



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

# **Die Ziegelei als landwirtschaftliches und selbständiges Gewerbe**

**Bock, Otto**

**Berlin, 1905**

V. Das Brennen.

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-78907](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-78907)

vorrichtung, nur ist hierbei noch eine Welle mit Handfurbel angebracht, um die aus dem Wasser kommenden Karren vollends aus demselben herauszuheben. In der Umgebung von Stuttgart z. B. müssen alle gebrannten Ziegel, laut Vorschrift der Baubehörden, in Wasser getaucht werden. Auf einigen Ziegeleien kommen aus Eisen konstruierte Tauchvorrichtungen zur Verwendung, die so groß sind, daß sie auf jede Förderschale zwei Karren aufnehmen können.

## V. Das Brennen.

Einleitung. — Feldofen oder Meiler. — Offener deutscher Ofen. — Kasseler Flammofen. — Ofen mit überschlagender Flamme. — Die Entstehung des Ringofens.

Alle Ziegelfabrikate müssen, wenn sie ihrem Charakter als Baustein genügen sollen, gebrannt werden. Erst durch die Einwirkung einer entsprechend hohen Temperatur erreichen sie Härte, Klang und Wetterbeständigkeit.

Das Brennen besteht aus einer Reihe von Verrichtungen und Vorgängen, die einzeln besprochen werden müssen. — Es sind: das Einsetzen, das Schmauchen, das Vorwärmen, das eigentliche Brennen, die Nachglut, das Abkühlen und das Ausfahren.

Das Einsetzen der trocknen Waren in den Brennofen richtet sich sowohl nach der Einrichtung des Ofens als auch nach den zu brennenden Waren. Die Einrichtung des Ofens muß insofern berücksichtigt werden, als genügend große Kanäle und Zwischenräume für die Ausbreitung der Flamme in allen Teilen des zu benützenden Raumes und für das Entweichen der Dämpfe und Rauchgase vorgesehen werden müssen; gleichzeitig sollen Heizungen, die sich in unmittelbarer Nähe der zu brennenden Waren befinden, durch dieselben überbrückt werden, so daß die übrigen Waren ohne Gefahr des Zusammenstürzens darüber aufgestellt werden können. Von den zu brennenden Waren werden die schwereren und tragfähigeren Stücke unten, die leichteren und schwächeren darüber eingesetzt. Hieraus ergibt sich, daß man unten die Ziegel und weiter oben die schwachwandige Ware (Dachziegel, Drainröhren usw.) einsetzen muß.

Ist man gezwungen, viele schwachwandige Waren mitzubrennen, so kann man dieselben, um sie vor Deformierung durch zu große Belastung zu schützen, einkapseln, d. h. sie zwischen Ziegeln so einbauen, daß sie nur sich selbst zu tragen haben, und von dem übrigen

Einsatz nicht belastet werden. Durch richtiges Einsetzen ist man imstande, dem Feuer bestimmte Wege vorzuschreiben, wodurch eine gleichmäßige Verbreitung der Flamme und infolgedessen ein gleichmäßiger Brand erzielt wird. Gelegentlich der Beschreibung des Einsetzens beim Ringofen wird dieses Verfahren noch näher erläutert werden.

Schmauchen nennt man das langsame Verdunsten resp. Austreiben des in den ungebrannten Waren noch vorhandenen freien Wassers. Wie schon im vorhergehenden Abschnitte erwähnt, ist der trockene, ungebrannte Ziegel hygroskopisch, d. h. er nimmt aus der Luft Feuchtigkeit auf; er wird also, selbst bei der besten Trocknung, ebenso feucht sein wie die ihn umgebende Luft. Bei größerem Betriebe, beschränkter Trockenzeit und ohne Anwendung von Trockenanlagen, die durch besondere Wärmequellen geheizt werden, ist man oft gezwungen, Ziegel einzusetzen, die noch ganz beträchtliche Mengen Wasser enthalten. Das Austreiben dieses Wassers verursacht stets Kosten; mit 1 kg Steinkohle kann man im günstigsten Falle nur 8 kg Wasser in Dampf verwandeln. Da Wärmeverluste unvermeidlich sind, ist der Wärmearaufwand in der Praxis immer noch größer, er bietet jedoch in technischer Beziehung für das Schmauchen die geringste Schwierigkeit; um so größer ist dieselbe in bezug auf das Vermeiden des Rissigwerdens der Waren, dem sie während des Schmauchens ausgesetzt sind. Veranlassung hierzu geben: 1. die Ausdehnung des Ziegels durch die Wärme, 2. die durch die Erhitzung im Innern desselben sich bildenden Wasserdämpfe, und 3. die Zusammenziehung der Tonteilchen beim Austritt des Wassers: das sog. Schwinden; besonders wenn letzteres nur einseitig geschieht. Eine schnelle Steigerung der Temperatur können nur Waren aus ganz magerem Rohmaterial vertragen, jedoch muß dasselbe noch genügende Zusammenhangskraft besitzen. Je besser der Ton, je fetter die Mischung ist, desto vorsichtiger und langsamer muß der Schmauchprozeß geleitet werden.

Als Träger der freierwirdenden Dämpfe dient die Luft, die nicht allein in reichlicher Menge ununterbrochen zugeführt, sondern auch vor Kondensierung des in ihr enthaltenen Wasserdampfes geschützt werden muß. Ist die Luft genötigt, im Ofen selbst kältere Gebiete zu passieren, in welchen frische Waren von ihr bestrichen werden, dann darf sie demgemäß nicht mehr Feuchtigkeit aufgenommen haben, als sie bei der späteren Abkühlung noch in Dampfform behalten kann (vergl. Tabelle 1, S. 45); sonst würde unbedingt Kondensation eintreten und die zuletzt bestrichene Ware wieder feucht werden. Letzteres ist für die davon betroffenen Waren von größtem Nachteil, weil das kondensierte Wasser, durch die Rauchgase verunreinigt, Verbrennungsprodukte, besonders schwefelige Säure und Asche, enthält,

die sich an den feuchtgewordenen Oberflächen ablagern und dort höchst mißliebige Verfärbungen verursachen.

Das Schmauchen ist beendet, sobald jeder Ziegel bis in sein Inneres hinein auf den Siedepunkt, also auf  $100^{\circ}$  C., erwärmt ist. Bei dieser Temperatur, aber auch erst bei dieser, ist das ganze Wasser in Dampf verwandelt und als solcher ausgetrieben. Da jedoch Ton ein schlechter Wärmeleiter ist und, wie überhaupt alle Körper, eine bestimmte Menge Wärme verbraucht, um erhitzt zu werden, so muß die den Ziegel umgebende Luft entweder eine höhere Temperatur als  $100^{\circ}$  haben, oder die Dauer ihrer Einwirkung auf den Ziegel muß entsprechend verlängert werden. Nach den sorgfältigen Thermometermessungen, die Matern in seinem Ringofen vornahm, hat es sich gezeigt, daß die Ofentemperatur  $412^{\circ}$  betragen mußte, um einen gewöhnlichen Ziegel in der für den Betrieb des Ofens erforderlichen Zeit bis in das Innere hinein auf  $100^{\circ}$  zu erwärmen.

Das Vorwärmen bildet den natürlichen Übergang vom Schmauchen zum eigentlichen Brennen und unterscheidet sich bei den periodischen Öfen nur durch die niedrigere Temperatur von diesem letzteren.

Das eigentliche Brennen vollendet die Umwandlung des rohen Tones in eine steinähnliche Masse. Bei einer Temperatur von etwas über  $1000^{\circ}$  wird das letzte, das chemisch gebundene Wasser ausgetrieben; der Ton verliert seine matte Erdfarbe und nimmt, je nach seinen chemischen Bestandteilen, eine dunkelrote, bräunliche, hellrote oder gelbe Färbung an. Je mehr Kalk ein Ton enthält, desto hellgelber wird die Farbe, während sie um so röter wird, je mehr Eisen darin vorhanden ist. Von großem Einfluß ist hierbei auch die chemische Einwirkung der Flamme. Je mehr Sauerstoff die Feuer gasse durch reichliche Luftzufuhr enthalten, desto mehr kommt die rote Farbe durch Oxydation des Eisens zur Geltung; führen die Feuer gasse dagegen nur wenig oder gar keinen Sauerstoff mit sich, sondern viele Rauchgase, besonders Kohlenoxyde, dann tritt eine Reduktion des Eisens ein, und die Farbe wird hellrot oder gelb.

Welche Temperatur zum Garbrand eines Tones erforderlich ist, hängt von der Feuerbeständigkeit desselben ab; leichte Lehme sind schon bei weniger als  $1000^{\circ}$  genügend hart, bessere Tone erfordern durchschnittlich  $1200^{\circ}$ ; nur wenige von denjenigen Tonarten, die für landwirtschaftliche Erzeugnisse in Betracht kommen, bedürfen mehr als  $1500^{\circ}$ . Bis zum sogenannten Mittelbrande verlieren die Ziegel fast nichts von der Größe, die sie in trockenem Zustande besaßen, und der Scherben bleibt porös. Erst bei Hartbrand tritt das Schmelzen der leichtflüssigeren Bestandteile ein, wodurch eine größere Schwindung des Ziegels hervorgerufen wird, indem sich die Poren mehr oder weniger

zusammenziehen. Bei Klinkerbrand wird der Scherben glasartig und die Schwindung erreicht ihren Höhepunkt, während bei einer noch höheren Temperatur die Ziegel ihre Form verlieren, weil sie völlig zu schmelzen beginnen.

