

GLÜCKAUF

Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift

Nr. 34

24. August 1935

71. Jahrg.

Der Koksofentürstein.

Von Dr. Dr. C. Koepfel, Oberhausen-Ostertfeld.

Die Aufgabe, die einem Ausmauerungsstoff für Koksofentüren zufällt, ist dreifacher Art. Er schützt zunächst die eisengefertigte Koksofentür gegen den Einfluß der in der Verkokungskammer herrschenden hohen Temperaturen, die bei Fehlen eines feuerfesten Futters die Eisentür zerstören würden. Wärmewirtschaftlich betrachtet soll der Koksofentürstein ferner den Wärmeabfluß aus der Kokskammer nach außen einschränken und dadurch neben zwecklosem Brennstoffaufwand einen stärkern Temperaturabfall im Kokskuchen nach den Kopfbenden verhindern. Da der Kopf der Koksofenheizwand aus bau- und wärmetechnischen Gründen so kalt wie möglich gehalten wird, gibt man dem Koksofentürstein außerdem eine Form, die ihn befähigt, die Kohlenfüllung der Kokskammer von den kalten Kopfbenden der Heizwand fernzuhalten, d. h. man läßt ihn tiefer in die Kokskammer hineinragen, als es zum Zweck der Wärmeabhaltung allein erforderlich wäre; die neuzeitliche Koksofentür stellt infolgedessen eine Art Stopfenverschluß dar. Je nach der Kammerbreite und der Tiefe, bis zu der man den Türstein in die Kammer vorstehen läßt, schwankt das Gewicht der Ausmauerung einer Koksofentür für den 4-m-Ofen zwischen 1,0 und 1,5 t.

Ursachen für die Zerstörung von Koksofentürsteinen.

Die Beanspruchungen, denen der Türstein im Koksofenbetrieb ausgesetzt ist, bestehen hauptsächlich in den Wärmestößen beim Aus- und Einfahren der Tür während des Drückens und den Ablagerungen von festem Kohlenstoff im Innern des Steines als Folge des Zerfalls von Kohlenoxyd.

Angriff durch Temperaturwechsel.

Bekanntlich bringt das Ausfahren der Koksofentür beim Drücken des Ofens eine Abschreckung des erhitzten Türsteins mit sich, die wegen der dauernden Wiederkehr eine gewisse Widerstandsfähigkeit des Steins gegen schroffen Temperaturwechsel bedingt. Mitunter ist die Tür während des Drückens dem Regen und Wind ausgesetzt, so daß die Temperatur in den Außenschichten der Ausmauerung bis unter schwache Rotglut zurückgeht. Kurz vor dem Drücken des Ofens weist der Stein in seinen heißesten Zonen eine Temperatur von 1000–1050° auf, d. h. etwa die des garen Kokskuchens; erheblich darunter bewegt sie sich nur, wenn der Kopf des Kokskuchens ungar ist. Beim Ausfahren der Tür setzt dann der Temperatursturz im Stein ein, der sich, wie aus den später wiedergegebenen Abb. 4 und 5 hervorgeht, bis unter die 500°-Grenze abkühlt. Aus diesen Temperaturkurven läßt sich für die vorliegenden Betrachtungen vorerst noch folgendes entnehmen. Bis zu einer Tiefe von 40–50 mm pflanzt sich der Wärmestoß fast

augenblicklich fort, flacht dann allmählich ab und erreicht seinen Tiefpunkt sehr viel später, je nach der Steintiefe erst nach Stunden. Die niedrigste Temperatur im Steininnern wird wegen der Abschreckung durch die Kohlenfüllung dann erreicht, wenn die Tür wieder in den Ofen eingefahren ist. Außerdem üben der Wassergehalt der Kokskohle und die Wetterverhältnisse während des Ofendrückens einen erheblichen Einfluß auf den Gang und Umfang der Abschreckung aus.

Wenn diese Beanspruchung trotz der sehr breiten Temperaturspanne, um welche die Außenschichten eines Türsteins immer wieder abgeschreckt werden, in den meisten Fällen nicht so sehr zur Zerstörung einer Türmauerung beiträgt, wie häufig vermutet wird, so beruht dies darauf, daß sich der Temperatursturz in Temperaturgebieten abspielt, die von der Mehrzahl der Türsteinsorten ohne Gefahr für ihre Gefügesteigkeit durchschritten werden können. Der letzte schnelle Dehnungssprung, den ein feuerfester Stein beim Aufheizen erleidet, liegt im β - α -Umwandlungspunkt des Quarzes bei 573°. Da der Quarzsprung im Schamottestein wegen dessen nachgiebiger Grundmasse verhältnismäßig milde ausfällt und da er im Türstein erst erreicht wird, wenn sich die Geschwindigkeit der Abkühlung vermindert hat, spielt er normalerweise nur bei halbsauern Erzeugnissen eine größere Rolle. Anders steht es um die Abschreckung, wenn die Temperaturen in der Kokskammer besonders niedrig liegen. Der Quarzumwandlungspunkt wird dann beim Ausfahren der Tür fast augenblicklich durchschritten, so daß der unzureichend vorgebrannte halbsaure Schamottestein im kaltgehenden Koksofen erfahrungsgemäß versagt.

