

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 76 (1958)  
**Heft:** 14: Sonderheft zur Mustermesse Basel, 12.-22. April 1958

**Artikel:** Über die wesentlichen Eigenschaften eines hochwertigen Betonrohrs  
**Autor:** Bättig, Karl  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-63958>

#### 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:** 28.01.2026

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

# Über die wesentlichen Eigenschaften eines hochwertigen Betonrohres

DK 621.643.253

Von Karl Bättig, dipl. Ing., Lyss

## Einleitung

Gegenstand unserer Untersuchungen ist das von der Firma Bangerter & Cie. AG. in Lyss hergestellte Phlomaxrohr. Die Gründe, welche zur Schaffung dieses Spezialrohres Anlass gaben, sind mannigfacher Natur. Unter diesen erwähnen wir nur einige wichtige: die maschinenintensive Arbeit auf der Baustelle sowie die schweren Lasten des Strassenverkehrs verlangen eine grosse Bruchlast der Rohre; für kleine Gefälle und die bestmögliche Ausnutzung der Querschnitte ist das Herabsetzen des hydraulischen Reibungswiderstandes notwendig; absolut dichte Leitungen, auch bei einem gewissen, zulässigen Innendruck, gewährleisten den Schutz des Grundwassers; die gegenwärtigen hohen Baukosten fordern ein Rohr von langer Lebensdauer. In unmittelbarem Zusammenhang damit steht die Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Abnützung.

Von einer Armierung der Phlomaxrohre sah man ab, da beim nicht gerissenen Rohr die Spannungsverteilung in der Zug- und Druckzone nach den Annahmen von Navier-Bernoulli einigermaßen gewährleistet ist. Somit kommt eine

Eiseneinlage erst im Stadium der Rissebildung voll zur Wirkung, wobei das Rohr aber seine Eigenschaft als dichtes Leitungselement verliert. Aus dieser Ueberlegung gestaltet sich das Ziel: die Herstellung eines dichten und zugleich sehr zugfesten Betons.

Die im folgenden beschriebenen Versuche wurden zum Teil von der EMPA, zum Teil vom Betriebslaboratorium der Firma durchgeführt.

## Material

Die Ergebnisse der Prüfung des verwendeten Zementes übertreffen in jeder Beziehung die von den Bindemittelnormen geforderten Werte. Das Kies-Sand-Gemisch weist nachfolgende petrographische Zusammensetzung auf:

Kies:	40÷50 % graue Kalksteine und Kieselkalke
	20÷30 % feste Sandsteine
	15÷20 % Quarzite
	10÷15 % kristalline Gesteine
feiner Anteil:	76 % Quarzkörner
	24 % kalkige Teile

Der granulometrische Aufbau, mit Kornabmessungen von 0÷15 mm, ist der EMPA-Kurve angepasst. Für die hohen Zugfestigkeiten findet das gebrochene Material von 6÷15 mm Verwendung (Bild 1).

## Herstellung

Ein von unten aufsteigender Kolben mit radial pressenden Backen formt das senkrecht stehende Rohr kernlos. Die Fabrikation erfolgt unter fortlaufender maschinell gesteuerten Materialzugabe in einem ununterbrochenen Arbeitsgang. Zum Schutz gegen aggressive Wässer wird unmittelbar nach der Pressung eine spezielle Innenauskleidung aufgetragen, welche sich innig mit der frischen Betonwand des Rohres verbindet und die Glätte noch erheblich verbessert. Bild 2 zeigt die Maschine. Als Nachbehandlung wird eine Berieselung der Rohre vorgenommen; sie beginnt mit dem Ausschalen und dauert etwa vier Wochen.

## Quantitative Prüfung

**Abmessungen.** Die Normallänge der Rohre beträgt in verlegtem Zustand 2 m. In der Tabelle 1 sind die Wandstärken mit den prozentualen Abweichungen sowie die Differenzen im lichten Durchmesser aufgetragen.

**Raumgewicht.** Die im EMPA-Bericht Nr. 3303 festgehaltenen Raumgewichtswerte, am fertigen Rohr, bewegen sich zwischen 2,42 und 2,46 kg/dm<sup>3</sup>.