Die Nachglut nennt man das lange Anhalten der durch das eigentliche Brennen erzielten Glut. Durch sie bezweckt man das gleichmäßige Verteilen der Hitze im ganzen Ofen resp. in der Ofenkammer. Sie trägt sehr viel zur Erzielung einer reinen, gleichmäßigen Färbung und größeren Zähigkeit bei. Deshalb spielt ein langes Anhalten der Nachglut für bessere Waren eine Hauptrolle; für ordinäre Ziegel ist sie von geringerer Bedeutung.

Das Abkühlen folgt nach hinreichend langer Nachglut und wird durch Ableiten der Wärme unter Zuführung frischer Luft bewirkt. Einige Tone sind gegen schnelles Abkühlen sehr empfindlich, indem sie leicht Sprünge, sogen. Kühlrisse, bekommen. Um diese zu vermeiden, muß das Abkühlen langsam und vorsichtig geschehen.

Das Ausfahren der fertig gebrannten Waren bildet den Schluß der Ofenarbeiten. Damit wird dann gleichzeitig das Sortieren der Waren verbunden, vorausgesetzt, daß dieses nicht, wie bei Verblendern usw., eine besondere Arbeit bildet.

Das einfachste und vielleicht auch das älteste Verfahren beim Brennen gewöhnlicher Ziegel ist der sogen. Feldbrand, wobei die lufttrockenen Ziegel auf freiem Felde in Form von Feldöfen, auch Meiler genannt, aufgesetzt und gebrannt werden. Eine möglichst trocken gelegene Fläche wird geebnet und mit zwei flachliegenden Schichten von womöglich gebrannten Ziegeln bedeckt. Hierauf bildet man aus gebrannten oder ungebrannten Ziegeln eine Reihe Sohlkanäle, die mit Stückkohle gefüllt werden. Über diese Kanäle werden die zu brennenden Ziegel auf hoher Kante schichtenweise und im Verbande aufgesetzt, wobei zwischen jede Schicht und auch in die Spalten ausgefiebte Gruskohle gestreut wird. Die viereckige oder rechteckige Form dieses etwa 3,5 m hohen Feldofens erhält, indem man die Schichten in horizontaler Richtung immer kleiner werden läßt, nach oben zu eine Verjüngung. Sämtliche vier Seiten werden mit Strohhalm beworfen und verschmiert, und danach die Kohlen in den Sohlkanälen angezündet. Von hier aus gelangt nun die Glut durch die ganze Ofenmasse. Durch entsprechendes Abstellen der Luftzuführung in den unteren Kanälen kann man das Fortschreiten des Feuers regeln. Die Leitung des Feldbrandes erfordert viel Übung und ist nur von damit vertrauten Arbeitern durchzuführen. Der einzige Vorteil des Feldbrandes besteht darin, daß man eine größere Menge Ziegel schnell brennen kann, ohne besondere Kosten für den Bau eines Ofens aufwenden zu müssen. Bei der Neuanlage einer Ziegelei in einer Gegend, wo

gebrannte Ziegel gar nicht oder nur mit großen Kosten zu beschaffen sind, kann deshalb die vorübergehende Verwendung eines Feldbrandes in Betracht kommen; bei anhaltendem Bedarf von gebrannten Ziegeln soll man jedoch immer dem Bau eines wirklichen Ofens den Vorzug geben. Durch die unmittelbare Berührung der zu brennenden Ziegel mit den Kohlen ist der Verbrauch von Brennmaterial im Feldofen zwar ein sehr geringer; der Nachteil aber, der durch Verunreinigung der Ziegel durch Asche und Schlacken, sowie durch den nie ganz zu vermeidenden Schmolz, herbeigeführt wird, ist so bedeutend, daß der

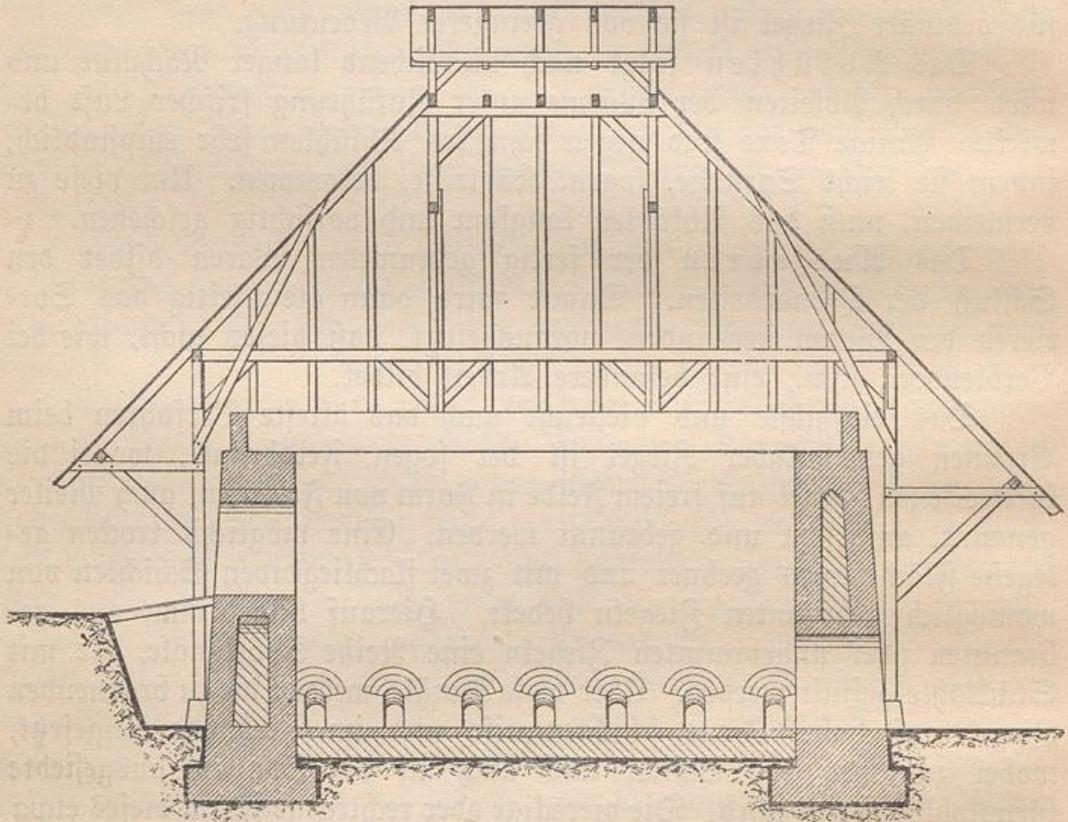


Fig. 56. Offener deutscher Ofen. Längsschnitt.

Feldbrand selten mehr als  $\frac{2}{3}$  des ganzen Ziegelquantums als brauchbar liefert. Aber auch diese Ziegel fallen nie so gut aus wie solche, die in einem wirklichen Ofen gebrannt werden. Der Grund davon liegt außer in dem erwähnten Übelstande, der Berührung der Waren mit den Kohlen, noch besonders darin, daß ein regelmäßiges Schmauchen unmöglich ist. Die Spalten zwischen den einzelnen Ziegeln sind zum Teil durch Kohlen verstopft, das Abziehen der Wasserdämpfe wird hierdurch stark erschwert, und das Entzünden der Kohle erfolgt so schnell, daß ein langsames Vorwärmen nicht möglich ist.

Um diesen Übelständen möglichst abzuhelpfen, hat man Feldöfen

gesetzt, bei denen ein Zwischenstreuen von Kohlen nicht stattfindet; die unteren Kanäle sind dann als Schürzgassen ausgebildet, in welchen meistens mit Holz gebrannt wird. Hierbei hat jedoch die Witterung und die Windrichtung sehr großen Einfluß auf die Verbreitung der Hitze im Ofen, weil die Glut leicht nach einer Seite getrieben wird und dort Schmolz erzeugt, während die andere Seite trotz größeren Aufwandes von Brennmaterial nur Schwachbrand oder halbgare Steine liefert. Infolgedessen stellte man Feldöfen mit festen, gemauerten Wänden her und versah sie mit einer leichten Bedachung.