Im Gegensatz zu den Temperaturstößen, die der gewöhnliche Ofenbetrieb im Gefolge hat, sind tiefere Abkühlungen einer Koksofentür, die den β - α -Cristobaliumwandlungspunkt bei 230–250° unterschreiten, für die Haltbarkeit der Ausmauerung sehr schädlich. Je nach der chemischen und kristallographischen Zusammensetzung eines Erzeugnisses kann der Cristobalitanteil in Schamottesteinen einen beträchtlichen Bestandteil der Masse ausmachen. Die Raumdehnung des Cristobalits ist aber etwa dreimal so stark wie die des Quarzes, so daß sich das Steingefüge auch bei langsamer Unterschreitung dieses Umwandlungspunktes merkbar auflockert. Ist das Wärmedehnungsverhalten eines Türsteins nicht bekannt, so empfiehlt es sich, Abkühlungen unter 250° grundsätzlich zu vermeiden. Auch wenn kein sichtbarer Schaden entsteht, erleidet der Türstein durch Erkaltenlassen eine Gefügeschwächung, die später in verringerter Lebensdauer zum Ausdruck kommen muß. Die Erfahrung lehrt übereinstimmend damit, daß Türen von Öfen,

die beispielsweise Schwierigkeiten beim Drücken bereiten und unter Umständen gekratzt werden müssen, weit häufiger eine Ausmauerung verlangen als Türen von andern Öfen. In solchen Fällen setzt man zweckmäßig die Türen in besondern Nischen, etwa an den Köpfen der Ofengruppe, ab, wo sie sich bequem längere Zeit warmhalten lassen.

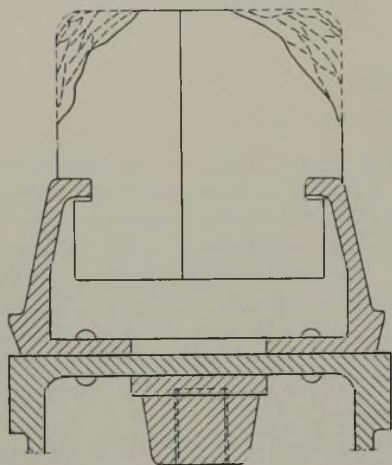


Abb. 1. Abplatzererscheinungen an Koksofensteinen, durch Wärmestöße verursacht.

Die an der Ausmauerung einer Koksofentür durch Wärmestöße eintretenden Schäden haben ein kennzeichnendes Aussehen (Abb. 1). Dort, wo der Stein der Außenluft seine größte Oberfläche bietet, also an den Ecken, entstehen die schroffsten Abschreckungen, wodurch der Stein mürbe wird und Schicht nach Schicht, seltener in groben Stücken abzubrockeln und zu zerfallen beginnt.

Angriff durch Kohlenoxydzerfall.

Durch thermische Zersetzung von Kohlenoxyd nach $2 \text{CO} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{C}$ scheiden sich an den im Schamottestein besonders schädlichen Eisenoxydteilchen Kohlenstoffanhäufungen teils in rußiger, teils in graphitischer Form ab, die sandartig graue, später tiefschwarze Massen bilden und das Gefüge eines Koksofenwürststeins zermürben. Die Abscheidung setzt nestartig an Eisenoxydflecken ein und greift allmählich auf die gesamte innerhalb der Zersetzungstemperaturen des Kohlenoxyds liegende Steinmasse über. Es handelt sich beim Koksofenwürststein im wesentlichen also um dieselbe Zerstörungsursache, der Hochofenschachtausmauerungen, die Auskleidung von Generatoren und Regeneratoren, Koksofensohlsteine und in der Zinkindustrie die Ausfütterung der Kondensatoren bei der thermischen Destillation zum Opfer fallen¹. Die Temperaturen des Kohlenoxydzerfalls sind häufig untersucht worden. Die Zersetzung beginnt in Gegenwart von Eisen schwach bei 300°, hält bis etwa 600° an und ist am stärksten zwischen 420 und 470°. Oberhalb von 700° verläuft die Reaktion umgekehrt, und vorher ausgeschiedene Kohlenstoffablagerungen werden wieder aufgezehrt.

Die stärkste zerfallbeschleunigende Wirkung auf Kohlenoxyd geht vom Eisenoxydul aus, dann folgen Eisenoxyd und metallisches Eisen, während das Oxyduloxyd katalytisch unbeteiligt bleibt². Wichtiger