**Wasserdurchlässigkeit.** Aufrecht gestellte, unten abgedichtete und dann mit Wasser vollgefüllte Rohre dürfen innerhalb 24 Stunden im Mittel eine Senkung des Wasserspiegels von nur 2 cm aufweisen. Die höchstzulässige Abweichung normengemässer Rohre ist mit 20 % Toleranz, das ergibt 2,4 cm, festgehalten. Die entsprechenden Werte für das Phlomax-Rohr zeigt Tabelle 2.

**Scheiteldruckfestigkeit.** Die Prüfung auf Scheiteldruck erfolgt mit Linienbelastung. In Bild 3 sind die durch Versuche festgestellten Scheiteldruck-Bruchtragkräfte angegeben.

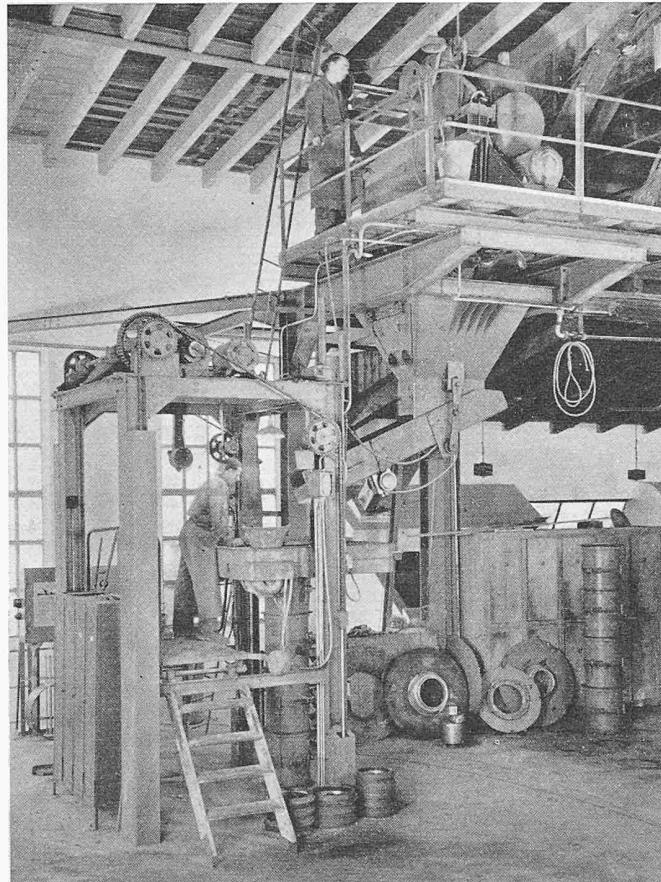


Bild 2. Ansicht der Phlomaxrohr-Maschine

Tabelle 1. Prüfung der Massgenauigkeit

Nenndurch-messer Ø mm	Max. Abweichungen im Ø in %	
	Gemessen	Zul. nach S.I.A.
200	-0,5 %	± 2 %
250	-0,4 %	± 2 %
300	-0,3 %	± 2 %
350	-0,2 %	± 2 %
400	-0,2 %	± 2 %
450	-0,2 %	± 2 %
500	-0,5 %	± 2 %
600	± 0,2 %	± 2 %

Wandstärke d mm	Max. Abweichungen in d in %	
	Gemessen	Zul. nach S.I.A.
30	+3,3 %	± 5 %
36	-2,6 %	± 5 %
40	+3,1 %	± 5 %
45	+2,2 %	± 5 %
50	+1,2 %	± 5 %
55	-2,8 %	± 5 %
60	-3,1 %	± 5 %
65	± 2,5 %	± 5 %

Tabelle 2. Wasserdurchlässigkeit

Nennweite mm	Max. Absenkung mm / m		Zul. Absenkung mm / m
	mm	mm / m	
200	2	2	24
250	1	1	24
300	2	2	24
350	1	1	24
400	1	1	24
450	2	2	24
500	2	2	24
600	3	3	24

