

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 47/48 (1906)
Heft: 11

Artikel: Die Oekonomie der häuslichen Heizung
Autor: Constam, E.J.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-26071>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 01.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Die Oekonomie der häuslichen Heizung.

Nach dem Rathaus-Vortrag vom 18. Januar 1906, gehalten von Prof. Dr. E. J. Constam in Zürich.¹⁾

Ohne Feuer hätte es in unsrern Gegenden kein Kulturnleben gegeben. Unser Klima zwingt uns, in der kältern Jahreszeit unsere Wohn- und Arbeitsräume künstlich zu erwärmen. Dazu dienen uns heute noch fast ausschliesslich die Brennstoffe oder Heizmaterialien, die wir in geeigneten Feuerungsanlagen verbrennen, um daraus diejenige Wärme zu erzeugen, deren wir zu bestimmten industriellen oder hauswirtschaftlichen Zwecken bedürfen.

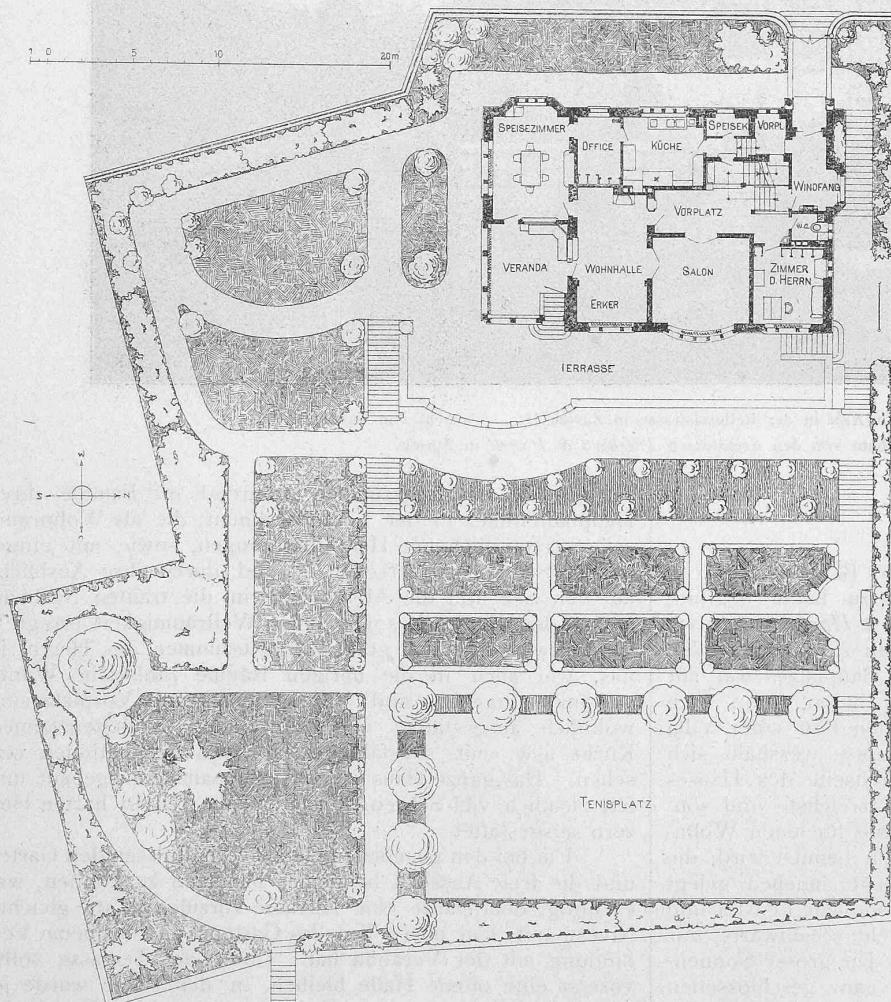
Da die Zeiten, wo das Holz, das natürlichste Brennmaterial, zu billigen Preisen, an manchen Orten sogar kostenlos zu haben war, unwiederbringlich dahin sind, sind wir genötigt, erhebliche Summen aufzuwenden, um die uns unentbehrlichen Brennstoffe zu beschaffen. Die Oekonomie der Heizung besteht nun 1. in dem Gebrauch rationeller Heizeinrichtungen und 2. in der Verwendung der zu den vorhandenen Feuerungseinrichtungen am besten passenden Brennstoffe; denn es handelt sich darum, nicht nur eine im Verhältnis zu dem verwendeten Brennmaterial möglichst grosse Wärmemenge zu erzeugen, sondern auch darum, dass die letztere so gut wie möglich ausgenutzt werde.

rund $\frac{1}{2}$ Mill. Fr., zusammen somit an Heizstoffen für $28\frac{1}{2}$ Mill. Fr. Im Jahre 1904 wurden aus dem Auslande eingeführt: Kohlen, Koks, Briketts und Brennholz im Werte von 64 Mill. Fr. Es stellt also der Jahresverbrauch der Schweiz an Brennstoffen einen Wert von rund $92\frac{1}{2}$ Mill. Fr. dar. Ziehen wir von dieser Summe ab den Verbrauch der Transport-Anstalten mit 13 Mill. Fr., der Industrie mit 12 Mill. Fr. und der Gaswerke mit 8 Mill. Fr., zusammen somit 33 Mill. Fr., so verbleiben rund $59\frac{1}{2}$ Mill. Fr. als Gesamtausgabe für häusliche Heizung.

Wir werden also nicht stark fehl gehen, wenn wir annehmen, dass sich im ganzen Lande die Kosten der häuslichen Heizung im Jahre auf *ungefähr* 20 Franken auf den Kopf der Bevölkerung belaufen.

Was ich über die Oekonomie der Heizung gesagt habe, bezieht sich sowohl auf industrielle wie auf häusliche Feuerungen. An dieser Stelle, wo nur von letztern die Rede sein soll, können wir als Oekonomie der häuslichen Heizung bezeichnen: *Die Erzeugung und möglichste Ausnutzung einer möglichst grossen Wärmemenge für möglichst wenig Geld.*

Um dies zu erreichen, müssen wir, wie bereits bemerkt, zweierlei tun: wir müssen rationelle Heizeinrichtungen benutzen, und müssen die dazu geeigneten Brennstoffe so billig wie möglich zu beschaffen suchen.



Um eine Vorstellung davon zu geben, um welche Werte es sich hier handelt, will ich Folgendes anführen:

Die Schweiz erzeugt jährlich an Brennholz für rund 24 Mill. Fr., an Gaskoks für rund 4 Mill. Fr., an Torf für

¹⁾ Wir waren erklärlicher Weise genötigt, die Stellen, die sich auf die zahlreichen, den Vortrag begleitenden Experimente beziehen, hier wegzulassen. Die Red.