als der zahlenmäßige Gehalt an Eisenoxyden ist für die Haltbarkeit eines Schamottesteins die Verteilung des Katalysators in der Steinmasse¹. Selbst größere Mengen von Eisenoxyd ergeben in feiner und gleichmäßiger Verteilung weniger schädliche Einwirkungen als örtliche Anreicherungen geringer Eisenmengen, die in der Form von Nestern und kleinen Flecken in keramischen Massen oft anzutreffen sind. Mit einer besonders hohen Empfindlichkeit des Steinwerks ist vor allem dann zu rechnen, wenn man unter dem Mikroskop in den Eisenoxydnestern vereinzelt kleine, blau-schwarze Kristalle findet². Derartige feuerfeste Erzeugnisse versagen im Betriebe stets. Hubbard und Rees³ haben beobachtet, daß in viel geringerem Umfange als Eisenoxyd auch Kaolin reine Kieselsäure und Tonerde in gewissen Temperaturbereichen katalytische Anregung zur Zersetzung von Kohlenoxyd geben. Die hier vorliegenden Zersetzungsverhältnisse sind recht verwickelt und von ungeklärten chemischen und kristallographischen Voraussetzungen abhängig. Insgesamt ist ihre katalytische Wirkung auf den Kohlenoxydzerfall nicht derart, daß sie zur Zerstörung eines feuerfesten Steines führt. Dagegen haben fast alle Verunreinigungen einer Masse, ferner überhitzter Wasserdampf⁴ eine merkbare Beschleunigung der Kohlenoxydzerersetzung zur Folge.

Die abgeschiedenen Kohlenstoffmengen, die im Betrieb zur Zerstörung von Koksofenwürststeinen führen, liegen zwischen 1,5 und 5% des ursprünglichen Steingewichts. Ihre zerstörende Wirkung beruht auf der Bildung starker Kohlenstoffanhäufungen an den Eisenoxydstellen, die dort eine auftriebende und sprengende Wirkung ausüben. An solchen Nestern haben Hugill, Ellerton und Green⁵ im Laboratorium ein Kohlenstoffaufnahmevermögen von 150% festgestellt, während von Eisen befreite Schamottesteine unter den gleichen Bedingungen nur 5% ihres Eigengewichts an Kohlenstoff aufnehmen.

Nach den vorliegenden Beobachtungen, die den Vorgang der Kohlenstoffabscheidung gut zu verfolgen erlauben, geht die Zerstörung einer feuerfesten Auskleidung in bestimmten Abschnitten vor sich. Sie beginnt als lila-graue Anfärbung (Zone *b* in Abb. 2) größerer Flächen und erstreckt sich zunächst auf die

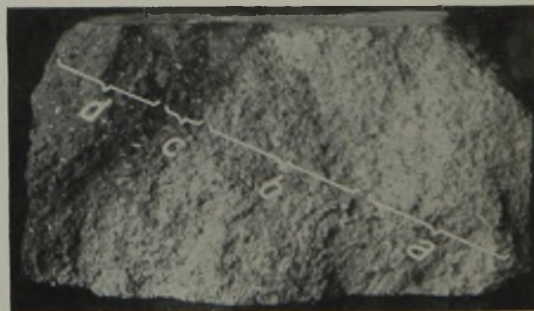


Abb. 2. Die Abschnitte der Zerstörung eines Schamottesteins durch Kohlenoxydzerersetzung.

¹ Hartmann: Zerstörungserscheinungen an Hochofenschachtsteinen, Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 1061.

² Hugill, Ellerton und Green: Der Einfluß von Kohlenoxyd auf feuerfestes Material. I. Teil. Versuche über die Zerstörung von Schamottesteinen durch Kohlenoxyd, Trans. Cer. Soc. 32 (1932) S. 533.

³ Hubbard und Rees: Die Dissoziation von Kohlenoxyd in Berührung mit feuerfestem Material, Trans. Cer. Soc. 28 (1929) S. 277.

⁴ Mitra und Silverman, a. a. O.

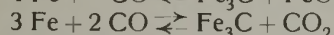
⁵ Hugill, Ellerton und Green: Der Einfluß von Kohlenoxyd auf feuerfestes Material, Trans. Cer. Soc. 32 (1933) S. 543.

¹ O'Harra und Darby, J. Amer. Cer. Soc. 6 (1923) S. 904.

² Mitra und Silverman: Die Verhütung der Zerstörung von Hochofenausfütterungen, J. Amer. Cer. Soc. 11 (1928) S. 278.