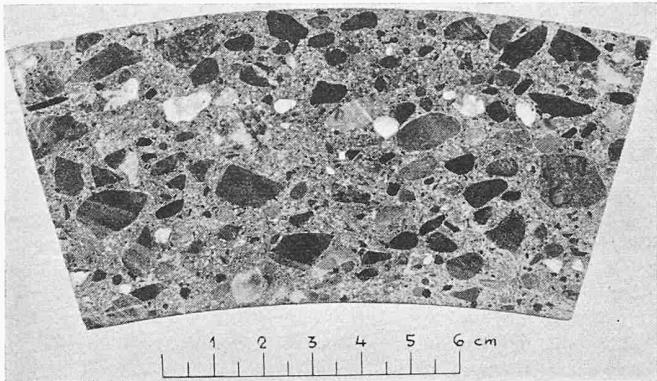


Bild 1. Schnitt durch die Rohrwand

Mit der Formel  $\sigma_{Rb} = 0,955 \frac{\phi + d}{100 \cdot d^2} p$  errechnen sich daraus

die Ringbiegespannungen, wobei  $\phi$  den Durchmesser in cm,  $d$  die Wandstärke in cm und  $p$  die Bruchlast in kg/m bedeuten. Die Spannungen liegen infolge der Entlastung durch die inneren Drillungsmomente höher als am einfachen, unarmierten Balken.

Tabelle 4.  $k$ -Wert nach Strickler als Funktion der Wassergeschwindigkeit  $v$  (in m/s) einer Phlomaxrohrleitung von 200 mm Durchmesser

$v$	0,36	0,73	1,06	1,29	1,71	2,15	2,68	3,12	3,89	4,76
$k$	88,7	91,7	92,2	93,8	94,6	99,0	100,5	102,3	106,8	110,3

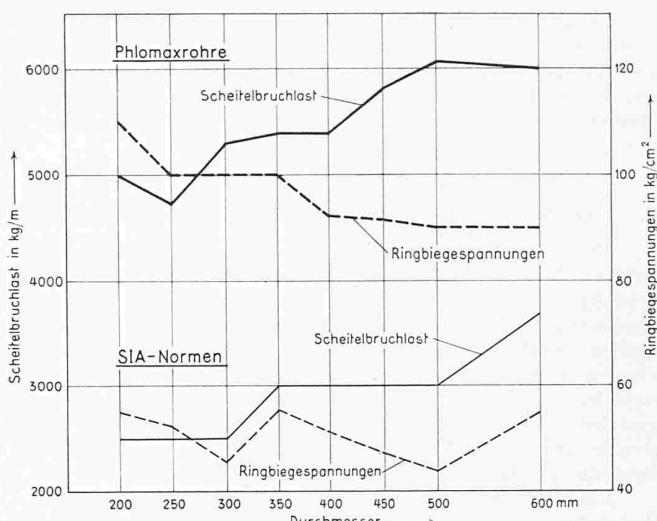


Bild 3. Scheitelbruchtragkräfte und zugehörige Ringbiegespannungen

Tabelle 3. Prüfungen auf Innendruck mit den entsprechenden max. Zugspannungen

Rohrdurchmesser mm	Max. Innendruck atü	Max. Zuspannung kg/cm²
200	13,8	54,0
300	12,4	53,5
400	14,0	63,8
500	11,3	53,3
600	10,2	52,7