ZÜRCHER VILLEN.

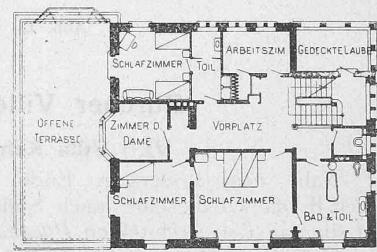
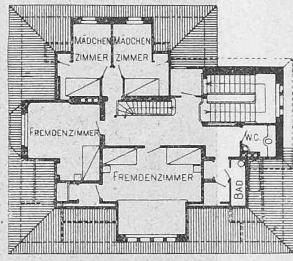


Abb. 2, 3 und 4.

Grundrisse vom Erdgeschoss, ersten Obergeschoss und Dachgeschoss der Villa Kehl in der Bellariastrasse in Zürich II.

Masstab 1:400.

A. Verbrennung und Brennstoffe.

Als Brennstoffe für häusliche Heizungen kommen für städtische Verhältnisse in Betracht: außer Holz zum Anfeuern und zum Heizen von ganz speziellen, ältern Anlagen, Kohlen (Steinkohlen und Braunkohlen), Koks, Briketts aus Steinkohle oder Braunkohle, Leuchtgas und in neuester Zeit die Elektrizität, letztere aber nicht, wenn es sich um ökonomische Heizung handeln soll.

Zürcher Villen.



Abb. 5. Villa Kehl in der Bellariastrasse in Zürich II. — Ansicht von Nordwest.
Erbaut von den Architekten Pfleghard & Haefeli in Zürich.

Der Wert dieser Stoffe wird beurteilt nach der Wärme, welche gleiche Mengen derselben beim Verbrennen erzeugen, nach ihrem sogenannten *Heizwerte oder Brennwerte*. Dieser beruht auf dem Gehalte des Brennstoffs an brennbarer Substanz und auf der chemischen Zusammensetzung der letztern.

Der Gehalt an brennbarer Substanz wird bestimmt durch Ermittlung des Feuchtigkeits- und Aschengehaltes einer Probe.

Die Verbrennung verläuft bei sämtlichen natürlichen Heizstoffen in der Weise, dass zuerst aus ihnen die flüchtigen Bestandteile, das sogen. *Gas* entweicht, das sich ent-

zündet, und dann der zurückbleibende, nicht flüchtige Teil, der sogen. *Koks*, verbrennt. Die Verbrennungswärme der natürlichen Brennstoffe röhrt also her sowohl von der Wärme der nichtflüchtigen, der sogen. fixen Anteile derselben, als auch von der Wärme der flüchtigen Anteile, der sogen. Gase. *Der Heizwert der Brennstoffe setzt sich also zusammen aus zwei Summanden*, aus dem Heizwerte der nichtflüchtigen und demjenigen der flüchtigen Bestandteile. Nur beim Koks, der in den Gasfabriken oder in den Hüttenwerken aus Steinkohlen durch Entgasung, d. h. Entfernung und Nutzbarmachung der flüchtigen Bestandteile gewonnen wird, röhrt die bei der Verbrennung entwickelte

Zusammenstellung der wesentlichen Daten zur Beurteilung der Brennstoffe.

Brennstoff	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Gesamtprozente der Wärme, herrührend von d. flüchtigen Bestandteilen
	Feuchtigkeit	Asche	Brennbares	Fixe Bestandteile der Rohkohle	Flüchtige Bestandteile der Reinkohle	Heizwert für das kg in W-E	Preis für 100 kg	Wärmeprice für 100 000 W-E	Heizwert der fixen Bestandteile	Heizwert der flüchtigen Bestandteile	
Zürcher Gaskoks . .	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Fr.	Cts.				0,0
Ruhr-Dest.-Koks . .	3,1	11,0	85,9	100	—	6837	4,00	58,5	6837	—	—
Ruhr-Anthrazit . .	0,5	9,2	90,3	100	—	7091	5,20	73,3	7091	—	—
Englischer Anthrazit .	0,9	6,2	92,9	92,5	7,1	7833	5,40	69,0	6981	852	10,88
Belgische Würfekohlen	0,7	4,9	94,4	89,7	10,2	7997	5,80	72,5	6825	1172	14,65
Gemischte "	1,1	6,9	92,0	89,1	10,7	7726	5,40	69,1	6573	1153	14,92
Ruhr- "	1,1	8,4	90,5	88,2	11,9	7616	5,20	68,3	6341	1275	18,06
Saar- "	2,8	6,5	90,7	62,9	37,8	6885	4,00	57,7	4429	2456	35,67
Saar-Stückkohlen . .	4,7	8,3	87,0	57,6	43,4	6486	3,90	60,1	3921	2565	39,55
Belg. Eier-Briketts . .	1,3	11,0	87,7	83,7	17,1	7298	4,80	65,8	5845	1453	19,91
Ruhr-Steinkohlen-Brik.	1,0	9,5	89,5	81,9	19,1	7460	4,10	55,0	5836	1624	21,64
Braunkohlen-Briketts .	9,6	7,5	82,9	52,0	46,3	5217	4,00	76,7	3637	1580	30,29

Wärme ausschliesslich von nichtflüchtiger Substanz, dem sogenannten fixen Kohlenstoff her.

Die Verbrennungswärme von Brennstoffen wird bestimmt mittelst kalorimetrischer Apparate, in welchen genau abgewogene kleine Heizstoffproben in verdichtetem Sauerstoff entflammt werden, wobei die bei der Verbrennung entwickelte Wärme sich auf den Apparat und die abgewogene Menge Wasser verteilt, in welchem dieser während des Verbrennungsvorganges steht. Die durch die Verbrennung hervorgerufene Temperaturerhöhung des Kalorimeterwassers wird mittels genauer Thermometer gemessen. Als *technische Wärmeeinheit* (W. E.) dient heute noch ausschliesslich die sogen. grosse Kalorie: diejenige Wärmemenge, die nötig ist, um 1 kg Wasser um 1° C. zu erwärmen. Vergleichsweise sei angeführt, dass je 1 kg Steinkohle 7000 W. E., Braunkohle 5000 W. E., Torf 4000 W. E., Holz lufttrocken 3200 W. E., Petroleum 10 000 W. E., und 1 m³ Gas 5000 W. E. beim Verbrennen entwickeln.

Die Werte, die wir bei der Verbrennung von Heizstoffen im Kalorimeter finden, lassen sich im praktischen Leben nicht erhalten; es sind demnach bloss *theoretische Heizwerte*. Ihre Bedeutung liegt aber darin, dass sie untereinander, für verschiedene Proben einer und derselben Kohle und für Durchschnittsproben oder Schiedsproben verschiedener Brennstoffe streng vergleichbar sind, und dass sie uns in den Stand setzen, die *relativen Wärmepreise* zu ermitteln.