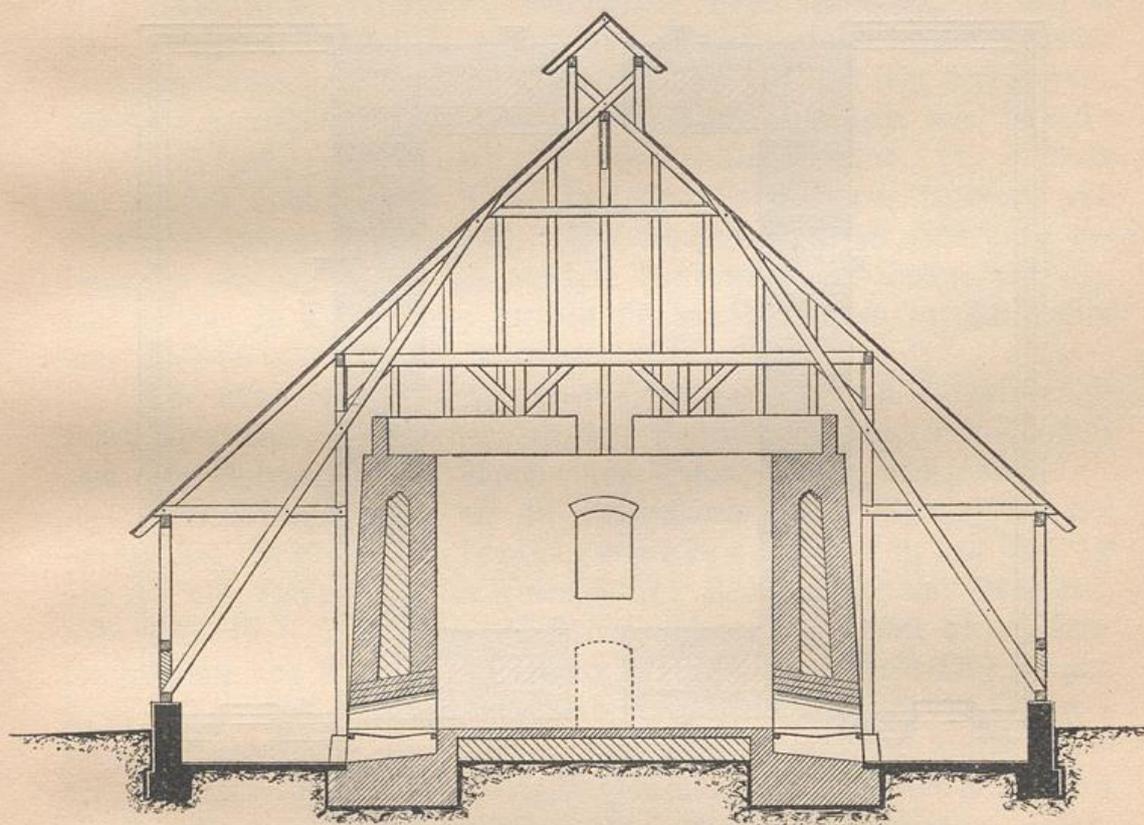


Fig. 57. Offener deutscher Ofen. Querschnitt.

Aus diesen Anfängen mag sich wohl der offene deutsche Ofen entwickelt haben, der in Fig. 56—58 in Längsschnitt, Querschnitt und Grundriß dargestellt ist. Öfen dieser Art werden heute noch zuweilen zum Brennen besserer Waren gebaut. In den beiden Längswänden sind eine Anzahl einander gegenüberliegender Heizungen angebracht, welche beim Einsetzen durch Kanäle aus ungebrannten Ziegeln miteinander verbunden werden; durch allmähliches Übertragen der Deckschichten über diesen Kanälen wird eine Unterlage gebildet, auf welcher der Einsatz fest und sicher aufgebaut werden kann. In jeder Giebelwand befindet sich eine Ein-

farrtüre. Wenn das Terrain es gestattet, ist es zweckmäßig, die Türen (wie in der Zeichnung angegeben) in verschiedener Höhe anzulegen, wodurch das Einsetzen und Ausfahren erleichtert wird. Läßt die Örtlichkeit das nicht zu, so bringt man nur eine Einfahrtüre an, deren Höhe dann derjenigen des Ofens fast gleichkommen muß. Der Ofen hat kein Gewölbe, der Einsatz wird wie im Feldofen mit zwei Flachsichten, zuweilen aber auch mit Lehm oder Erde darüber, zugedeckt. In dieser Deckschicht werden eine Anzahl Abzugsöffnungen zum Entweichen der Schmauch- und Rauchgase angebracht. Indem

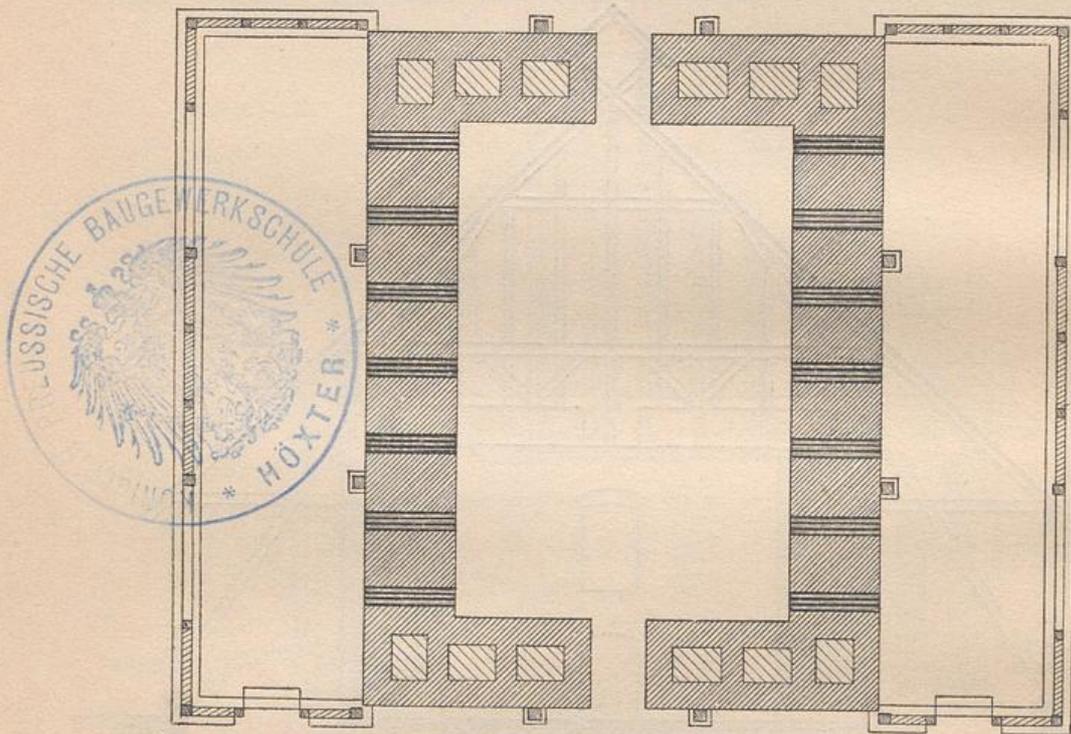


Fig. 58. Offener deutscher Ofen. Grundriß.

man einige dieser Abzugsöffnungen mehr oder weniger zudeckt, hat man es in der Gewalt, die Glut beliebig zu leiten und einen gleichmäßigen Brand zu erzielen. Die Koste, wie überhaupt die Heizungen, lassen sich für alle Arten von Brennmaterial einrichten; der Verbrauch an letzterem ist aber ein so großer, daß dieser Ofen mit Recht den Namen „Kohlenfresser“ trägt. Trotz alledem wird derselbe, wie schon erwähnt, heute noch viel gebraucht, da man mit ihm einen gleichmäßigen Brand erzielt. Die Ursache hiervon liegt zum Teile in der gleichmäßigen Verteilung des Feuers über die ganze Ofensohle, hauptsächlich aber darin, daß man den Schmauchprozeß besser leiten kann, und daß die freigewordenen Wasserdämpfe nach oben entweichen und nicht in Gefahr kommen, wieder zu kondensieren. Die von den

Wasserdämpfen bestrichenen Steine erreichen sehr bald eine so hohe Temperatur, daß eine Abkühlung bis unter den Taupunkt nicht stattfindet. Während des Schmauchens bleiben sämtliche Heitzüren offen, sie werden erst geschlossen, sobald alle Wasserdämpfe ausgetrieben sind und das Vollfeuer anfängt.

Um den Kohlenverbrauch etwas zu verringern, hat man den offenen deutschen Ofen mit einem Gewölbe versehen, in welchem die Abzugslöcher als kleine Schornsteine ausgebildet sind. Auch wurde der Ofen da, wo das Material tragfähig genug war, um eine hohe Aufschichtung zu vertragen, beträchtlich höher gemacht, so daß er durch mehrere Stockwerke reichte und oben in einen kurzen Schornstein ausmündete. Die Grundrißform dieser Ofen ist sehr verschieden: quadratisch, rechteckig oder rund, wodurch Benennungen wie Druckofen, Stockofen, Rundofen usw. entstanden sind. In Holland werden fast ausschließlich diese Ofen zum Brennen von Klinkern und allerlei Ziegelwaren gebraucht. Sie erhalten dort oft eine ganz bedeutende Größe, so daß sie mehrere hunderttausend Steine auf einmal fassen; in Deutschland werden sie gewöhnlich nur zur Aufnahme von 30—60 000 Steinen angelegt.

Die allen bisher beschriebenen Ofen gemeinsamen Eigentümlichkeiten sind: das Heizen von unten, das Brennen mit steigender Flamme und das Entweichen der Rauch- und Schmauchgase nach oben.

Eine Ofengattung, die in Deutschland große Verbreitung gefunden hat, ist der Kasseler Flammofen, welcher in den Fig. 59 bis 61 als Doppelofen im Querschnitt, Längsschnitt und Grundriß dargestellt ist. Wie schon der Name andeutet, stammt diese Ofenkonstruktion aus Kassel, ihr Erfinder war der verstorbene Oberbergrat C. A. Henschel daselbst, ein Bruder des ersten Besitzers der Möncheberger Gewerkschaft bei Kassel. Der erste Flammofen wurde Ende der zwanziger Jahre des vorigen Jahrhunderts auf dem genannten Werke erbaut. Da sich derselbe, den damaligen Ansprüchen gemäß, gut bewährte, wurden nach und nach eine große Anzahl solcher Ofen angelegt, so daß schließlich sämtliche Waren des großen Werkes in Flammöfen gebrannt wurden. Noch im Jahre 1880, als der Verfasser die Leitung der Möncheberger Gewerkschaft übernahm, fand er 17 Kasseler Flammöfen vor, die er im Laufe einiger Jahre alle abbrechen und durch neue, zeitgemäßere Ofen ersetzen ließ.