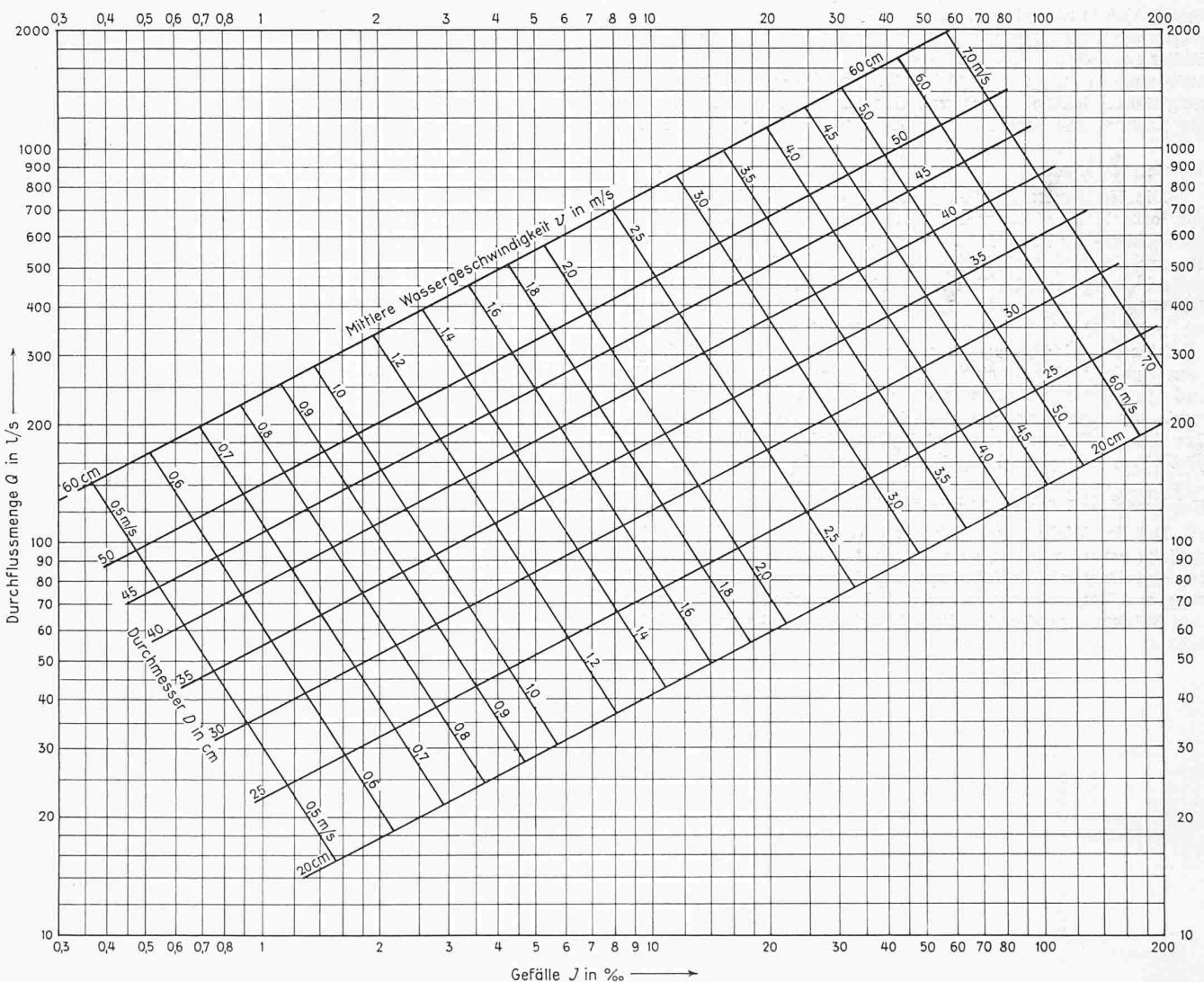


Bild 4. Abflussdiagramm für Bangerter-Phlomaxrohre gemäss den praktischen Versuchen über die Rohrrauigkeit

**Ringzugfestigkeit.** Mit Hilfe einer neu entwickelten Prüfmaschine führen wir einen annähernd linearen Spannungszustand herbei. Je nach Durchmesser sind die Innendruckwerte verschieden (Tabelle 3). Die maximalen Ringzugsspannungen errechnen sich nach der Formel von Lamé

$$\sigma_{t \max} = \frac{P_i}{d} \frac{R^2 + r^2}{R + r}$$

$P_i$  = Innendruck,  $R$  = äusserer Radius,  $r$  = innerer Radius

**Verschleisswiderstand.** Teilstücke, aus verschiedenen, beliebigen Rohren herausgeschnitten, wurden der Abnutzungsprüfung hart, trocken, sodann hart, nass, und schliesslich Sandstrahl unterzogen. Ein Vergleich mit den EMPA-Versuchen an Eruptivgesteinen zeigt folgendes: Die Abnutzung unseres Rohrbetons liegt für die Abschleifprüfung trocken zwischen dem Mittelwert und dem Bestwert der Eruptivgesteine. Bei der Abschleifprüfung nass und bei der Sandstrahlprüfung ist die Abnutzung ungefähr von der Größenordnung des Mittelwerts der Eruptivgesteine.