Die Kenntnis dieser Wärmepreise brauchen wir, um bei der Anschaffung von Brennstoffen ökonomisch verfahren zu können, denn hier liegt die Oekonomie darin, für eine gegebene Summe möglichst viel Wärmeenergie (in Kalorien ausgedrückt, nicht in Zentnern oder Kilogrammen) in Form von Kohle, Koks, Briketts oder dergleichen einzukaufen.

Die Tabelle auf Seite 129 enthält die Zusammensetzung, den Heizwert, den heutigen Marktpreis; den Wärmepreis usw. der wichtigsten Brennstoffe, die bei uns für häusliche Zwecke Verwendung finden, mit Ausnahme des Holzes. Die darauf verzeichneten Heizstoffe sind nach steigendem Gasgehalt geordnet, die gasärmsten, die Koke, zu oberst, die gasreichsten zu unterst. Sämtliche untersuchten Proben waren mit Ausnahme des Gaskoks lufttrocken. Trotzdem weisen sie grosse Unterschiede im Feuchtigkeitsgehalt auf. Die belgischen Würfelkohlen enthalten am meisten brennbare Substanz, und weisen dafür auch den höchsten theoretischen Heizwert auf. Doch wäre es falsch, hieraus auf Parallelismus zwischen Gehalt an brennbarer Substanz und Heizwert verschiedener Brennstoffe zu schliessen, wie ein Vergleich der bezüglichen Werte der beiden aufgeführten Anthrazite zeigt. Die siebente Kolonne enthält die gegenwärtigen Preise für 100 kg Brennstoff.

Um ein Urteil über die Oekonomie der verschiedenen Brennstoffe zu gewinnen, müssen wir deren Wärmepreis berechnen, indem wir aus dem kalorimetrisch ermittelten theoretischen Heizwerte zuverlässiger Durchschnittsproben

und dem Marktpreise für 100 kg ableiten, wieviel eine bestimmte Zahl von Wärmeeinheiten (hier 100 000 W. E.) kosten. Die Werte der Kolonne 8, auf diese Weise berechnet, zeigen uns die Ruhrbriketts als billigsten Brennstoff, dann Saarwürfelkohlen, Fettkohle, Gaskoks.

Wir lernen hier noch, dass es auch nicht wirtschaftlich ist, wie manche Leute glauben, die teuersten Brennstoffe anzuschaffen, denn der Wärmepreis des englischen Anthrazits ist unverhältnismässig viel höher als derjenige des Ruhranthrazits; und die grosse Preisdifferenz zwischen beiden wird auch durch die grössere Strengflüssigkeit der Asche des erstern (wodurch er weniger schlackt) nicht gerechtfertigt.

Der Wärmepreis *allein* ist dabei kein sicherer Massstab für die Oekonomie eines Brennstoffs. Denn diese besteht nicht nur in der *Erzeugung* von viel Wärme mit geringen Kosten, sondern auch in möglichst guter *Ausnutzung* der erzeugten Wärme.

Bei *langflammigen Brennstoffen* wie Holz, Braunkohlen, Saarkohlen, Fett- und Flammkohlen, lässt sich aber die erzeugte Wärme in Stubenöfen und Kochherden *viel weniger ausnutzen*, als bei *kurzflammigen*, wie Koks, Anthrazit und Magerkohlen.

Dies wird illustriert durch die Zahlen der drei letzten Kolonnen unsrer Tabelle, welche die Heizwerte der fixen und diejenigen der flüchtigen Bestandteile der Brennstoffe, angeben; letztere in zweierlei Weise ausgedrückt: 1. in Wärmeeinheiten und 2. in Prozenten der gesamten Verbrennungswärme des bezüglichen Brennstoffs.

Vergleichen wir die Zahlen der letzten Kolonne mit derjenigen der fünften, so ergibt sich daraus das unerwartete Resultat, dass der Wärmehalt der flüchtigen Bestandteile nicht nur durch ihre Menge bedingt wird, sondern auch durch die Natur der Kohle, der sie entstammen. Bei dem gasreichsten Brennstoff unserer Tabelle, den

Braunkohlenbriketts mit 46,3 Gewichtsprozenten an flüchtigen Bestandteilen, liefern diese beim Verbrennen 30,29% der Gesamtwärme der Kohle; bei der Saarstückkohle, einer Flammkohle mit weniger, d. h. 43,4 Gewichtsprozenten an flüchtigen Bestandteilen, entfällt ein grösserer Betrag der Gesamtwärme der Kohle, nämlich 39,35 %, auf das Gas.

Der Grund, weshalb ich mir erlaube, die Aufmerksamkeit auf diese scheinbar rein technischen Details zu lenken, ist folgender: So einfach sich die Verbrennung der Kohle in der kalorimetrischen Bombe gestaltet, wo sie in reinem, verdichtetem Sauerstoff fast momentan zu Kohlensäure und Wasser verbrannt wird, so verwickelt erscheint auf den ersten Blick der Vorgang der Verbrennung an der Luft, einem Gemenge von Sauerstoff und Stickstoff.

Erhitzen wir einen Brennstoff, sei es Holz, Torf, Kohle oder Petroleum, auf seine Entflammungstemperatur, so beginnt er in der geschilderten Weise zu verbrennen, die fixen neben den flüchtigen Bestandteilen, und die Verbrennung vollzieht sich auf Kosten des einen Bestandteiles der Luft, des Sauerstoffs. Dabei erwärmt sich die Ver-

Zürcher Villen.

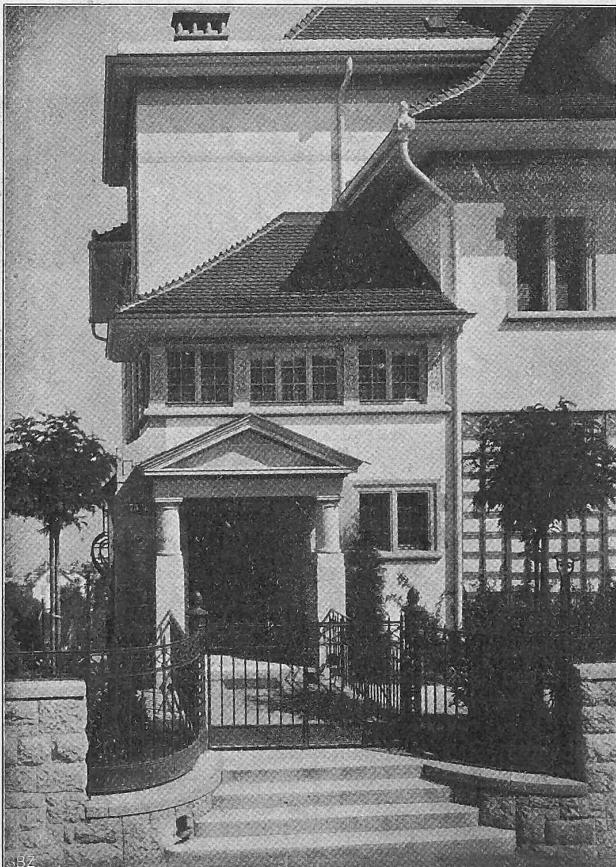


Abb. 6. Strassenportal der Villa Kehl in Zürich II.
Erbaut von Pfleghard & Haefeli in Zürich.

