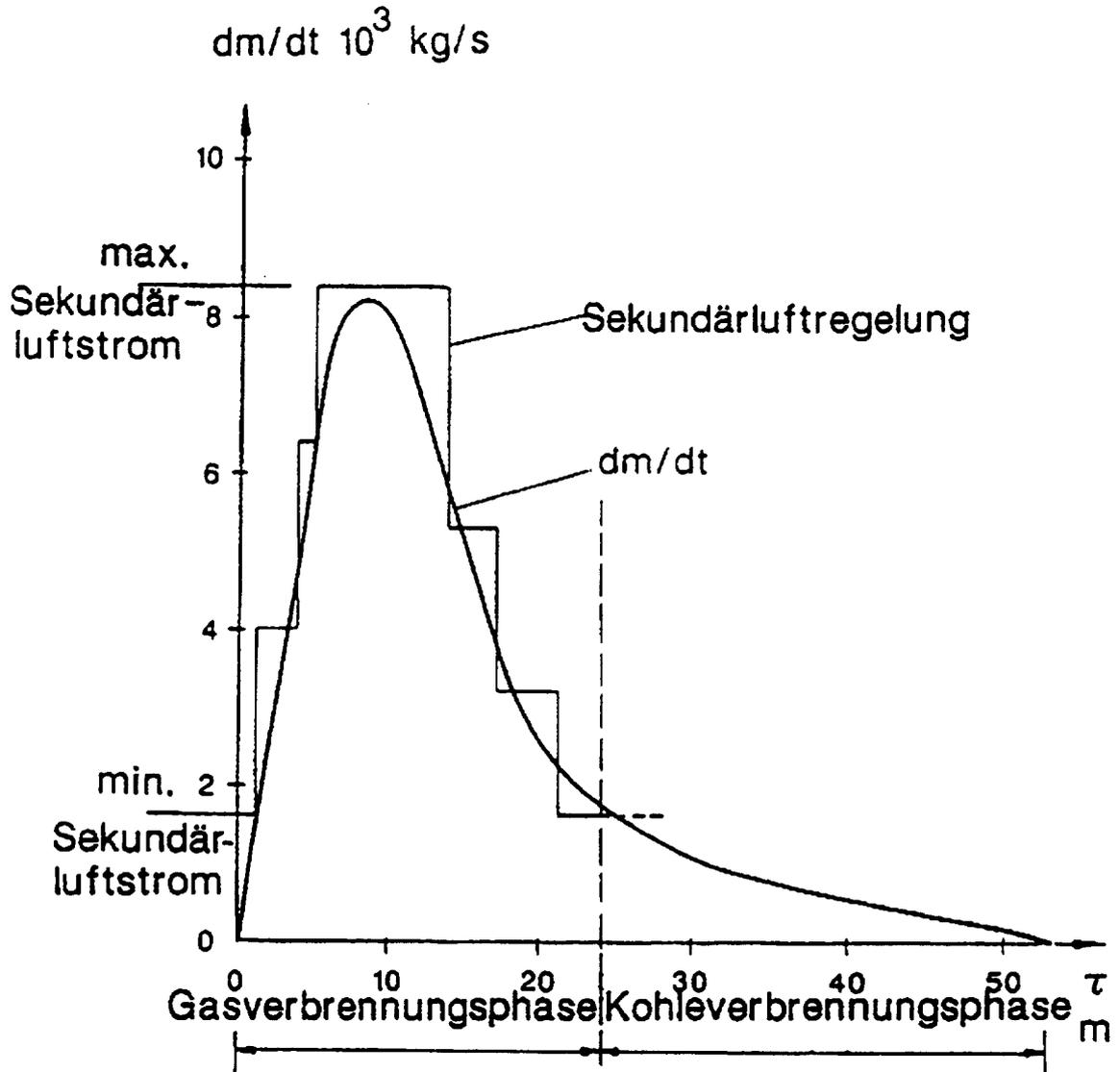
Figur 1.