**Rauhigkeitskoeffizienten.** Für die in der Praxis gültigen Rauhigkeitswerte ist es unerlässlich, die Messungen an nicht ausgelesenen und durch Bauunternehmungen ohne übertriebene Sorgfalt verlegten Rohrleitungen vorzunehmen. An ver-

schiedenen Leitungen wurden in Funktion der Geschwindigkeit und des Durchmessers die  $k$ -Werte nach Strickler bestimmt. In Tabelle 4 und Bild 4 sind die Werte zusammengestellt. Aus den zahlreichen Versuchen geht eindeutig hervor, dass der sorgfältigen Ausbildung der Rohrstöße die grösste Bedeutung zukommt.

#### Erfahrungen

Nachstehend seien einige Punkte kurz zusammengefasst, über welche der Projektverfasser sich immer wieder Rechenschaft geben muss: Eine Rohrleitung ist ein Bauwerk, welches einen Sicherheitsgrad von  $1,5 \div 2$  verlangt. Die Baugrundverhältnisse beeinflussen diesen Sicherheitsgrad wesentlich. Der Ausbildung der Fugen ist grösstmögliche Aufmerksamkeit zu widmen. Leitungen ohne genügende Unterbrechung durch Schächte können nicht dicht verlegt werden. Beim Vorhandensein von Wasser im Graben muss die Hinterfüllung der Rohre besonders beobachtet werden. Rohre sind keine einfachen Balken, welche nur an zwei Punkten aufliegen dürfen. Ebenso falsch ist die Linienlagerung.

Adresse des Verfassers: K. Bättig, dipl. Ing., Kreuzackerweg 10, Lyss BE.

## Die vollautomatische Koksheizanlage der Ruhr & Saar-Kohle A.G. in Basel

DK 662.932

Von Ing. M. Suter, Basel

Die Umstellung grösserer Altheizungen auf Oel hat in letzter Zeit zu einem gewissen Ueberangebot grober Brechkokksorten in den Körnungen 40/60 und 60/90 geführt. Um deren Absatz zu beleben, mussten Mittel und Wege zur automatischen Verfeuerung gefunden werden, die sich hinsichtlich Bedienung, Sauberkeit, Regelbarkeit und Wirkungsgraden insbesondere auch bei Teillasten mit den Oelfeuерungen vergleichen lassen. Das war das Ziel, das durch den Bau der nachfolgend beschriebenen Anlage erreicht werden sollte.

#### Geheizte Gebäude

Die Heizzentrale befindet sich in einem Neubau, der acht komfortable Fünf-Zimmer-Wohnungen, acht Mädchenzimmer sowie Büro- und Archivräume enthält. Das Haus weist vier Stockwerke auf, wobei der Heizraum eine Etage unter den Keller verlegt wurde. Der umbaute Raum beträgt  $6400 \text{ m}^3$ , der Wärmebedarf  $150\,000 \text{ kcal/h}$  bei  $-15^\circ \text{C}$  Aussentemperatur und  $+20^\circ \text{C}$  Raumtemperatur. Durch Fernleitungen angeschlossen sind das Verwaltungsgebäude der Ruhr & Saar-Kohle A.G. mit einem Wärmebedarf von  $120\,000 \text{ kcal/h}$  und ein Hintergebäude mit einem solchen von  $50\,000 \text{ kcal/h}$  sowie ein Garageneubau zum Wohnhaus mit  $12\,000 \text{ kcal/h}$ . Der Gesamt-Wärmebedarf beträgt somit  $332\,000 \text{ kcal/h}$ . Bild 1 gibt einen Lageplan der geheizten Gebäude wider.