brennungsluft auf die Temperatur des verbrennenden Körpers und mit dem zu der Verbrennung unentbehrlichen Sauerstoff der Luft muss dessen Begleiter, der Stickstoff, auf die Verbrennungstemperatur erhitzt werden. Die dazu nötige Wärme wird dem Brennstoffe entzogen.

Da 100 Liter Luft aus 21 Liter Sauerstoff und 79 Liter Stickstoff bestehen, sieht man sofort ein, dass bei der Verbrennung von 1 kg Kohle an der Luft eine weniger hohe Temperatur erzeugt werden wird, als bei der Verbrennung von 1 kg derselben Kohle in reinem Sauerstoff, und zwar deshalb, weil mehr Wärme nötig ist, um den durch Stickstoff vierfach verdünnten Sauerstoff auf die Verbrennungstemperatur der Kohle zu erhitzten als notwendig wäre, um den reinen, unverdünnten Sauerstoff ebenso stark zu erwärmen.

Um eine vollständige Verbrennung zu erzielen, muss dem zu verbrennenden Körper mindestens soviel Sauerstoff in reiner Form, oder in Form von Luft oder sauerstoffhaltigen Verbindungen zugeführt werden, dass sein gesamter Gehalt an Kohlenstoff zu Kohlensäure, sein Wasserstoff zu Wasser verbrennen kann. Da die uns hier interessierenden Heizstoffe nur wenige Prozent ihres Gewichts an Wasserstoff enthalten, wollen wir für unsere Betrachtung von dessen Schicksal bei der Verbrennung absehen und uns nur mit dem Kohlenstoff der Brennmaterialien befassen.

Wenn 1 kg reiner Kohlenstoff mit Sauerstoff zu Kohlensäure verbrennt, entwickelt er 8100 Wärme-Einheiten, wobei es gleichgültig ist, ob die Verbrennung in reinem Sauerstoff vor sich gehe oder an der Luft. Die in beiden Fällen erzeugten Verbrennungstemperaturen sind aber sehr verschieden. Denn 1 kg Kohlenstoff braucht zu seiner Verbrennung zu Kohlensäure $1,865 \text{ m}^3$ Sauerstoff; soll aber das kg Kohlenstoff an der Luft zu Kohlensäure verbrennen, so müssen ihm

$$\frac{79}{21} \cdot 1,865$$

d.h. $7,016 \text{ m}^3$ Luft zugeführt werden, damit die Kohle vollständig zu Kohlensäure verbrennen kann, wobei 8100 Wärme-Einheiten erzeugt werden.

Die Wärmemenge, 8100 Wärme-Einheiten, ist also dieselbe, ob wir das kg Kohle in $1,865 \text{ m}^3$ Sauerstoff oder

in $7,016 \text{ m}^3$ Luft verbrennen, die Wärmehöhe dagegen, d. h. die in Celsiusgraden auszudrückende Verbrennungstemperatur, ist im letztern Falle bedeutend niedriger.

Wenn wir nun das kg Kohle entflammen, dieser aber weniger als $1,8 \text{ m}^3$ Sauerstoff oder 7 m^3 Luft zuführen, so erlischt entweder die Kohle, bevor sie vollständig verbrannt ist, oder sie verbrennt ohne Rückstand, dann aber nicht zu Kohlensäure, sondern zu Kohlenoxyd, oder einem Gemenge von beiden.

Um vollständig zu Kohlenoxyd zu verbrennen, verbraucht 1 kg Kohlenstoff $0,933 \text{ m}^3$ Sauerstoff, oder $3,508 \text{ m}^3$ Luft, also halb so viel Sauerstoff oder Luft, wie er zu seiner Verbrennung zu Kohlensäure bedarf.

Bei der Verbrennung von 1 kg Kohlenstoff zu Kohlenoxyd werden aber nur 2416 Wärme-Einheiten entwickelt, also weniger als $\frac{1}{3}$ der Wärme, die bei der Verbrennung zu Kohlensäure frei wird. In diesem Falle wird also die erste Bedingung einer ökonomischen Feuerung, die *Erzeugung von möglichst viel Wärme mit möglichst geringen Kosten*, nicht erfüllt.

Wenn wir dagegen der entzündeten Kohle einen Ueberschuss an Luft zuführen, dann erwärmt sich dieser nutzlos in den Schornstein.

Bei Anwendung eines grossen Ueberschusses an Verbrennungsluft verstoßen wir also gegen die zweite Bedingung für eine ökonomische Heizung: wir nützen die erzeugte Wärme nicht vollständig aus. Heizen wir dagegen mit zu wenig Luft, so sind die Rauchgase kälter, enthalten aber neben dem Produkt der vollständigen Verbrennung, der Kohlensäure, noch solche der unvollständigen Verbrennung, nämlich Kohlenoxyd und andere aus der Kohle stammende, selbst noch brennbare Bestandteile. Durch Prüfung der Rauchgase unmittelbar vor ihrem Eintritt in den Schornstein auf ihre Temperatur und ihren Gehalt an Sauerstoff, an Kohlensäure sowie an unverbrannten Gasen, kann man die Grösse des sog. Schornsteinverlustes für jede Heizungsanlage und für jeden Brennstoff ermitteln.



Abb. 7. Villa Kehl in Zürich II. — Ansicht der Veranda mit Blick nach dem Speisezimmer.