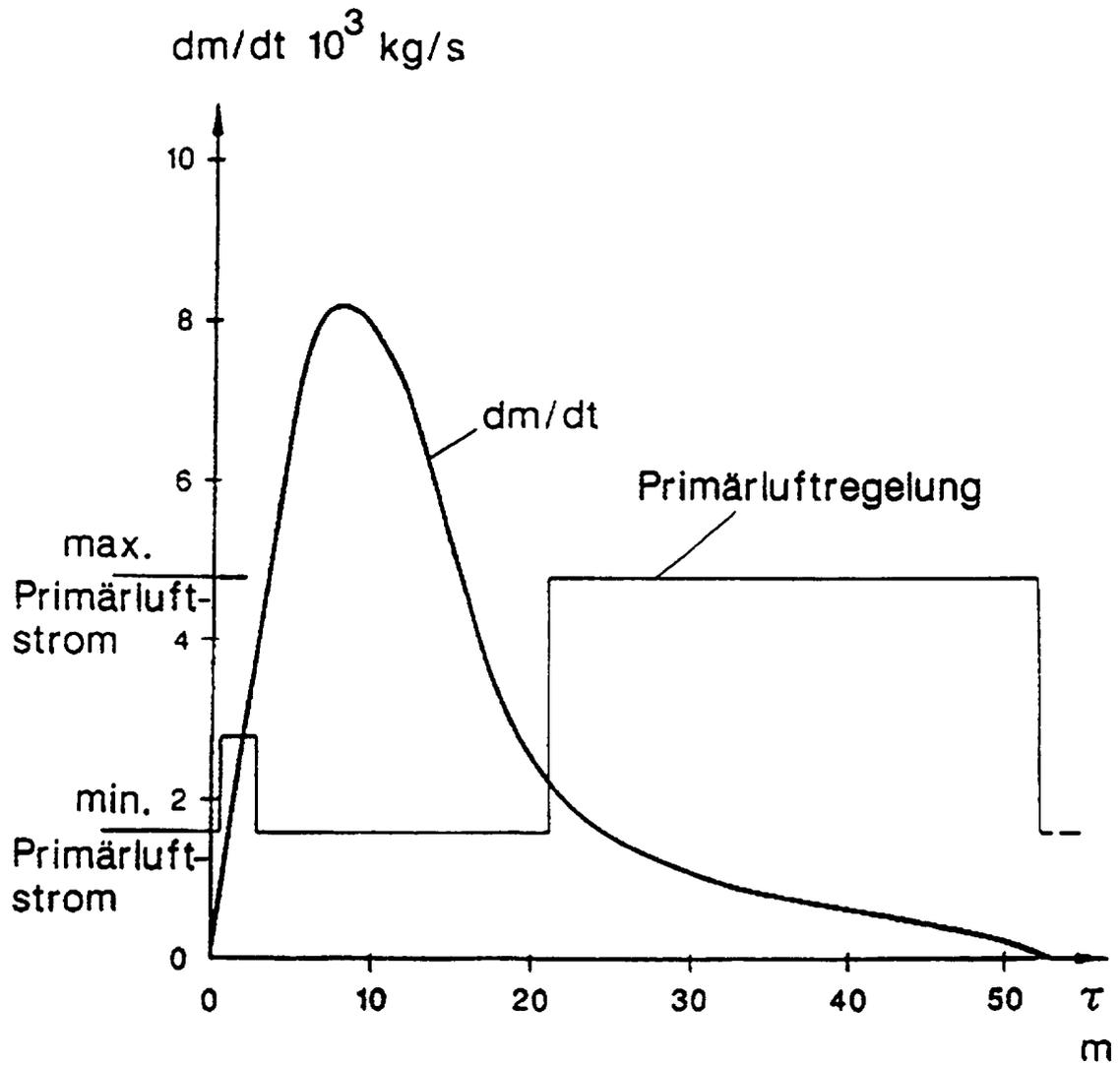
Figur 2.