Der Kasseler Flammofen unterscheidet sich von den vorher beschriebenen Ofen durch seine langgestreckte Form, durch die an einem Ende außerhalb des Einsatzraumes angebrachte Heizung und durch die horizontale Richtung des Zuges, die durch den am entgegengesetzten Ende befindlichen Schornstein hervorgebracht wird.

Die unmittelbar hinter der Heizung angebrachte durchbrochene

Querwand, der sogen. Ständer, wird aus feuerfesten Ziegelsteinen aufgeführt und hat den Zweck, das Brennmaterial und die Schlacken

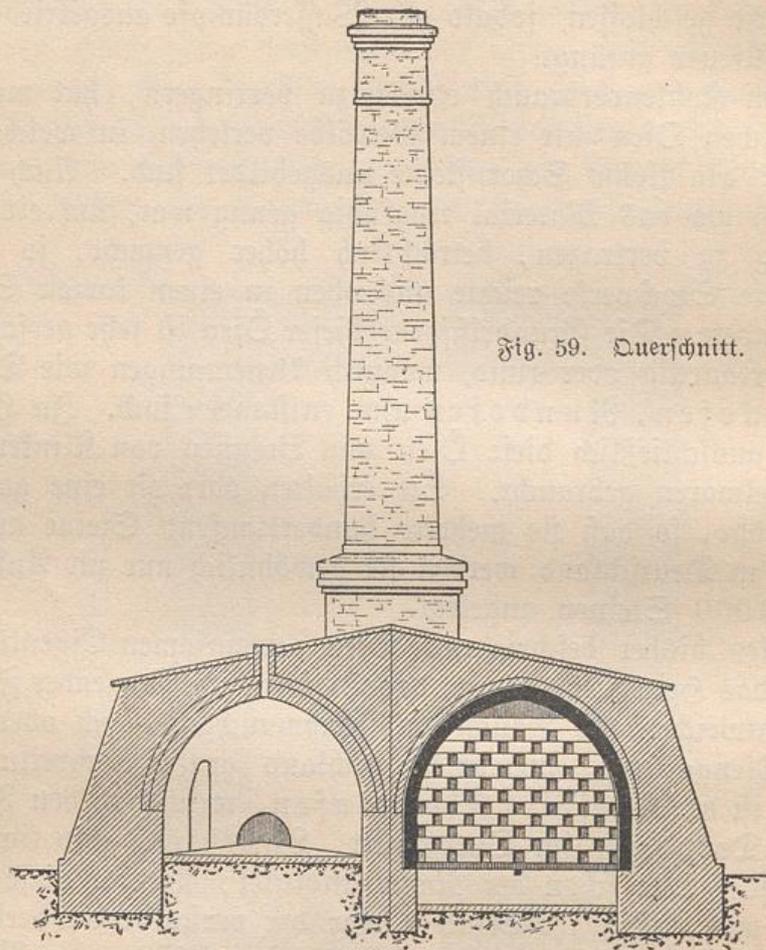


Fig. 59. Querschnitt.

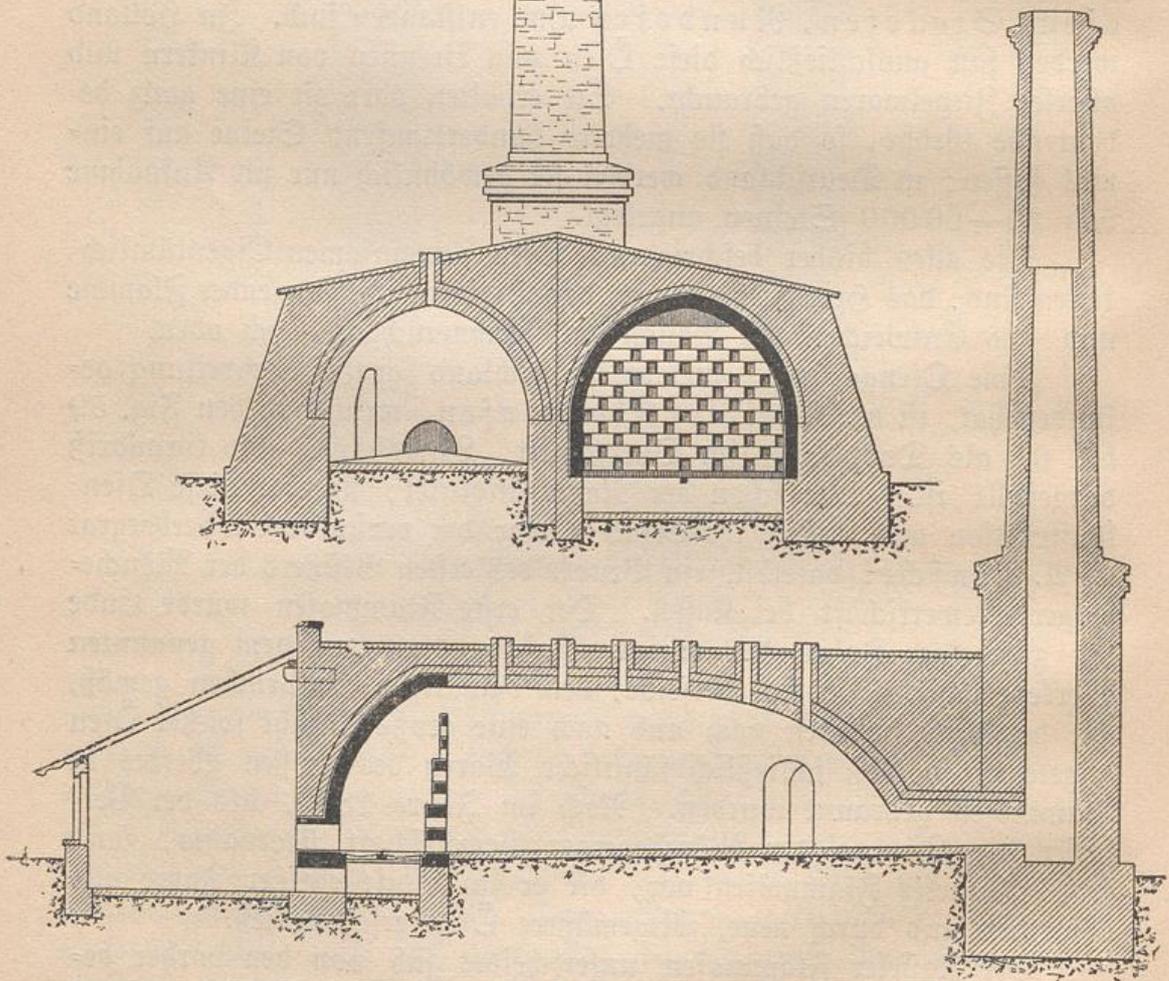


Fig. 60. Raffeler Flammofen. Längsschnitt.

zurückzuhalten, so daß nur die Flamme selbst in den Ofen gelangt. Daher die Benennung „Flammofen“. Der Ofen verjüngt sich nach hinten und endet in den mit der Ofensohle in gleicher Höhe an-

gebrachten Rauchkanal. Das Gewölbe ist mit einer Anzahl Löcher versehen, die während des Brennens zur Beobachtung des Feuers und später zur Beschleunigung des Abkühlens bestimmt sind. Der Ofen wird gewöhnlich als Doppelofen und ohne Dach gebaut, dafür aber oben mit einer schrägen Abpflasterung zur Ableitung des Regenwassers versehen. Nur der Schürraum erhält ein leichtes Dach.

Der Kasseler Flammofen braucht unter sonst gleichen Umständen etwas weniger Brennmaterial als der offene deutsche Ofen; ferner hat er den Vorteil, daß das Brennmaterial nicht in unmittelbare

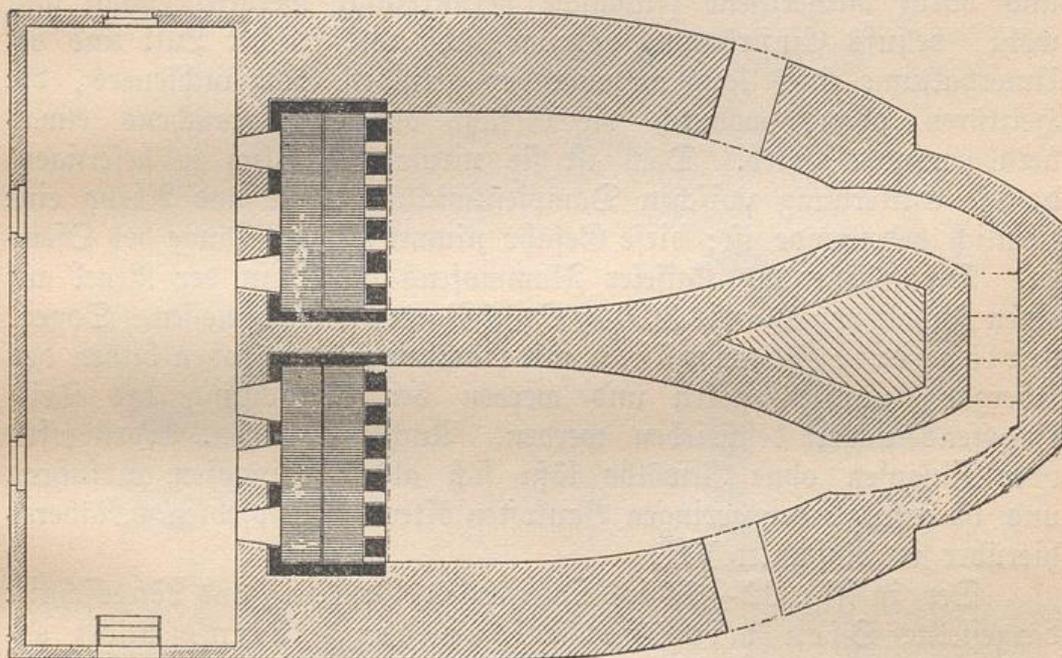


Fig. 61. Kasseler Flammofen. Grundriß.