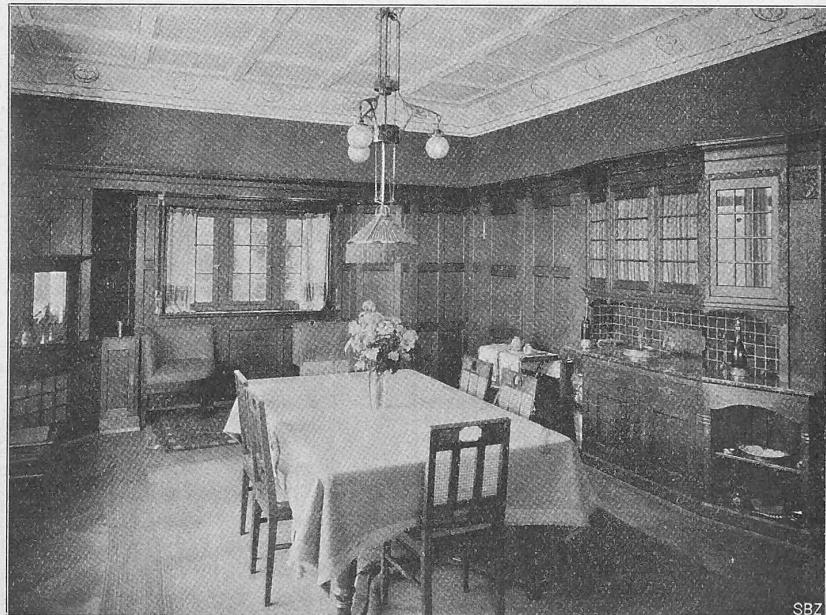


Abb. 8. Villa Kehl in Zürich II. — Blick in das Speisezimmer gegen Westen.

Temperatur und ihren Gehalt an Sauerstoff, an Kohlensäure sowie an unverbrannten Gasen, kann man die Grösse des sog. Schornsteinverlustes für jede Heizungsanlage und für jeden Brennstoff ermitteln.

Ein gewisser Schornsteinverlust ist zum Betriebe jeder Heizung unentbehrlich, denn die Rauchgase müssen mit einer nicht zu tiefen Temperatur in den Schornstein eintreten, um den für die Verbrennung in der Heizanlage nötigen Luftzug herzustellen. Bei Zimmeröfen dürfen wir zufrieden sein, wenn der Kaminverlust nicht mehr als 20% der entwickelten Wärme beträgt.

Um also rationell zu feuern, d. h. um die Wärmeenergie der verfeuerten Kohle möglichst auszunutzen, dürfen wir dem Brennstoff nicht zu wenig und nicht zu viel Luft zuführen und wir verfahren zweckmäßig so, dass wir mit einem geringen Luftüberschuss heizen und etwas Verlust durch unvollständige Verbrennung mit in den Kauf nehmen, was wir daran erkennen, dass das Brennmaterial nicht zu hellglühend wird.

B. Feuerungsanlagen.

Nachdem bisher von der Verbrennung und den Brennstoffen die Rede gewesen ist, will ich nunmehr übergehen zur Besprechung der *Feuerungsanlagen*.

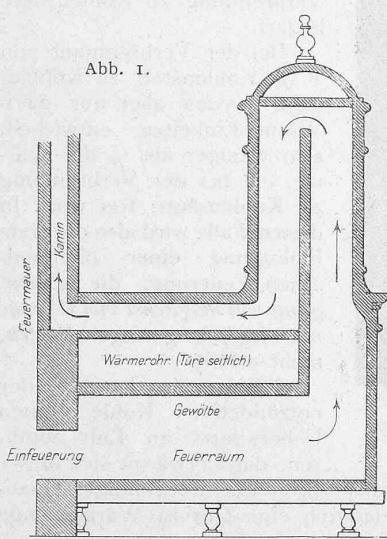


Abb. 1.

Die häuslichen Heizungen haben den Zweck, die Innenräume mit möglichst wenig Aufwand an Brennstoff zu erwärmen, die Verbrennungsprodukte der Heizstoffe abzuführen und die Wärme derselben möglichst vollständig an die Zimmer usw. abzugeben.

Wir beginnen mit dem *alten Zürcher Kachelofen* (Abb. 1) aus dem Ende des XVI. und dem Beginn des XVII. Jahrhunderts. Für Holzfeuerung sehr geschickt gebaut; grosser Feuerraum, Platz

für die Entgasung des Holzes (über 80% Gas), enger werdende Züge, die gute Mischung der Rauchgase und der Luft ermöglichen, infolge der grossen Oberfläche gute Strahlungsverhältnisse; brauchbar für Holz und Torf. Er nutzt die Wärme des Holzes sehr gut aus.

Der *neuere Fayence- oder Kachelofen* (Abbildung. 2)¹⁾, in seinen äussern Wänden aus Kacheln hergestellt, der Feuerraum aus Chamottemasse, die Zungen aus Mauersteinen, welche auf schmiedeisenernen Schienen ruhen. Die Gase durchstreichen zunächst drei horizontale Züge, dann einen aufsteigenden, zuletzt einen absteigenden Zug. Da dieser Ofen einen Feuerrost besitzt, kann er mit Steinkohle geheizt werden. Wird er aber nicht ununterbrochen geheizt, so ist die Wärmeausnutzung eine sehr schlechte. Die Gase gehen mit sehr hoher Temperatur (bis zu 300°C) in den Schornstein und entführen dadurch bis zu 80% der entwickelten Wärme, besonders wenn mit langflammigen Stoffen wie Saarkohlen oder Braunkohlenbriketts geheizt wird.

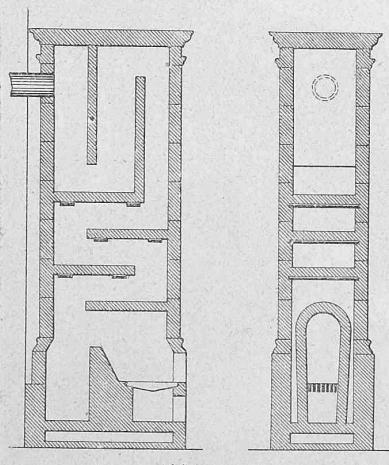


Abb. 2.

Bedeutend rationeller als die bisher besprochenen Kachelöfen sind die *permanent brennenden*, für Anthrazit- oder Koksheizung eingerichteten *Kachelöfen*. Doch entsprechen sie, wie überhaupt alle Kachelöfen, der Forderung, die entwickelte Wärme an die Zimmer abzugeben, weit weniger, als die eisernen Ofen. Zum Beleg dafür diene folgende Angabe, die ich einem durchaus kompetenten Beobachter verdanke:

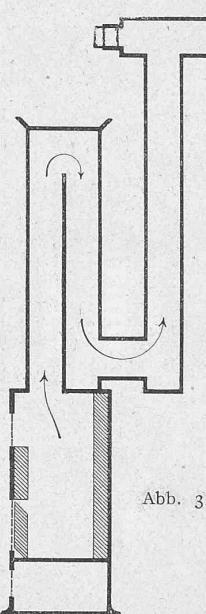


Abb. 3.