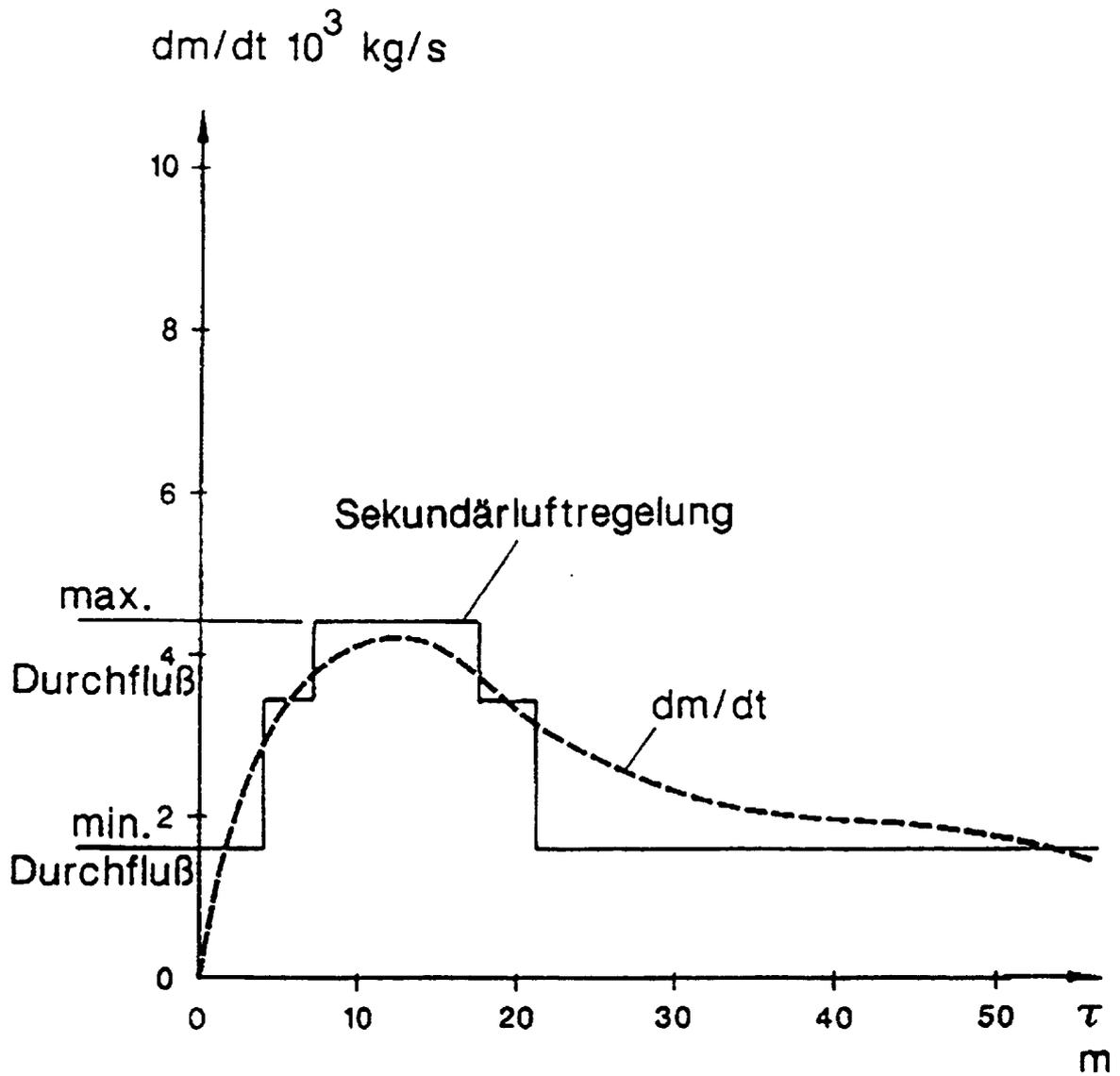
Figur 3.