Oberfläche der Masseilchen sowie auf Ablagerungen an Poren umhüllungen. Die Bruchfläche des Magerungskorns bleibt noch hell. Ähnliche sandig-graue Anfärbungen, die auch in Temperaturlagen über 700° auftreten, sind darauf zurückzuführen, daß der während der kurzen Abschreckzeit eingewanderte Kohlenstoff in der zweiten Garungshälfte, in der sich der Türstein wieder aufwärmt, nur unvollständig verbrennt. In kälteren Stein zonen macht sich äußerlich in derselben Weise die zersetzende Wirkung der Tonerde bemerkbar, die nach Hubbard und Rees¹ schon bei 260° geringe Kohlenoxydspaltungen herbeiführt. Beim Übergang in heißere Steinschichten erfolgt von hier an zunächst keine Farbänderung, bis unvermittelt meistens ein tiefdunkler Strich auftritt (*c* in Abb. 2), der die untere Temperaturgrenze der zersetzungsbeschleunigenden Wirkung der Eisenoxyde anzeigt. Er liegt im Temperaturgebiet um 450° und erstreckt sich über eine enge Temperaturspanne von etwa 30°. Dieser schmale Streifen stellt wahrscheinlich die aktivste Reaktionszone dar, in der eine Kohlenoxydzersetzung im Schamottestein stattfindet. Nur wegen ihrer geringen Breite und der vielen Ablenkungen, die sie durch ihre enge Bindung an Isothermen erfährt, ist ihr zerstörender Einfluß auf das Steinwerk verhältnismäßig gering. Jenseits dieses Streifens setzt alsdann die breite, dunkle Hauptzersetzungszone des Kohlenoxyds ein, die wegen ihrer großen Tiefe als die eigentlich sprengend und zerstörend wirkende Zone in feuerfesten Ausmauerungen hervortritt (*d* in Abb. 2). Ihre Entstehung erfolgt nicht durch langsam zunehmende Verdunklung der Masse, sondern wieder in getrennten Abschnitten. Die erste Kohlenstoffabscheidung beginnt als Schwärzung an Eisenoxydnestern und verbreitert sich zur schaumigen Ausfüllung der Lunker, die ursprünglich durch Eutektikumbildungen und späteres Auslaufen der Glasmasse an den Stellen stärkerer Eisenanreicherung entstanden sind. Die immer noch hellen Bruchstellen des Magerungskorns lassen erkennen, daß sich die Kohlenstoffabscheidung auf eine Ausfüllung der feinsten Poren, Kanäle und submikroskopischen Risse beschränkt. Die Form des abgeschiedenen festen Kohlenstoffs ist rußig und glanzlos. Makroskopisch hat sich das Porengefüge des Steins wenig verändert. Schamottesteine mit ungünstig, nestartig verteiltem Eisenoxydgehalt können in diesem Abschnitt der rußartigen Kohlenstoffausscheidung bereits zermürbt werden und als Koksofen türsteine versagen.

Als nächster Abschnitt der Zerstörung folgt die Bildung von Eisenkarbonyl, die sich nach den umkehrbaren Gleichungen



vollzieht. Das Karbonyl entsteht in Gasform und schlägt sich als fester Körper nieder. Seine schädliche Wirkung beruht darauf, daß der Zerstörungsbereich des ursprünglichen Eisenoxydkernes nunmehr beträchtlich ausgeweitet wird. Rings um jedes Eisenoxydnest bilden sich breite Reaktionshöfe, deren Einflußgebiet rasch um sich greift und die einen feuerfesten Stein nahezu vollständig für die vermehrte Kohlenstoffaufnahme vorbereiten. Bringt man eine Steinprobe dieses Reaktionsabschnittes zum Ausglühen, so kann man, nachdem der Kohlenstoff ver-

brannt ist, über breite Flächen rings um die Eisenoxydnester einen rostbraunen Anflug beobachten. Das bunte Schillern, das die Bruchstellen der durch Kohlenoxyd zerstörten Ausmauerungen manchmal zeigen, weist wahrscheinlich auf die Bildung geringer Mengen von $\text{Fe}_2(\text{CO})_9$ hin, eines Zerfallstoffes von Eisenkarbonyl. Mit der Karbonylentstehung nimmt die Kohlenstoffabscheidung in den feinsten Poren und Kanälen einen Umfang an, der meist die völlige Zermürbung des Steingefüges bedeutet. Die Mehrzahl der Türsteinzerstörungen durch festen Kohlenstoff fällt in diesen Abschnitt der Karbonylentstehung.

Der Verkohlungs Vorgang ist damit nicht beendet, sondern als letzter Abschnitt folgt die Graphitierung der Masse. Die Kohlenstoffausscheidungen werden langsam dichter und fester, und es bilden sich feinste Kristalle, die in immer engere räumliche Bindung treten, bis die Voraussetzung zu Grenzwanderungen der Kohlenstoffatome von Gitter zu Gitter mit dem Endziel der Kornvergrößerung gegeben ist. Nach dem Ostwaldschen Gesetz vom Wachstum der größeren auf Kosten der kleineren Teilchen entstehen durch Platzwechsel im festen Gemenge Kristallformen, die im Streben nach höherer physikalischer Beständigkeit durch Verringerung der wirksamen Reaktionsoberfläche ihren Energieinhalt herabsetzen. Dieser Graphitierungsvorgang, verbunden mit neuer Kohlenstoffzuwanderung, schafft in einem ermüdeten feuerfesten Stein neue Verhältnisse. Seine Poren werden verklebt, die zermürbten Masseilchen verkittet sowie Form und Aussehen des Steines von Grund auf verändert. Die Durchdringung von Bindeton und Schamotte mit festem Kohlenstoff wird derart vollständig, daß die Bruchfläche graphitierter Massen ein gleichmäßig silbergraues Aussehen erlangt, das dem des Kokses täuschend ähnlich ist. Der Stein gewinnt durch die verkittende Wirkung der Graphitkristalle wieder erhebliche Festigkeit; da größere Graphitmengen seine Porenräume verkleben, läßt schließlich der Nachschub von frischem Kohlenstoff nach. Durch das schichtenartig und nicht durchweg gleichmäßige Vorrücken der Graphitbildung entstehen in der verfestigten Steinmasse jedoch Spannungsunterschiede, die, etwa der Lage von Isothermen entsprechend, das Abplatzen und Herausfallen größerer Steinbrocken aus dem Verbands verursachen. Ein graphitdurchsetzter Türstein wird infolgedessen trotz seiner hohen Gefügestärke querrissig. Tür ausmauerungen, die einer langen Betriebszeit standgehalten haben, versagen darum gewöhnlich nicht durch allmähliches Abplatzen und den Ausbruch dünner Steinlagen, sondern dadurch, daß große Brocken aus der Füllung auf einmal ausbrechen.