Berührung mit den zu brennenden Waren kommt. Trotzdem weist der Betrieb so bedeutende Mängel auf, daß wohl heute niemand mehr einen solchen Ofen bauen wird, dem die Vorteile der neueren Ofenkonstruktionen bekannt sind. Der größte Fehler des Kasseler Flammofens besteht darin, daß die Waren unmittelbar hinter der Heizung trotz aller Vorsicht viel härter gebrannt werden als am entgegengesetzten Ende in der Nähe des Schornsteins. In der Regel ist nur die Hälfte der von einem solchen Ofen gelieferten Waren, und zwar die aus der Mitte des Ofens, gut gebrannt, wogegen das erste Viertel zu hart, das letzte zu schwach gebrannt ist. Wo es sich um verschiedenartige Waren handelt, da läßt sich dieser Übelstand durch richtige Verteilung derselben im Ofen einigermaßen ausgleichen. Man setzt z. B. vorn Ziegel ein, die verflinkert werden sollen,

in der Mitte gute Durchschnittsware und hinten leichtes Flachwerk oder poröse Ziegel, die, selbst bei geringerer Temperatur genügend hart gebrannt werden. Ein weiterer Übelstand, der sich beim Brennen in diesen Öfen ergibt, ist die große Neigung zum Verschmauchen der Waren. Die der Feuerung am nächsten stehenden Ziegel geben, durch die Einwirkung der Wärme, ihre Feuchtigkeit zuerst in Dampfform ab. Diese Dämpfe müssen nun auf ihrem Wege nach dem Schornstein Gebiete durchstreifen, die noch kalt sind; infolgedessen kühlen sie sich ab, kondensieren und schlagen in Tauform auf die hier befindlichen Waren nieder, die dadurch erweicht und durch mitgerissene Flugasche verunreinigt werden. Man läßt wohl, behufs Einströmung von möglichst viel frischer Luft und bei Unterhaltung eines lang andauernden gelinden Schmauchfeuers, die Heiztüren offen, wodurch die Gefahr des Verschrauchens etwas herabgemindert wird. Doch ist sie niemals gänzlich zu beseitigen, da die Entfernung zwischen Dampfentwicklungsstelle und Abzug eine ziemlich bedeutende ist; diese Gefahr nimmt mit der Länge des Ofens zu. Die Größe des Kasseler Flammofens wurde in der Regel auf einen Inhalt von 15- bis 30 000 Stück Normalsteine bemessen. Sogen. verlängerte Flammöfen mit Nachheizung von oben bilden den Übergang zum Ringofen und werden bei Betrachtung des Teilringofens näher beschrieben werden. Auch der sogen. Erdringofen oder Ringofen ohne Gewölbe läßt sich als Teilringofen ausführen und ist infolge der geringen Baukosten öfters zu empfehlen. Näheres hierüber in Abschnitt VII.

Der in Fig. 62—64 im Querschnitt, Grundriß und Längsschnitt dargestellte Ofen mit überschlagender Flamme bildet gewissermaßen das Gegenstück zum deutschen Ofen. Während die Flamme bei letzterem nach oben steigt, fällt sie bei jenem unter Einwirkung des Zuges von oben nach unten. Die Heizungen können entweder einseitig oder, wie in den Abbildungen angegeben, zweiseitig angeordnet werden. Sie sind ähnlich wie beim Kasseler Flammofen durch feuerfeste Wände vom eigentlichen Ofenraume getrennt, so daß also auch hier das Brennmaterial mit den Waren nicht in Berührung kommt. Diese Wände reichen nicht bis an das Gewölbe, sondern bilden eine Feuerbrücke; dadurch ist die auf den Kosten entwickelte Flamme gezwungen, erst bis gegen das Gewölbe zu steigen und über die Brücke hinweg von oben nach unten in den Ofen zu schlagen. Zuweilen werden diese Wände noch mit kleinen Öffnungen versehen, so daß die Flamme zum Teil auch in horizontaler Richtung in den Ofen gelangt. Die Rauchabzugsöffnungen liegen unterhalb der Ofensohle und sind durch eine Reihe kleiner Kanäle mit dem eigentlichen zum Schornstein führenden Rauchkanal verbunden. Dieser Ofen

findet besonders Anwendung beim Brennen besserer Waren, die eine höhere Temperatur zum Garbrand erfordern, so z. B. für Röhre, Trottoirplatten, verflinkerte Dachziegel, glasierte Terrakotten usw. Der Vorteil des Ofens mit überschlagender Flamme besteht darin, daß das Garbrennen von oben nach unten fortschreitet, wodurch die Gefahr des Deformierens infolge Belastung verringert wird. Der Verbrauch von Brennmaterial ist jedoch ein ziemlich großer. Erstens, weil eine gewisse Kraft erforderlich ist, um die Flamme nach unten zu ziehen, zweitens, weil ein großer Teil der Wärme durch Erhitzen des Ofenmauerwerkes verloren geht, bevor sie in den eigentlichen

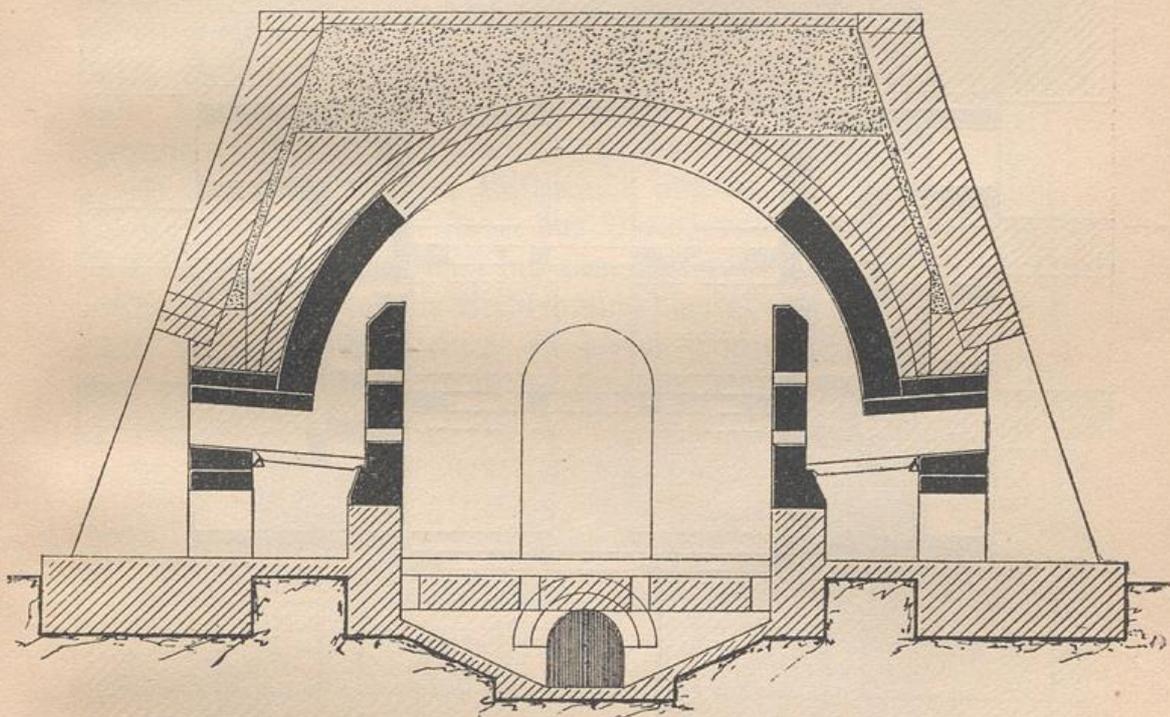


Fig. 62. Ofen mit überschlagender Flamme. Querschnitt.

Ofenraum gelangt. Dieser Umstand kommt jedoch bei diesen Öfen, die nur zum Brennen feinerer Ware mit höherem Verkaufswert benutzt werden, weniger in Betracht; trotzdem ist man immer mehr und mehr bestrebt, auch für diese Waren billiger arbeitende Öfen zu konstruieren. Durch Zusammenkuppelung einzelner derartiger Öfen und Überführen der während der Abkühlung frei werdenden Wärme aus einem Ofen in einen andern, frisch gefüllten, hat man wohl eine kleine Verbesserung erreicht, aber doch noch nicht annähernd eine so vorzügliche Ausnutzung des Brennmaterials wie in den kontinuierlich brennenden Kammeröfen, welche weiter unten näher beschrieben sind.