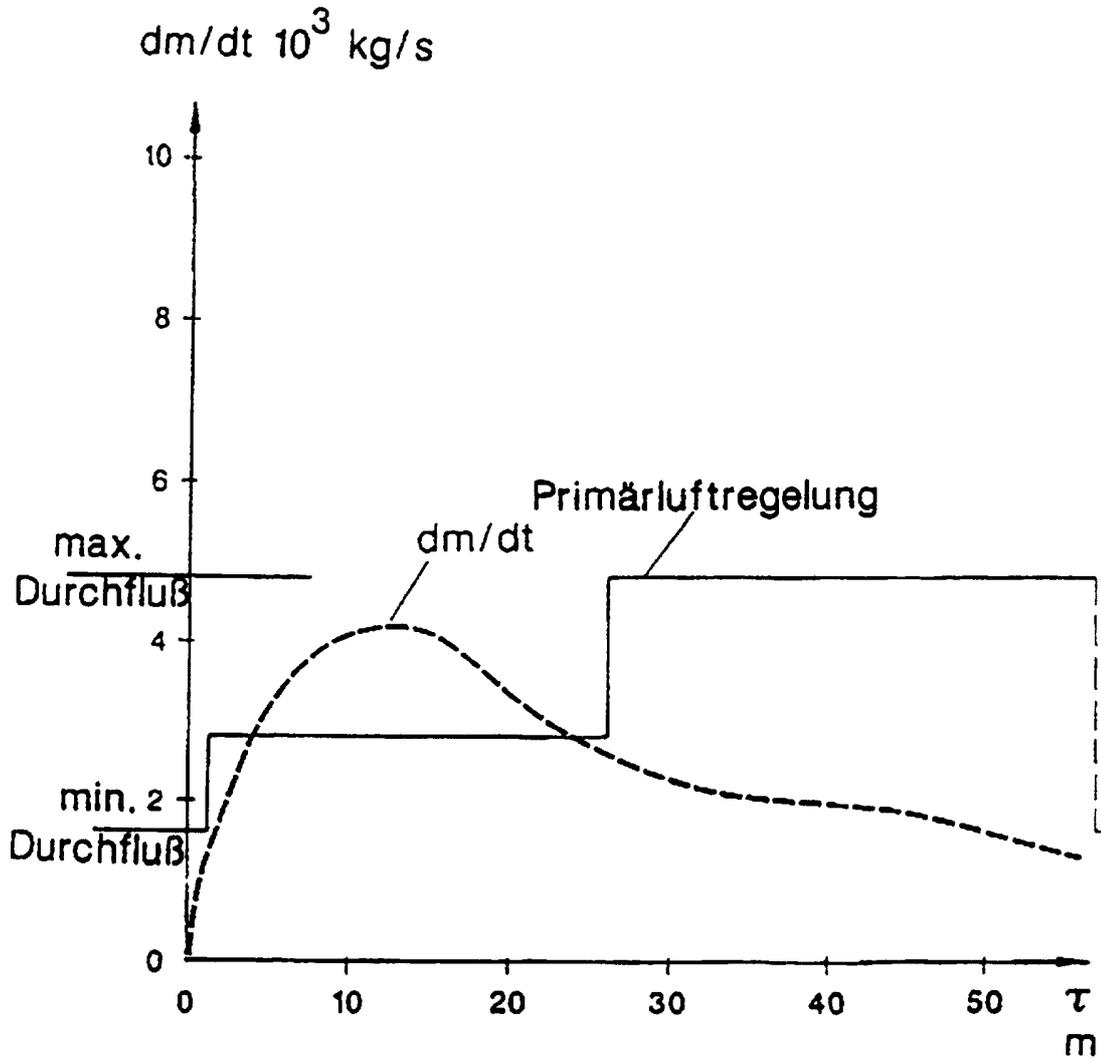
Figur 4.