#### Heizkessel und dessen Steuerung

Bei der Wahl des Heizkessels mussten verschiedene Ansprüche erfüllt werden, so z. B. die Automatisierungsmöglichkeit der Brennstoffzufuhr und der Schlackenabfuhr, die Eignung zur Verfeuerung von groben Brechkokksorten bei höchsten Wirkungsgraden in allen Belastungsbereichen, die Möglichkeit einer Warmwasserbereitung ohne Rücklaufbeimis-

schung durch ein sogenanntes «WECO»-Element und anderes mehr. Aus dem heute bereits grösseren Angebot automatisierter Heizkessel für feste Brennstoffe fiel die Wahl auf den «EMMA»-Kokskessel, eine holländische Konstruktion, die in der Schweiz durch die Firma Zent AG., Bern-Ostermundigen, verkauft wird. Bild 2 zeigt den Kessel in Längs- und Querschnitt mit Bunker, Koksförder- und Entschlackungsanlage. Der Kessel leistet  $375\,000 \text{ kcal/h}$ , sein Wirkungsgrad liegt im Bereich von 85 bis 92 %. Kessel dieser Art werden für Leistungen bis zu  $1,5 \text{ Mio kcal/h}$  gebaut. Bild 3 gibt eine Ansicht von der Bedienungsseite. Der Handantrieb der Entschlackungsvorrichtung soll später durch einen Elektromotor mit automatischer Steuerung ersetzt werden.

Der «EMMA»-Kokskessel ist ein robust konstruierter schmiedeiserner Röhrenkessel mit senkrechtem Brennstoffschatz, durch den die Verbrennungsluft horizontal hindurchströmt. Der Koks rutscht aus dem Füllbunker in den senkrechten, aus zwei Rohrgittern gebildeten Schacht. Die von einem Gebläse geförderte Luft wird waagrecht durch die beiden Rohrgitter und durch den Koks hindurchgedrückt. Infolge der breiten Glutschicht entstehen grössere Mengen unverbrannter Gase (CO). Um diese zu verbrennen, wird durch ein Düsenrohr Zweitluft in die Nachverbrennungskammer hinter dem hinteren Rohrgitter eingeblasen, so dass die austretenden Gase gut durchwirbelt und mit leuchtender Flamme restlos verbrannt werden. Dieses Verbrennungsprinzip gestattet, sehr hohe Verbrennungsleistungen auf kleinem Raum unterzubringen sowie geringste Luftüberschüsse einzuhalten. So ist es zum Beispiel mit diesem Kessel möglich, in einem weiten Lastbereich mit  $\text{CO}_2$ -Gehalten von 18 bis 19 % zu fahren. Diese Werte gehen weit über das hinaus, was man früher bei Grossfeuerungen als erreichbar ansah.

Dank dem neuartigen Verbrennungsprinzip bleiben Leistung und hoher Kesselwirkungsgrad auch bei zunehmender Verschlackung erhalten, weil Asche und Schlacke durch Schwerkraft herunterrieseln und sich auf dem untern Abschlussrost ansammeln. Die luftdurchblasenen Partien der beiden senkrechten Rohrgitter können daher nicht verschlacken.

Die heissen, aus der Nachverbrennungskammer austretenden Abgase durchströmen vorerst einen Fallzug, in dem sich das vom übrigen Kesselwasser getrennte Rohrregister für die Boilerheizung befindet. Anschliessend durchstreichen sie die eigentliche Röhrenheizfläche des Kessels und werden oben durch einen Sammelzug in den Schornstein geführt.

Eine mechanische Vorrichtung gestattet, die Schlacke bei geschlossenen Kesseltüren durch einen Schlackenstössel unter dem glühenden Koks weg nach vorne zu schieben, wo sie aus-

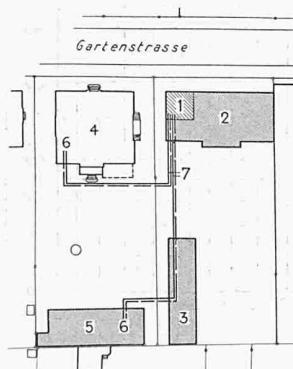


Bild 1. Lageplan der vier Gebäude an der Gartenstrasse in Basel und Führung der Leitungen

- 1 Heizzentrale
- 2 Neues Wohnhaus
- 3 Garagen
- 4 Verwaltungsgebäude der Ruhr & Saar-Kohle A.G.
- 5 Gebäude der heiztechnischen Abteilung
- 6 Bestehende Heizanlagen
- 7 Fernleitungen