Unter Zugrundelegen des Prinzips, mit niedergehender Flamme zu brennen, sind viele mehr oder weniger abweichende Ofenkonstruktionen entstanden, von welchen besonders der runde englische Ofen zu erwähnen ist, bei welchem die Flamme im Ofen-

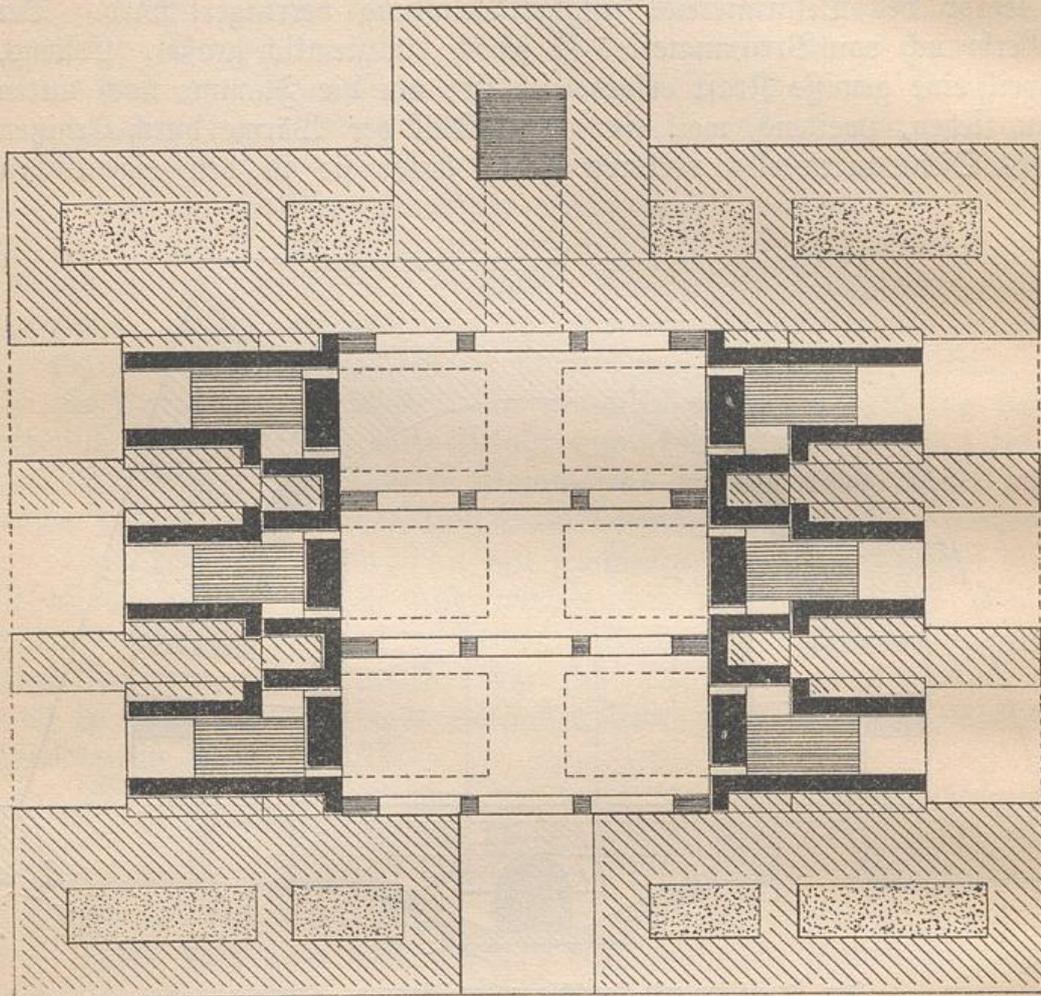


Fig. 63. Ofen mit überschlagender Flamme. Grundriß.

einfache selbst bis zum Gewölbe emporsteigt, sich nach allen Seiten verbreitet und sich dann in abwärtsgehender Richtung zum Abzug in der Ofensohle bewegt. Die Heizungen sind hierbei nicht mit einem horizontalen Roste versehen, sondern die Kohlen werden in einen nach außen führenden Heizkanal durch eine im Gewölbe desselben befindliche Öffnung gefüllt, während vorn an der Mündung des Kanals eine  $\frac{1}{2}$  Stein starke Wand von feuerfesten Ziegeln lose aufgestellt wird. In der letzteren sind einige Öffnungen gelassen, durch welche die Luft in den Verbrennungsraum eintritt.

Von anderen periodisch brennenden Öfen erwähne ich nur noch die Öfen mit Gas- und Halbgasfeuerung, die jedoch nur für das Brennen von Steingut, Porzellan, Trottoirplatten, Röhren, also für höhere keramische Produkte in Betracht kommen und in landwirtschaftlichen Ziegeleien keine Anwendung finden.

Die bisher beschriebenen Öfen bezeichnet man als „periodische“; d. h. jeder Brand in denselben umfaßt eine in sich abgeschlossene Arbeitsperiode. Die eingesetzten Waren werden unter reichlicher Zuführung von frischer Luft und bei gleichzeitig langsam zunehmender Heizung angewärmt, ausgetrocknet, geschmaucht. Durch Verminderung der Luftzufuhr und Erhöhung der Temperatur findet das Vorwärmen statt, welches nach und nach bis zum Garbrand gesteigert wird. Die zur Verbrennung dienende Luft, die sogen. Speiseluft, ist jedoch immer kalt und erwärmt sich erst in der Heizung selbst

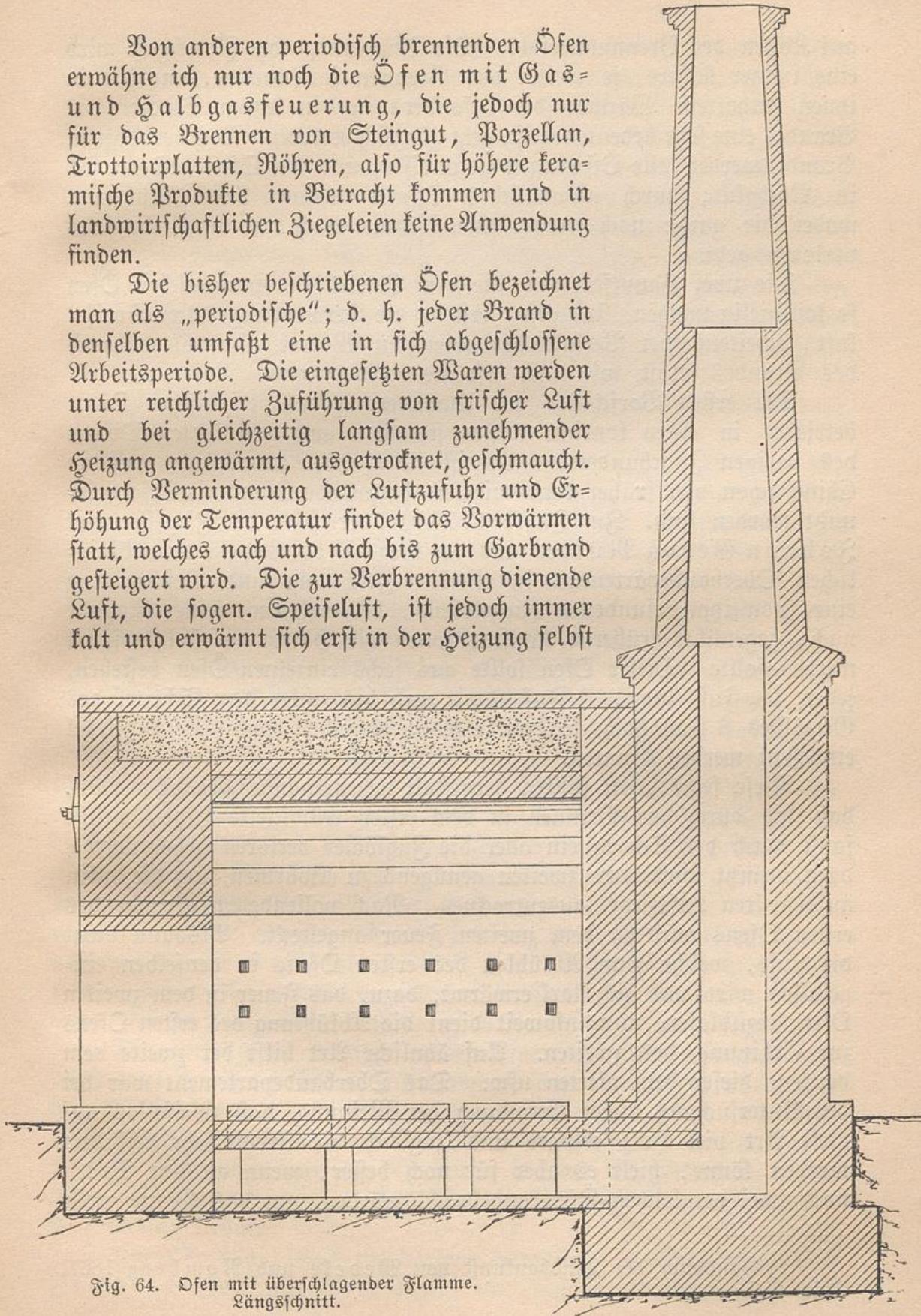


Fig. 64. Öfen mit überschlagender Flamme.  
Längsschnitt.

auf Kosten des Brennmaterials. Die Temperatur der Rauchgase wird eine immer höhere, je weiter das Brennen fortschreitet, und die in ihnen enthaltene Wärme, die besonders in den letzten Stadien des Brandes eine sehr bedeutende ist, geht gänzlich verloren. Nach beendigtem Brande werden alle Öffnungen geschlossen, und der Ofen befindet sich in Nachglut; durch allmähliches Öffnen beginnt die Abkühlung, wobei die ganze noch vorhandene Wärme nach und nach ebenfalls verloren geht.