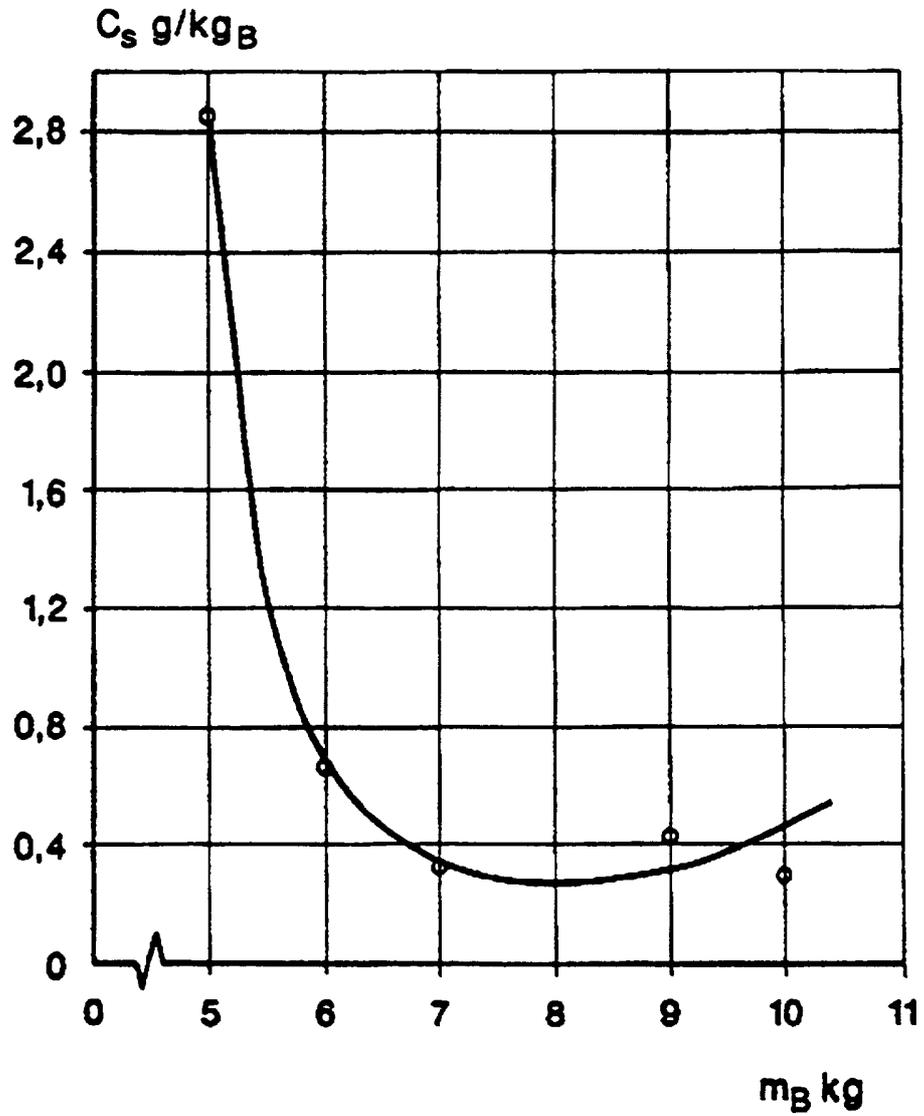
Figur 5.