Zur Heizung eines Wohnraumes von etwa 90 m³ Inhalt, der mittelst eines permanent brennenden, vorzüglich konstruierten Kachelofens geheizt wird, sind in 24 Stunden 15 kg Anthrazit erforderlich, was 15 · 5,4 Cts. = 81 Cts. kostet. Daselbe Zimmer mittelst eines permanent brennenden Amerikaner oder irischen Ofens mit Zürcher Gasoks (Perlkokks) zu heizen, würde 10 kg · 3,3 = 33 Cts. kosten.

Ein Vorzug der Kachelöfen ist, dass sie, wegen ihrer grossen strahlenden Oberfläche, die ausgestrahlte Wärme gleichmässiger an ihre Umgebung abgeben als die kleinern, heissern eisernen Ofen, dass also Wohnräume durch Kachelöfen gleichmässiger erwärmt werden als durch eiserne.

Eiserne Regulieröfen (Abb. 3)¹⁾ für kontinuierlichen oder intermittierenden Betrieb gestatten eine sehr gute Wärmeausnutzung, wie überhaupt die eisernen Ofen überall da anzuwenden sind, wo man mit der Heizung sparen will. Die für Anthrazit- oder Koksheizung bestimmten *Füllöfen* (Abb. 4), *Amerikaner* oder *irische Permanentbrenner*, sind besonders gute Ventilatoren. Wie bereits auseinandergezeigt, braucht 1 kg Kohlenstoff zu seiner Verbrennung zu Kohlensäure theoretisch 7,016 m³ Luft. In weitaus den meisten Fällen werden wir aber unsern Stubenöfen das Doppelte der theoretischen Luftmenge zuführen müssen, besonders wenn wir, bei kurzflammigen Brennstoffen, sie dauernd in Brand halten wollen. Wenn wir also annehmen, dass der vorhin erwähnte permanent brennende Kachelofen mit dem Doppelten der theoretischen Luftmenge betrieben werde, so gestaltet sich dessen Luftverbrauch folgendermassen: Anthrazit mit 6% Asche enthält 86% Kohlenstoff, 15 kg Anthrazit folglich 12,9 kg Kohlenstoff. Dieses entspricht 12,9 · 2 · 7 = 180,6 m³ Luft, die den Ofen in 24 Stunden durchstreichen. Da das Zimmer, in welchem dieser Ofen steht, 90 m³ fasst, erneuert sich die Zimmerluft durch den Betrieb des Dauerbrandofens 2 mal in 24 Stunden.

Das ist der grosse Vorteil, den *alle vom Zimmer aus geheizten Ofen* vor den von aussen geheizten und vor den Zentralheizungen haben, dass sie *selbsttätig die Lufterneuerung in den geheizten Räumen besorgen*. Dass die Luft teilweise aus dem Hausgang angesogen wird, ist immer noch besser als wenn keine Zirkulation vorhanden wäre.

Dasselbe gilt auch von der *Gasheizung* (Abb. 5)²⁾ mit Siemensöfen, die aber als eine ökonomische Zimmerheizung nicht bezeichnet werden kann, wie folgende Zahlen beweisen: Nach Mitteilung des Gaswerkes der Stadt Zürich beliefern sich die Kosten der Heizung von drei Lokalen mit zusammen 700 m³ Inhalt während 240 Tagen durch Gas mittelst dreier Siemensöfen auf 659 Fr. Dagegen würden

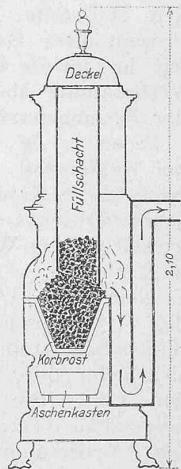


Abb. 4.

¹⁾ Aus Fischer, «Feuerungsanlagen».

²⁾ Aus dem Katalog von Friedr. Siemens in Dresden.

sich nach der Berechnung eines hiesigen Fachmannes die Kosten für die Heizung derselben Lokalitäten mittelst dreier guter Füllöfen und mit Zürcher Perlkoks während derselben Periode auf nur 315 Fr. stellen.

Wo aber die Gasheizung ökonomisch ist, das ist bei *Kochherden und Glätteöfen*. Werden diese beiden Kategorien von Feuerungsanlagen mit Kohlen geheizt, so ist die Ausnutzung der erzeugten Wärme eine ausserordentlich schlechte; sie kann in vielen Fällen nur 5% der entwickelten Wärme betragen. Unser hiesiges Leuchtgas hat einen Heizwert von ungefähr 5000 W.E. für den m^3 ; dieser kostet $17\frac{1}{2}$ Cts. Von der entwickelten Wärme des Heizgases macht ein guter Gasherd vielleicht 50% oder 2500 W.E. nutzbar. Er liefert uns also 1000 verfügbare W.E. für $8\frac{3}{4}$ Cts. 1000 Nutzkalorien, aus Kohle gewonnen, würden aber bei den meisten, besonders bei den ältern Kochherden, auf kaum weniger als 12 Cts. zu stehen kommen.

Zum Schlusse meiner Besprechung der häuslichen Feuerungsanlagen muss ich der *Zentralheizungen*, insbesondere der hier gebräuchlichen *Warmwasserheizungen* gedenken. Diese Warmwasserheizungen sind da zu empfehlen, wo es sich darum handelt, eine grössere Anzahl von Räumen permanent oder auch intermittierend, aber zu gleicher Zeit zu heizen. Ausser der vereinfachten Bedienung spart man bei ihrer Benutzung an Holz zum Anfeuern. Sie verleiten jedoch leicht zur Verschwendug von Brennmaterial, weil man sich häufig scheut, sie bei eintretendem Witterungswechsel auszugehen zu lassen. Zweckmässig ist es, wo es sich einrichten lässt, neben einer Zentralheizung einzelne Reservefeuerungen (Stubenöfen oder Gas-Cheminées) zu haben, damit man nicht gezwungen sei, bei vorübergehender Kälte die ganze Heizanlage in Betrieb zu setzen.

Ein Blick auf unsere Tabelle (S. 129) zeigt uns, dass sich der Betrieb von Zentralheizungen mit Gaskoks bedeutend billiger stellt als mit Zechenkoks, sogenanntem Destillationskoks; denn wir erzeugen mit ersterem für $58\frac{1}{2}$ Cts. ebensoviel Wärme als mit letzterem für 73,3 Cts. Der Nachteil des Gaskoks besteht aber darin, dass er spezifisch leichter ist als der Zechenkoks, dass also dasselbe Gewicht einen grösseren Raum einnimmt, als dies beim Zechenkoks der Fall ist. Wer sich also eine ökonomisch arbeitende Zentralheizung anlegen will, muss dafür sorgen, dass sein Ofen ein grösseres Volumen Koks fasst, als wenn er seine Heizung mit dem teurern Ruhrkoks betreiben wollte.