Eine gewisse Beschleunigung des Kohlenoxydzerfalls geht nebenbei von den im Koksofengas immer enthaltenen geringen Zyanmengen aus, die in Gehalten von 0,2–0,5% eine stärkere Kohlenoxydzersetzung hervorrufen, als der Zyanzunahme allein entsprechen würde¹. Bei höherem Zyan gehalt läßt die zerfallbeschleunigende Wirkung nach und schlägt bei 4,5% in ihr Gegenteil um, indem Zyan die Eisenoxyde als Katalysator vergiftet. Im Beisein von Fe_2O_3 oxydiert Zyan im Schamottestein nach $\text{C}_2\text{N}_2 + 2 \text{ O}_2 = 2 \text{ CO} + 2 \text{ NO}$ oder $\text{C}_2\text{N}_2 + \text{ O}_2 = 2 \text{ CO} + \text{ N}_2$ unter Bildung

¹ Hibbot und Rees: Der Einfluß von Zyan auf die Reduktion von Kohlenoxyd in Berührung mit feuerfesten Stoffen, Trans. Cer. Soc. 32 (1933) S. 253.

¹ Hubbard und Rees, a. a. O.

von Kohlenoxyd, das sich schnell ebenfalls zersetzt¹. Bei etwas nasser Kokskohle lassen sich höhere Zyan-gehalte im Koksofengas an der Bildung von weißen, fleckenartig verteilten Niederschlägen an kälteren Stellen des Koksofenürsteins erkennen, die nach Abe und Hara aus der Umsetzung $2\text{C}_2\text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_3\text{H}_2\text{ON}_1 + \text{CO}_2$ entstanden sind¹.



Abb. 3. Kohlenstoffnester in Planiertürsteinen.

Da alle stärkern Kohlenstoffabscheidungen nur im Temperaturbereich der die Zersetzung beschleunigenden Wirkung des Eisenoxyds erfolgen, kommen im Koksofenürstein immer nur eng umgrenzte, im Temperaturgebiet zwischen 400 und 600° liegende Zonen für Kohlenstoffstörungen in Frage. Infolge der dauernden Abschreckungen schwankt die Temperatur im Koksofenürstein, vor allem in seinen Außenschichten, und bleibt erst tief im Kern einigermaßen beständig. Dies zeigen anschaulich die in Abb. 3 wiedergegebenen Bruchflächen mehrerer Schamottesteine, die zur Ausmauerung von Planiertüren gedient haben. Die der Kokskammer sowie der Außenluft zugekehrten Steinschichten sind äußerlich unverändert geblieben, während der im Temperaturgebiet von 400–600° liegende Kern tiefschwarz und stark von Kohlenstoff durchsetzt ist. Eine Seitenkante des obersten Steines lag an einer undichten Fuge, so

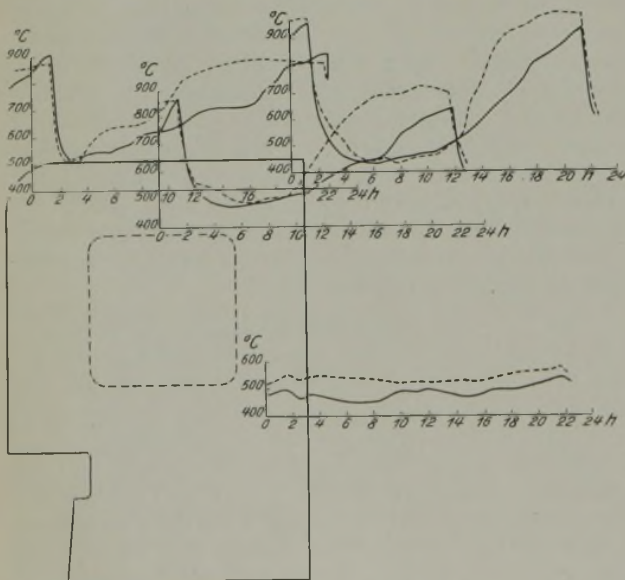


Abb. 4. Wärmeschwankungen in einem Koksofenürstein bei Kopfzugtemperaturen von 1100°.

¹ Abe und Hara, Techn. Reports Tohoku Univ., Sendai, Japan 7 (1927) S. 1.

daß durch das ausströmende Gas die Temperatur im Steininnern abgelenkt wurde und die Kohlenoxydzersetzungszone sich dementsprechend verschob. Die beim Silikastein durch die gleiche Ursache unter Umständen entstehenden sehr großen Dehnungsunterschiede sind nebenbei häufig der Grund für das Abplatzen der Wandsteinkanten an undichten Fugen.