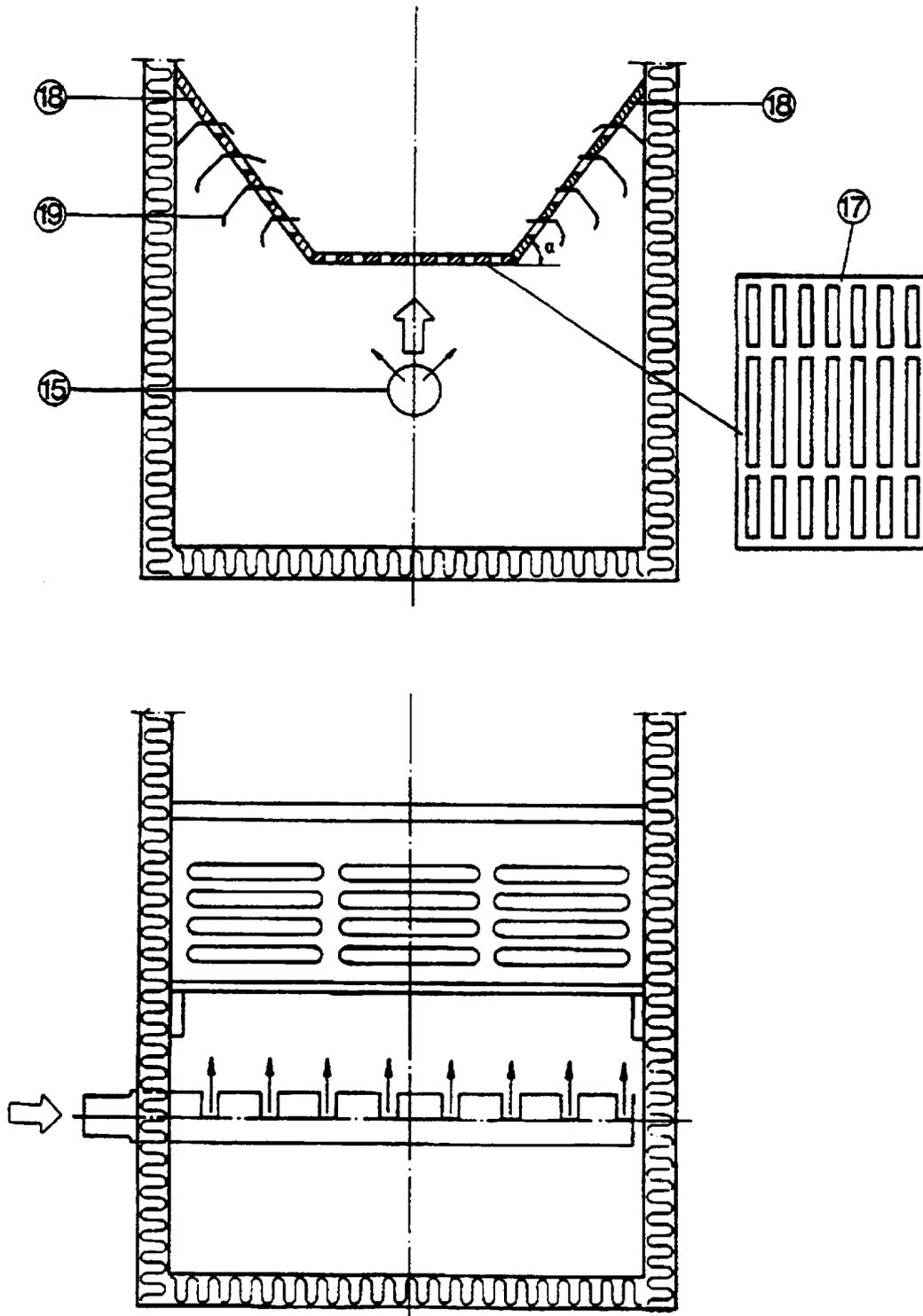
Figur 6.



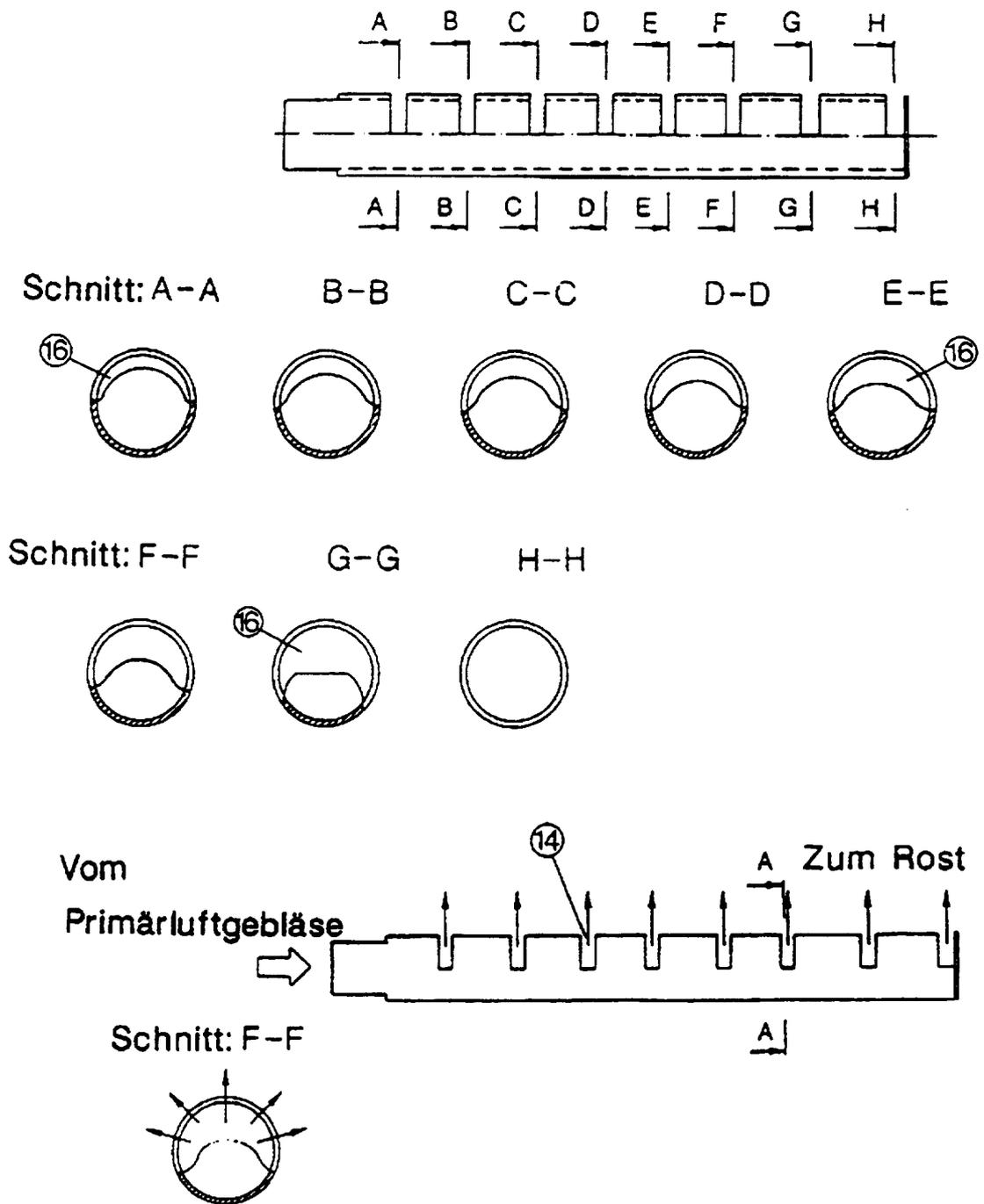