Ein zweiter Nachteil des Gaskoks ist der, dass er gewöhnlich aschenhaltiger ist als der Destillationskoks und dass er mehr zur Schlackenbildung neigt. Es verlangt deshalb eine mit Gaskoks betriebene Zentralheizung ein öfteres Abschlacken des Rostes und Putzen des Feuers, als eine mit Ruhrkoks geheizte.

Wer diese Unannehmlichkeit nicht mit in den Kauf nehmen will, muss sich darüber klar sein, dass er für die Annehmlichkeiten der leichteren Bedienung seiner Heizung einen teurern Betrieb eintauscht.

Ein grosser Fehler, der häufig bei der Erstellung von Warmwasserheizungen begangen wird, ist der, dass man an den Heizkörpern zu sparen sucht und diese zu klein nimmt. Da die Wärmeabgabe jeder Heizanlage an die Umgebung bedingt wird durch die strahlende Oberfläche der Heizkörper und das Temperaturgefälle, d. h. die Differenz zwischen Temperatur der Heizung und derjenigen des zu heizenden Raumes, rächt sich eine solche falsche Ökonomie dadurch, dass man genötigt ist, behufs Erreichung der gewünschten Zimmertemperatur, die ungenügend dimensionier-

ten Heizkörper stärker zu erhitzen, mit andern Worten, das Wasser heißer zu machen, als sonst nötig wäre. Dass dadurch ein stetiger Mehrverbrauch an Brennstoff bedingt wird, liegt auf der Hand.

Wer also eine ökonomisch arbeitende Zentralheizung einrichten will, wähle die Heizkörper so gross, dass auch bei grösster Kälte das Hezwasser nicht über 60° C erwärmt werden muss, um eine Zimmertemperatur von 17° C hervorzubringen und lasse den Ofen gross genug bauen, um womöglich mit einer Füllung von Gaskoks 12 Stunden lang die Heizung betreiben zu können.

Die geringere Dichte des Gaskoks gegenüber dem Zechenkoks, die ich vorher als einen Nachteil bezeichnet habe, erweist sich bei einer Verwendung in Bügelöfen als ein Vorteil: denn gerade infolge seiner grösseren Porosität kann er in diesen Glätteöfen leichter in Brand gesetzt und gehalten werden als der dichtere, schwerere Ruhrkoks.

Da nun die meisten von uns nicht in der Lage sind, ihre Heizeinrichtungen auszuwählen, besteht die Ökonomie der häuslichen Heizung für das grosse Publikum darin, die zu den vorhandenen Ofen am besten passenden Brennstoffe zu verwenden. *Die wirtschaftlichsten Heizstoffe sind aber diejenigen mit den niedrigsten Wärmepreisen, die zugleich die beste Wärmeausnutzung gestatten.*

Nach dem, was vorhin über das Wesen der Verbrennung und die Verteilung der entwickelten Wärme auf die fixen und flüchtigen Anteile der Brennstoffe gesagt wurde, ist leicht zu verstehen, dass eine Kohle oder ein Brikett, welche zwar einen niedrigen Wärmepreis besitzen, bei denen aber ein grosser Teil der bei der Verbrennung entwickelten Wärme auf die flüchtigen Bestandteile entfällt, kein ökonomisches Brennmaterial sein können. Denn die Verbrennungswärme der flüchtigen Bestandteile lässt sich in unseren Stubenöfen und Kochherden nicht ausnutzen, weil in diesen die Kohlengase meistens da verbrennen, wo sie uns nichts mehr nützen, nämlich vor oder im Kamin, aber nicht im Ofen selber.

Für *Stubenheizungen können also nur kurzflammige Brennstoffe in Betracht kommen*, Anthrazite, Magerkohlen oder viertelfette Kohlen, wie die belgischen Würfelkohlen, mit höchstens 12% bis 13% flüchtigen Bestandteilen, oder „Gas“. Denn wir haben Grund anzunehmen, dass sich auch in den best konstruierten Zimmeröfen die Wärme der flüchtigen Anteile nicht mehr ausnutzen lässt, wenn ihre Menge mehr als 13% vom Gewichte der Kohle ausmacht. Demzufolge scheiden von den hier angeführten Brennstoffen die langflammigen als unökonomisch aus, vor allem die Saarkohlen.

Eine Ausnahme machen die Braunkohlenbriketts, die in ganz bestimmten Fällen bei Kachelöfen mit langen Zügen und grosser strahlender Oberfläche vorteilhaft verwendet werden können. Doch muss man mit ihnen umzugehen verstehen. Man gebe die ganze Charge auf einmal in den Ofen und setze sie in Brand. Sobald die Verbrennung beendet ist, muss der Ofen ganz geschlossen werden, sodass man die in dem erheblichen Aschenrückstande aufgespeicherte Wärme auch noch durch Strahlung ausnutzen kann. Diese Braunkohlenbriketts lassen sich in den genannten Ofen deshalb mit Vorteil anwenden, weil sie mit einem sehr geringen Luftüberschuss verbrannt werden können. Hier gelangt ausnahmsweise noch ein grosser Teil der Wärme der flüchtigen Bestandteile zur Ausnutzung und der Kaminverlust ist dementsprechend trotz entweichender unverbrannter Gase ein verhältnismässig geringer. Der Preis für die erzeugte Wärme ist bei diesem Brennmaterial allerdings ein hoher, die Wärmeausnutzung dagegen bei sachgemässer Anwendung eine gute.

Wenn vorhin gesagt wurde, dass für Zimmeröfen nur kurzflammige Brennstoffe, wie Koks, Anthrazit, Magerkohlen zu empfehlen seien, so muss anderseits erwähnt werden, dass diese Gattung von Brennstoffen einen grösseren Luftüberschuss zu ihrer Verbrennung gebraucht als die langflammigen Kohlen und Briketts. Darum ist es wichtig, dass bei der Heizung mit Anthrazit und Koks die Verbrennungs-

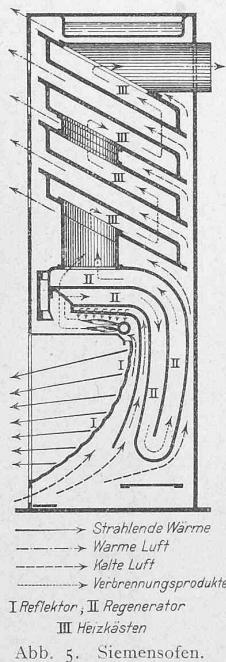


Abb. 5. Siemensofen.

luft vorgewärmt werde, bevor sie in den Ofen einströmt und darin besteht die Ueberlegenheit der modernen Immerbrenner vor den Füllöfen älterer Systeme.