Zur Gewinnung eines Anhalts für die Verweilzeit einzelner Stellen im Gebiet der Hauptzersetzungstemperaturen sind die Temperaturverhältnisse an mehreren Stellen eines Türsteins während einer Garungszeit gemessen worden und die Ergebnisse in den Abb. 4 und 5 dargestellt. Die Schnittpunkte der Abszissen und Ordinaten geben die Lage der Meßstellen an. Die Verweilzeiten verschiedener Steinzonen sind danach in der kritischen Zersetzungszone außerordentlich verschieden, und zwar am geringsten an den vordern Ecken des Türsteins, während sie nach hinten, d. h. nach der Tür hin zunehmen. Die ganze vordere Hälfte des Türsteins befindet sich in dauerndem Wechsel zwischen Kohlenstoffabscheidung, Zerfallsgleichgewicht und Kohlenstoffverbrennung, wobei das Überwiegen der einen oder andern Richtung und die Umsetzungsgeschwindigkeiten den Umfang der bleibenden Kohlenstoffabscheidung bestimmen. Die lange Verweilzeit gerade der vordern Türsteinmitte im kritischen Temperaturgebiet gibt vielen Türsteinzerstörungen durch Kohlenstoffsprennung dieselbe Form (Abb. 6). Das Abbröckeln der Steinschichten setzt in der Türsteinmitte ein und frißt sich keilförmig tiefer, während die Ecken des Steines noch lange unversehrt bleiben.

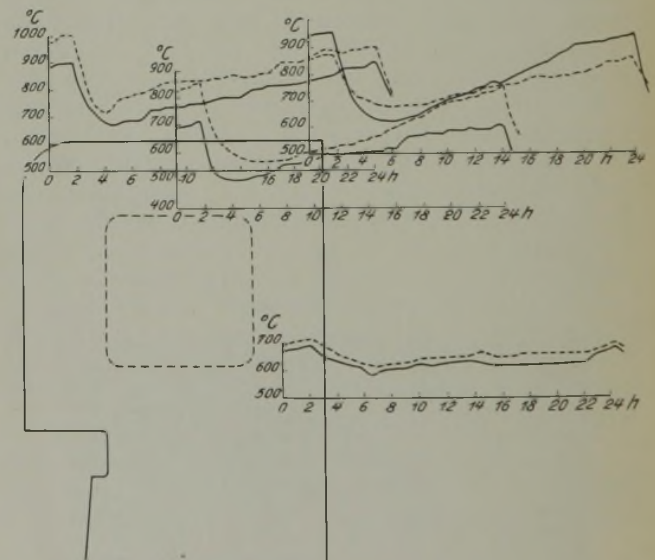


Abb. 5. Wärmeschwankungen in einem Koksofenürstein bei Kopfzugtemperaturen von 1197°.

Welchen Einfluß die Wetterverhältnisse und der Wassergehalt der Kohle auf die Abschreckung des Türsteins ausüben, geht aus einem Vergleich der vollen Temperaturabnahmen in den Abb. 4 und 5 hervor. Die Messungen am Stein in Abb. 4 wurden bei schlechtem Wetter und nasser Kokskohle (11,9% H_2O), die Ableesungen in Abb. 5 bei trockenem, windstillem Wetter und trockner Kokskohle (10,3% H_2O) durchgeführt. Der Umfang der Abschreckung war im ersten Falle um rd. 100° größer.

Da die äußersten Schichten des Türsteinkopfes den schroffsten Abschreckungen unterworfen sind, greifen hier Temperaturwechsel und Kohlenstoffablagerungen das Steinmaterial gemeinsam an. Je tiefer die Zone der Kohlenoxydspaltung in das Steininnere zurückverlegt und dem gleichzeitigen Angriff durch schroffen Temperaturwechsel entzogen wird,

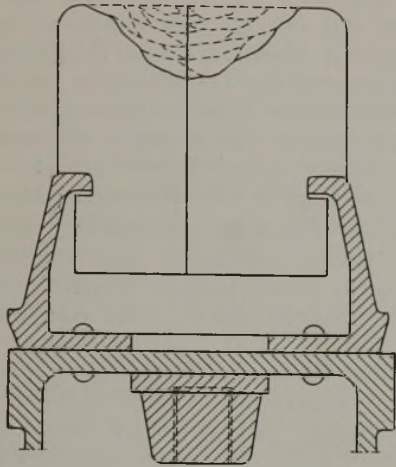


Abb. 6. Abplatzererscheinungen an Koksöfentürsteinen infolge von Kohlenoxydzersetzung.

eine desto längere Haltbarkeit der Türausmauerung ist zu erwarten. Im Temperaturbild in Abb. 5 (mittlere Temperatur der Kopfzüge 1197°) ist das gesamte aus der Türfassung herausragende Mauerwerk der Kohlenoxydzersetzung praktisch entzogen. Die Zone der dichtesten Kohlenstoffausscheidung ist bis in die Türwangen zurückverlegt und wirkt sich dort, wo jeder schroffe Temperaturwechsel fortfällt, weniger verhängnisvoll aus. In dieser Tatsache ist hauptsächlich die längere Haltbarkeit einer Ausmauerung im heißen Ofen begründet, wie auch zahlreiche Beobachtungen im Betriebe bestätigt haben. Abb. 7 veranschaulicht die Lebensdauer der Türausmauerungen einer Gruppe von 34 Öfen in 4 Jahren im Vergleich zur jeweiligen Kopfzugtemperatur als Mittel aller in 4 Jahren in beiden Kopfzügen gemessenen Temperaturen. An einer andern Gruppe von 29 Öfen mit absichtlich hochgehaltenen Kopfzugtemperaturen war ebenfalls nach 30 Monaten noch keine einzige Türausmauerung erneuerungsbedürftig geworden.