Figur 7.



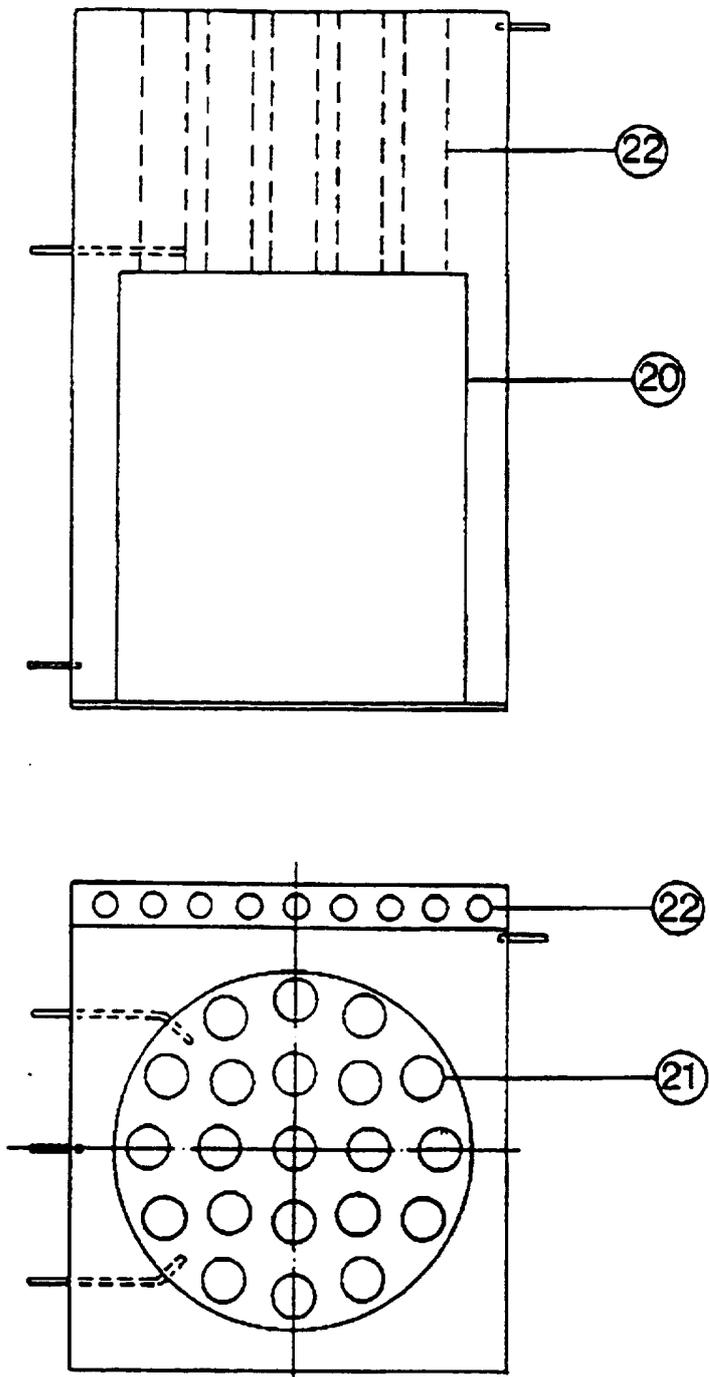
Figur 8.