Die zwei Hauptfaktoren, die den Betrieb der periodischen Öfen so kostspielig machen, sind also: erstens die Verwendung kalter Speiseluft, zweitens der Verlust der erzeugten Wärme, sowohl während des Brandes selbst, wie nach erfolgtem Garbrande.

Die ersten Vorschläge zur Umänderung des periodischen Ofenbetriebes in einen kontinuierlichen stammen aus dem letzten Drittel des vorigen Jahrhunderts. Es ist aber nicht unmöglich, daß in China schon viel früher kontinuierlich brennende Öfen mit Erfolg benutzt worden sind. Im Jahre 1776\*) überreichte der Ziegelbrenner Johann Georg Müller aus der Gegend bei Leipzig dem königlichen Oberbaudepartement in Berlin Zeichnung und Beschreibung eines von ihm erfundenen Ziegelofens, bei welchem, seiner Angabe nach, gegenüber früheren Konstruktionen die Hälfte an Holz erspart werden sollte. Dieser Ofen sollte aus sechs einzelnen Öfen bestehen, jeder 16 Fuß lang, 6 Fuß breit und bis unter den Scheitel des Gewölbes 8 Fuß hoch, so daß in jedem derselben etwa 10 000 Ziegel eingesetzt werden konnten.

Diese sechs Öfen sollten dergestalt nebeneinander gebaut werden, daß die durch das Brennen in dem ersten entwickelte Hitze, welche sonst durch den Schornstein oder die Zuglöcher verloren gehen würde, dazu benutzt wird, den zweiten genügend zu erwärmen, um die darin aufgestellten Luftziegel auszutrocknen. Nach vollendetem Brande des ersten Ofens wird in dem zweiten Feuer angesteckt. Alsdann dient die Luft, welche zum Abkühlen des ersten Ofens in denselben eingelassen wird und sich stark erwärmt, dazu, das Feuer in dem zweiten Ofen anzublase, und insoweit dient die Abkühlung des ersten Ofens zur Erhitzung des zweiten. Auf ähnliche Art hilft der zweite dem dritten, dieser dem vierten usw. Das Oberbaudepartement war bei der Untersuchung dieser Erfindung der Meinung, daß zweifellos auf diese Art viel Holz erspart und zugleich die Arbeit sehr gefördert werden könne, hielt es aber für noch besser, wenn an den Seiten noch zwei dergleichen Öfen angebracht würden, um das Ganze mehr

\*) Handbuch der Landbaukunst von Wedeke und Romberg 1861, Seite 277.

in Rundung zu bringen. Es müßte aber dabei auch vorausgesetzt werden, daß solche Öfen eigentlich nur an Orten zu brauchen sind, wo sie den ganzen Sommer über fortwährend in Betrieb erhalten werden können, wo also viele und große Bauten vorgenommen werden. Der Erfinder selbst stellt solches nicht in Abrede. Einerseits, weil die Kosten eines solchen Ofens nach einem dazu angefertigten Bauanschlage wegen des vielen Mauerwerkes und der künstlichen Leitungen der vielen Zugröhren sehr hoch zu stehen kamen, und andernteils wegen des Bedenkens, daß es einer so großen Ziegelei bei den vielen in den Königlich preussischen Landen bereits etablierten Ziegeleien an Absatz fehlen würde, ist die Ausführung eines solchen Ziegelofens von seiten Preußens unterblieben.

Jedenfalls ein die damaligen Verhältnisse und Anschauungen scharf charakterisierendes Urteil.

Ein anderes System eines kontinuierlichen Ofens erwähnt das Civil Eng. and Arch. Journ. 1849, June, p. 188, nach welchem die Ainslie Brick and Tile Mashine Company in Alpeston einen solchen, der aus einer Reihe Einzelöfen bestand, in Betrieb hatte. Bei diesem Ofen glaubt die Kompanie, die ein Patent darauf erhalten hat, eine Ersparnis an Brennmaterial von mehr als 75 % zu erreichen. In der Beschreibung sagt sie u. a.:

„Da dieselbe Feuerluft durch eine Reihe von zwei, drei oder vier hintereinanderstehenden Öfen streicht, so wird der letzte zum langsamen Trocknen verwendet, und die Waren werden darin aufgestellt, sobald sie das Aufeinanderstehen vertragen können. Dies gewährt den Vorteil, daß bei schönem Wetter die Ziegel gleich den ersten oder zweiten Tag nach ihrer Fertigstellung in den Ofen gebracht werden können, bei feuchtem Wetter dagegen am dritten oder vierten Tage. So läßt sich die Ziegelfabrikation das ganze Jahr hindurch fortsetzen, mit alleiniger Ausnahme der Frosttage. Bei dem alten Verfahren dagegen erstreckt sich die Zeit der Ziegelfabrikation nur auf 5 bis 6 Monate. Es ist klar, daß hierdurch gleichzeitig eine namhafte Ersparnis an Trockenschuppen gemacht wird. Diese Öfen sind so konstruiert, daß sie ihren Rauch vollständig verzehren.“

Die mehr oder weniger unbeholfenen Ofenkonstruktionen von Maurermeister Arnold in Fürstenwalde aus dem Jahre 1839 und von G. Hullmann in Ekhorn, welche im Jahre 1854 in Oldenburg patentiert wurden, strebten die Kontinuität des Ofenbetriebes an; sie sind aber nur als Vorläufer für die Verwirklichung einer Idee zu betrachten, durch welche die Ziegelindustrie den großartigsten Aufschwung nehmen sollte.

Am 27. Mai 1858 wurde dem damaligen Königl. Baumeister Friedrich Hoffmann in Berlin und dem Stadtbaurat A. Licht

in Danzig ein preußisches Patent auf einen ringsförmigen Ofen zum unausgesetzten Brennen von Ziegeln usw. auf 5 Jahre erteilt und später auf 10 Jahre verlängert.

Der erste Ringofen wurde Ende der fünfziger Jahre in Scholvin unweit Stettin erbaut. Einen wirklichen Erfolg hatte diese Erfindung in den ersten neun Jahren aber nicht aufzuweisen. Erst nach der Pariser Weltausstellung im Jahre 1867, auf welcher Hoffmann den ersten Preis, die große goldene Medaille, erhielt, gewann der Ringofen an Verbreitung. Auch der im Jahre 1865 von Hoffmann gegründete „Deutsche Verein für Fabrikation von Ziegeln, Tonwaren, Kalk und Zement“ hat unendlich viel dazu beigetragen, dem Ringofen zu seinem Siegeszuge über die ganze Erde zu verhelfen, und hat dem deutschen Erfindungsgeiste und der deutschen Ziegeleiindustrie in allen zivilisierten Ländern eine dauernde Anerkennung errungen.

Über den Ringofen und seine Bedeutung sprach sich Dr. Delbrück in seiner Festrede zur 25jährigen Jubelfeier des obengenannten Vereins am 21. Februar 1889 wie folgt aus:

„Meine Herren! Unser Verein war im Beginn seiner Existenz im wesentlichen ein Ringofenverein. Als solchen bezeichnete ihn der Begründer dieses Vereins in der ersten Sitzung. In den ersten fünf bis sechs Jahren nahmen die Bestrebungen um die Entwicklung des Ringofens einen sehr wesentlichen und hervorragenden Anteil an den Debatten in Anspruch. Es war dies auch sehr erklärlich: der Ringofen war erst seit kurzer Zeit erfunden, und seine Bedeutung für die in unserem Verein vertretenen Industrien war eine enorme. Einen solchen Schritt vorwärts in ökonomischer Beziehung, wie ihn unsere Industrie durch die Erfindung des Ringofens getan hat, hat sie weder vorher noch nachher gesehen. Das Verdienst von Friedrich Hoffmann, der Ziegeleiindustrie den Ringofen geschenkt zu haben, wird wahrlich nur in geringem Maße durch den Prozeß vermindert, welcher gegen ihn geführt wurde, und durch welchen man ihm das Recht der Erfindung streitig machte. Es ist nicht meine Absicht, die Berechtigung oder Nichtberechtigung dieses Streites mit einem Worte zu berühren, ich will aber meine Ansicht dahin aussprechen, daß, gleichviel ob Hoffmann der erste Erfinder war oder nicht, sein Verdienst um die Einführung des Ringofens nicht tangiert wird. Es ist für den Gewerbetreibenden zunächst ganz gleichgültig, ob irgendwo eine Erfindung in dem Haupte eines Mannes oder sogar auf dem Papier existiert, wenn ihm die Erfindung nicht zugänglich gemacht wird, wenn er sie nicht benutzen kann, wenn sie nicht derartig lebensfähig gemacht ist, daß sie nutzbar gemacht werden kann. Dieses Verdienst hat Friedrich Hoffmann ohne allen Zweifel, er hat mit der ihm eigenen Energie die Schwierigkeiten,

welche der Einführung und Nutzbarmachung des Ringofens entgegenstanden, besiegt. Ich bin persönlich Zeuge der ersten Mißerfolge gewesen, welche die Anwendung des Ringofens in der Nähe von Stettin mit sich gebracht hat. Ja, mancher schwächere und weniger energische Mann hätte wohl verzagt den Schwierigkeiten gegenüber, welche sich der wirklich nutzbaren Anwendung damals entgegenstellten. Hoffmann ist nicht erlahmt: er hat mit einer außerordentlich energischen Anstrengung alle diejenigen Hindernisse, welche sich noch der Anwendung des Ringofens entgegenstellten, zu beseitigen gewußt: er hat schließlich zu einer Zeit, als unser Verein gegründet wurde, den Beweis geliefert, daß mit dem Ringofen ein Ofen in die Industrie eingeführt worden ist, welcher gegen den früheren Verbrauch von Brennmaterial nur noch  $\frac{1}{4}$  oder  $\frac{1}{5}$  nötig hatte. Ja, m. H., das war ein Fortschritt von ganz enormer Bedeutung, nicht nur für den Ziegeleibetrieb, sondern auch in allgemeiner nationalökonomischer Beziehung, in bezug auf die große Ersparnis an Brennmaterial, welche eine Ersparnis an Kohle überhaupt repräsentiert. Der Ringofen basiert auf dem ununterbrochenen Betriebe, und was später auch an neuen Ofenkonstruktionen erfunden worden ist — dieses Prinzip ist nicht wieder verlassen worden, denn gerade auf dieser Ununterbrochenheit beruht der hohe Wert des Ringofens.“