Eine weitere Erhöhung der Lebensdauer einer Türausmauerung läßt sich durch künstliche Steigerung der Wärmeleitfähigkeit des einzelnen Steines erzielen.

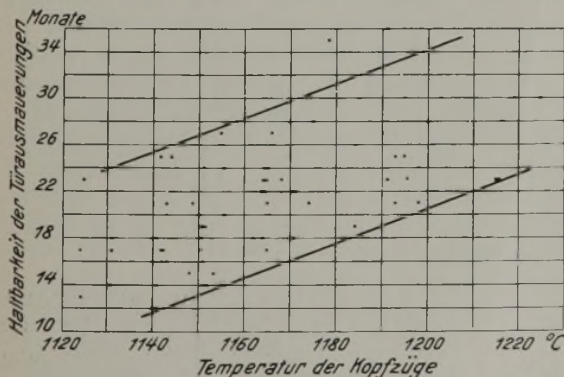


Abb. 7. Haltbarkeit von 68 Türsteinausmauerungen während der Dauer von 4 Jahren in Abhängigkeit von den Kopfzugtemperaturen der Öfen.

Zu diesem Zweck wurden Türsteine gewählt, die in der Mitte eine durchgehende Aushöhlung besaßen (in den Abb. 4 und 5 durch eine gestrichelte Linie angedeutet). Statt durch Leitung erfolgt hier die Wärmeübertragung in tiefere Steinschichten zum großen Teil durch Strahlung, die sich bei höhern Temperaturen erheblich rascher vollzieht (Abb. 8).

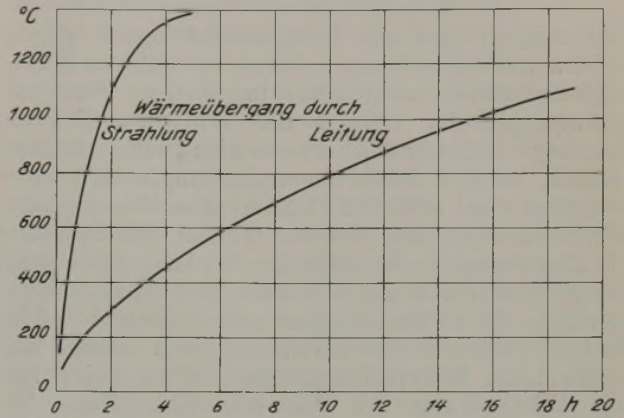


Abb. 8. Die zur Übertragung derselben Wärmemenge durch Wärmestrahlung und -leitung bei verschiedenen Temperaturen erforderlichen Zeiten.

Die kritische Zersetzungstemperatur des Kohlenstoffs wird an solchen Steinen weiter in das Steininnere zurückverlegt und besonders die Verweilzeit in den gefährlichen Temperaturlagen vermindert. Die in den Abb. 4 und 5 gestrichelt eingetragenen Temperaturlinien lassen erkennen, daß sich die Temperatur in Hohlsteinen viel rascher erholt und daher bei genügenden Kopftemperaturen von einer Gefährdung solcher Steine durch Kohlenstoff kaum noch gesprochen werden kann. Aus diesen Betrachtungen ergibt sich ferner die Wichtigkeit einer Isoliersteinschicht, die man zwischen die eiserne Türplatte und den Türstein einbringt. Eine schadhafte oder zu dünne Schutzschicht wirkt immer verkürzend auf die Haltbarkeit der Türausmauerung, indem sie das Wärmegefälle im Türstein steigert und außerdem die kritische Kohlenoxyd-Zersetzungszone in den Kopf des Türsteins legt. Daher empfiehlt es sich, die hintermauerte Isoliersteinschicht so breit wie möglich zu gestalten, damit der Türstein in erster Linie als Kammerabschluß und weniger zum Wärmeschutz, verbunden mit hohem innerm Temperaturgefälle, dient.

Zweckmäßige Beschaffenheit des Koksöfentürsteins.

Die Frage nach dem geeignetsten Türstein für Koksöfen läßt sich allein nach dem Gesichtspunkt der Kopfzugtemperaturen beantworten. Unterscheidet man zwischen heißen Ofenköpfen (Heizzugtemperaturen über 1200°), mittelwarmen Köpfen (1100 bis 1200°) und kalten Ofenköpfen (unter 1100°), so sind die Anforderungen an den Türstein für jede dieser Ofenarten verschieden. Für Öfen, die mit sehr heißen Kopfzugtemperaturen betrieben werden, was man in neuerer Zeit mit Rücksicht auf noch andere Vorteile anstrebt, ist die Wahl des geeignetsten Türsteins am einfachsten. Selbst mittelmäßige Erzeugnisse verbürgen unter diesen Verhältnissen annehmbare Haltbarkeiten. Bei durchschnittlicher Flußsäurebeständigkeit, worauf noch eingegangen wird, läßt sich angesichts des geringen Eisengehalts vieler saurer Tone bei Tonerdegehalten von 20–27% noch eine ge-

nügende Widerstandsfähigkeit gegen Kohlenoxydzersetzungen erreichen. Dem Hersteller verbleibt daher genügend Spielraum, um gleichzeitig — z. B. durch Fortlassen des Mittelkorns der Magerungsschamotte oder Änderungen im Porenraum — günstige Abschreckzahlen im sauren Türstein zu erzielen.