Für *Kachelöfen mit Rost* stellen unter den in unserer Tabelle aufgeführten Heizstoffen die *belgischen Eier-Briketts* das wirtschaftlichste Brennmaterial dar. Ihr Wärmepreis ist verhältnismässig niedrig; sie enthalten genügend „Gas“, um sich leicht entzünden zu lassen und der Wärmeanteil,

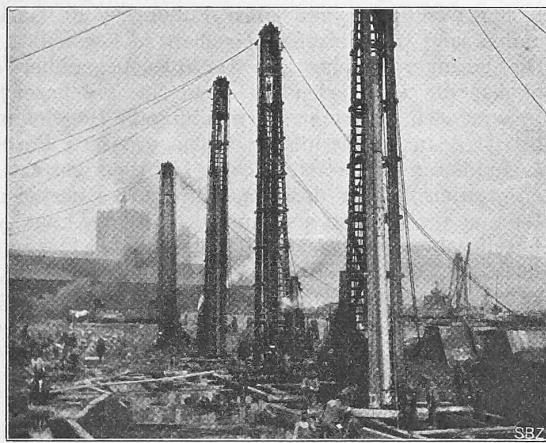


Abb. 47. Fundierung des River R. R. Warehouse in Pittsburg.

der bei ihrer Verbrennung auf die flüchtigen Bestandteile entfällt, ist nicht so gross, als dass er nicht grösstenteils ausgenützt werden könnte. Sie gestatten, infolge ihrer zweckmässigen Form, der Verbrennungsluft freien Zutritt und verbrennen deshalb vollständig zu Asche; ihr hoher Aschengehalt lässt ihre Verwendung im mit Unterbrechung geheizten Ofen angezeigt erscheinen, die man nach vollendeter Verbrennung zu schliessen hat, um auch hier sich der erhitzen Asche als Wärmespeicher zu bedienen. Auch für *Kochherde* erweisen sich die Eierbriketts als ein geeignetes Heizmaterial, weil sie mit ziemlich langer, nicht russender Flamme verbrennen.

Für die *eisernen Permanentbrenner* kommen als Brennmaterialien ausschliesslich *Anthrazit* und *Koks* in Betracht. Ersterer ist teurer als Koks, hat aber vor diesem den Vorzug, dass er infolge seines geringern Aschengehalts weniger schlackt und dass das Feuer weniger leicht ausgeht.



Abb. 50. Probebelastung von «Simplex»-Pfählen.

Das *ökonomischste Brennmaterial* für eiserne Dauerbrandöfen ist zweifellos *Gaskoks* und es ist zu wünschen, dass diese Erkenntnis in alle Kreise der Bevölkerung dringe, im Interesse der Konsumenten, der städtischen Finanzen und der öffentlichen Hygiene. Wer Tag für Tag beobachtet, wie aus den Schornsteinen unserer Bäckereien und an andern Orten Rauchwolken aufsteigen, welche die Umgebung mit Russ besudeln und die Atmosphäre verschlechtern, der muss sich erstaunt fragen, warum sich kein Heiztechniker findet,

der den Bäckermeistern auseinandersetzt, dass der Betrieb von Backöfen mit russenden Flammkohlen nichts anderes ist, als eine unökonomische Nachäffung der alten Holzheizung und dass man in modernen Backöfen mit städtischem Gaskoks billig Brot backen kann, ohne sich und seine Mitbürger durch Rauch zu belästigen.

Ueber neuere Fundierungsmethoden mit Betonpfählen.

Von Ingenieur K. E. Hilgard, Prof. am eidg. Polytechnikum in Zürich.

(Schluss.)

In Abbildung 48 sind einige Fundamente der eisernen Tragsäulen des enormen neuen „River R. R. Terminal Warehouse“ in Pittsburg dargestellt. Jeder in einer besondern Verschalung hergestellte Beton-Sockel ruht auf zwei Simplex-Pfählen von rund 50 cm Durchmesser. Unter gleichzeitiger Verwendung von sieben Dampf-Kunstrammen (Abb. 47) wurden die für das ganze Gebäude in Längen von 9 bis 15 Meter benötigten über 6000 Betonpfähle, einschliesslich der Beton-Sockel und der Versetzung der

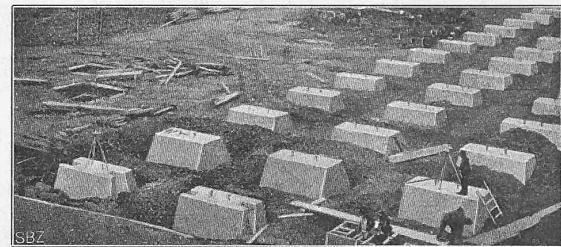


Abb. 48. Tragsäulenfundamente des R. R. R. Warehouse in Pittsburg.

Ankerbolzen für die Säulenfüsse in einem Zeitraum von 75 Tagen zur Montage der Eisenkonstruktion bereit hergestellt. In Abbildung 49 sind eine Anzahl durch Abgrabung freigelegter Pfahlköpfe der allerersten nach der Methode

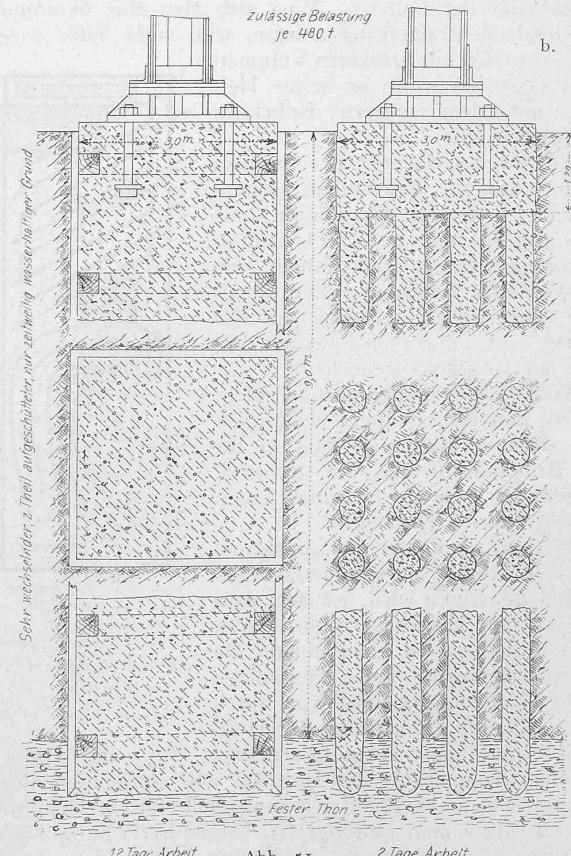


Abb. 49. Pfahlköpfe der allerersten nach der Methode.