Bei Besprechung des Kasseler Flammofens ist bereits gesagt worden, daß derjenige Teil des Einsatzes, welcher der Heizung am nächsten steht, zu hart gebrannt wird, während nur die Mitte gutgebrannte Ziegel, der hintere Teil dagegen Schwachbrand liefert. Die Hauptsache bei der neuen Erfindung, die zur Entstehung des Ringofens führte, war also, um es so auszudrücken, nur den mittleren Teil des Ofens zu verlängern und die beiden Enden zu beseitigen. Da aber die Flamme, welche auf einem festliegenden Herde entwickelt wird, ihre Wirkung nur auf eine ganz bestimmte Länge ausüben kann, so ließ sich die nachteilige Wirkung, welche die langandauernde Heizung auf die zunächst stehenden Waren ausübte, nur dadurch beseitigen, daß sie statt an einer bestimmten Stelle festzuliegen, zu einer beweglichen gemacht wurde. Soweit mögen wohl die Ideen derjenigen gereicht haben, welche die erwähnten Vorläufer des Ringofens erfanden; sie konnten sich aber nicht von dem Begriffe trennen, daß eine Heizung auch einen Koft haben müsse. Sie ordneten darum eine Reihe einzeln zu heizender Kofte an, von denen sie jeden so lange beheizten, bis die betreffende Ware gargebrannt war. Hoffmann war unbedingt der erste, der zielbewußt die Heizung auf festliegenden Koften verließ und statt dieser rostähnliche Heizschächte aus den zu brennenden Ziegeln in den Einsatz baute, die von der Sohle des Ofens bis unter das Gewölbe reichten. Über diesen Heizschächten brachte er

im Gewölbe selbst Heiz- oder Schürlöcher an, durch welche das Brennmaterial eingeführt wurde.

Denkt man sich nun den Kasseler Flammofen bedeutend verlängert und gleichfalls mit Heizlöchern im Gewölbe versehen, unter welchen Heizschächte aus ungebrannten Ziegeln im Einsatze aufgebaut sind, dann kann man, wie leicht einzusehen ist, nachdem der Ofen wie gewöhnlich vorn auf dem Roste angesteckt und der erste Teil des Einsatzes in Vollglut gekommen ist, mit dem Heizen daselbst aufhören und die Glut im Ofen durch Einstreuen des Brennmaterials von oben weiter unterhalten. Das Feuer auf dem Roste verlöscht allmählich, die frische Luft strömt durch den kaltgewordenen Rost fortwährend in den Ofen ein und tritt, nachdem sie sich selbst an den bereits gebrannten Ziegeln stark erwärmt, die letzteren aber gleichzeitig abgekühlt hat, als heiße Speiseluft an die Verbrennungsstelle. Die von oben eingestreuten Kohlen bleiben auf den einzelnen Ziegeln der Heizschächte von oben bis unten gleichmäßig verteilt liegen, so daß sie von der heißen Speiseluft gleichmäßig bestrichen werden und infolgedessen auf die günstigste Art verbrennen.

Die durch die Verbrennung des Heizmaterials entstehenden gasförmigen Produkte enthalten eine bedeutende Menge Wärme. Sie ziehen, von dem Schornsteinzuge beeinflusst, durch den hinteren Teil des Ofens, geben ihre Wärme an die daselbst befindlichen Ziegel ab und trocknen dieselben aus, worauf sie den Ofen durch den Rauchkanal verlassen. Ist der gedachte Ofen nun so lang, daß das Feuer eine Reihe von Tagen braucht, um von einem Ende des Ofens bis zum anderen vorzudringen, so wird es sich natürlich immer mehr und mehr von der Anfangsstelle, vom Ansteckungsroste, entfernen. Die dem Roste zunächst befindlichen Ziegel werden infolgedessen durch die fortwährend hindurchströmende kalte Luft so weit abgekühlt sein, daß man ohne Bedenken für die Unterhaltung des Streufeuers die Giebelwand mit samt dem Roste entfernen und die abgekühlten Steine ausfahren kann.

An dem entgegengesetzten Ende des Ofens ziehen die Verbrennungsgase, wie schon erwähnt, stark abgekühlt ab. Es würde deshalb hier statt einer festen Giebelwand auch eine dünne Wand, ja selbst eine Trennung aus Papier zwischen den abziehenden Rauchgasen und der äußeren atmosphärischen Luft genügen. Denkt man sich nun hinter dieser Trennwand den Ofen lang genug, um frische Ziegel einsetzen und diesen Teil des Ofens ebenfalls mit dem Schornstein in Verbindung bringen zu können, dann braucht man nur eine neue Trennwand hinter die zuletzt eingesetzten Ziegel zu bringen, die frühere zu entfernen und die bislang gebrauchte Verbindung mit dem Schornstein abzustellen. Die Verbrennungsgase

würden dann bis zur neuen Abzugsöffnung weiterströmen und durch Abgeben des letzten Restes ihrer Wärme die frisch eingesetzten Ziegel nach und nach vorwärmen.

Durch Hoffmanns geniale Umgestaltung des Heizverfahrens wird also folgendes erreicht: 1. Das lange andauernde Heizen auf festliegenden Rostflächen hat aufgehört; die Gefahr, daß die in der Nähe desselben Rostes stehenden Ziegel zu hart gebrannt werden, besteht nicht mehr. Durch Anbringen einer beliebigen Anzahl von Heizschächten in den Einsatz selbst wird die Verteilung der Flamme und infolgedessen die Wirkung des Feuers eine gleichmäßige. 2. Die Speiseluft, welche bei der gewöhnlichen Rostheizung kalt zugeführt wird und zu ihrer eigenen Erwärmung einen gewissen Brennmaterialaufwand erfordert, gelangt jetzt heiß zur Verbrennungsstelle; sie erwärmt sich kostenlos, indem sie die schon gebrannten Ziegelsteine bestreicht, und hierbei zugleich die Abkühlung derselben besorgt. 3. Die Wärme der abgehenden Rauchgase geht nicht mehr verloren, sie dient vielmehr zum Ausschmauchen und Vorwärmen der vor dem Feuer befindlichen frisch eingesetzten Waren. Beide Aufgaben, die ich als die Hauptsache der neuen Erfindung bezeichnet habe, sind auf diese Weise gelöst. Der mittlere Teil des Ofens ist verlängert, die beiden Enden, nämlich dasjenige, wo die Ziegel durch das anhaltende Heizen auf dem Roste zu hart, sowie das andere, wo sie wegen zu großer Entfernung von der Flammentwicklungsstelle zu schwach gebrannt wurden, sind beseitigt. Gleichzeitig ist hierdurch auch die Möglichkeit entstanden, die als Krone der ganzen Erfindung anzusehen ist: der Betrieb kann ein kontinuierlicher, ein ununterbrochener werden.

In dem gedachten, bedeutend verlängerten Flammofen, in dem die vordere Giebelwand, um die gebrannten Ziegel ausfahren zu können, und auch die hintere durch eine dünne, leicht zu entfernende Abschlußwand behufs Einsetzen neuer Waren ersetzt war, konnte der Betrieb so lange fortgesetzt werden, als es die Länge des Ofens gestattete. Verwandelt man nun die gerade Richtung des Ofens in eine kreisförmige, so daß das Einsatzende sich an das inzwischen leergewordene Anfangsende anschließt, dann sind die Enden als solche beseitigt, und der Betrieb kann ins unendliche fortgesetzt werden. Wir haben es mit einem Ringofen als ununterbrochen arbeitenden Brennofen zu tun. Die Vorteile, welche ein ununterbrochener Betrieb mit sich bringen müßte, hatte man längst geahnt; diese Ahnungen verwirklicht zu haben, ist das unbestrittene Verdienst Hoffmanns. Ohne Ringofen wäre die Massenfabrikation in der Ziegelindustrie, wie sie heute besteht, undenkbar, es wären noch weitere Milliarden für Brennmaterial verschwendet worden, und die Entwicklung des Baugewerbes durch Verbilligung der Ziegel wäre zurückgeblieben."