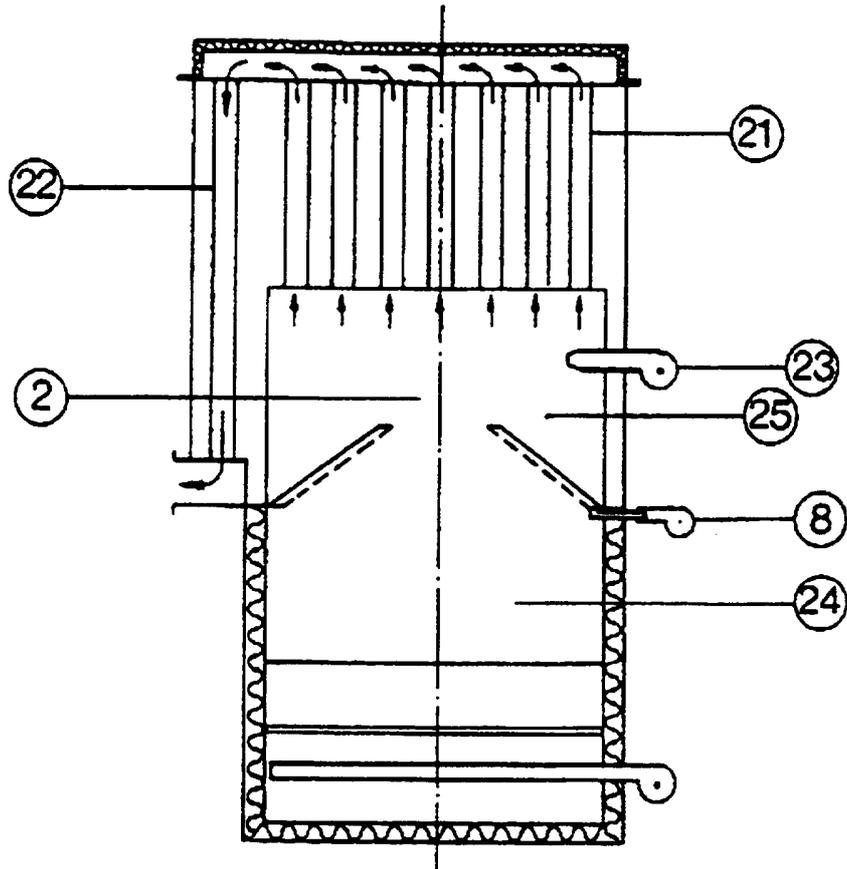
Figur 9.



Figur 10.



Figur 11.



Figur 12.