Mit sinkender Kopfzugtemperatur verschärfen sich die Anforderungen an die Temperaturwechselbeständigkeit und die Widerstandsfähigkeit gegen Kohlenstoffabscheidungen. Schon bei mittlern Kopfzugtemperaturen kann unter ungünstigen Betriebsbedingungen der Bereich der kritischen Wärmedehnung mancher Schamottesteine unterschritten werden, so daß temperaturwechselempfindliche Erzeugnisse dann schlechte Haltbarkeitszahlen ergeben. Weiter verlagert sich im kalten Türstein die Zone der Zersetzung beschleunigenden Wirkung des Eisens auf Kohlenoxyd in die Außenschichten eines Steines, in welche die Kohlenoxydgase unbehindert Zutritt finden. Gegen beide Zerstörungsarten nimmt die mechanische Widerstandsfähigkeit eines Steins mit der Verringerung des Abstandes der Zone der höchsten innern Zugspannungen von der Steinaußenfläche ab. Die Hauptzersetzungszone des Kohlenoxyds erfährt außerdem eine Verbreiterung, weil das Temperaturgefälle im Innern des Türsteins geringer wird. Durch die beginnende Abtragung der Steinmasse von außen verändert sich dann das Wärmegefälle im Türstein ständig, so daß auch die kritischen Zersetzungstemperaturen für Kohlenoxyd fortschreitend auf neue Steinzonen übergreifen.

Die schärfsten Betriebsbedingungen bestehen für kalte Ofenköpfe. Neben einer guten Abschreckfestigkeit hat der Türstein hier im Gefügebau und in seiner chemischen Zusammensetzung allen Anforderungen zu entsprechen, die an ein erstklassiges Erzeugnis gestellt werden können. Wenn auch Dauerbeständigkeit gegen den einen wie den andern Angriff von keinem Erzeugnis der feuerfesten Industrie erzielt wird, gibt es doch theoretisch und praktisch begründete Richtlinien für die zweckmäßigste Beschaffenheit und die voraussichtliche Eignung eines Türsteins auch im kaltgehenden Ofen.

Gesichtspunkte zur Temperaturwechselbeständigkeit.

Alle Arten von feuerfesten Steinen sind in ihrer Zusammensetzung heterogen, da sie aus Masseteilchen verschiedenster Größe, Art und Gestalt bestehen. Ihre Eigenschaften sind bestimmt durch ihr Gefüge, die Temperatur und die Beschaffenheit der verwendeten Binde- und Magerungsmittel. Befindet sich ein feuerfester Stein im Ofen, so ist eine seiner Oberflächen meist heißer als andere, tieferliegende Schichten, so daß von Schicht zu Schicht eine Veränderung der physikalischen Eigenschaften stattfindet. Da sich der Rauminhalt aller keramischen Stoffe mit der Temperatur ändert, treten im Steininnern während des Betriebes Zugspannungen auf, deren Stärke neben dem absoluten Wärmedehnungsbetrag einer Masse hauptsächlich vom Temperaturgefälle im Innern abhängt. Schroffe Abschreckungen, denen ein Koksofentürstein ständig unterworfen wird, erzeugen somit höchste Wärmegefälle und infolgedessen stärkste innere Zugspannungen. Ist ein Körper homogen, so reißt er entweder sofort, weil seine Festigkeitsgrenze überschritten wird, oder er hält

denselben Abschreckungen für immer stand. Anders verhält sich der keramische Körper, in dessen zellenartigem Aufbau zuerst die niedriger elastischen Verbindungen zweier Masseteilchen abreißen, hierdurch einen Teil der bisher gehaltenen Spannung auf benachbarte Verbindungsstellen abwälzen und diesem Vorgange der innern Zermürbung weiter so lange stattgeben, bis auch die elastischsten Masseverbindungsstellen den ansteigenden Zugspannungen nicht mehr gewachsen sind. Der Stein fällt dann auseinander. Seltener tritt die Zerstörung in Gestalt durchgehender Risse durch einen Körper ein als in lagen- und schalenförmigen Abplatzungen, die vorzugsweise Isothermen folgen und mit fortschreitender Materialabtragung immer neue Oberflächen freilegen.

Infolge der Inhomogenität keramischer Massen ergibt sich bei Wärmestößen eine zusätzliche Beanspruchung in Form innerer Kraftwirkungen, die durch Dehnungsunterschiede nicht einheitlicher Bestandteile bedingt sind: beispielsweise in einer Mischung von Tonen mit Kieselsäure. Die Grundstoffe eines feuerfesten Steines müssen sich bei Wärmeeinwirkung also entweder übereinstimmend ausdehnen und zusammenziehen, oder der eine muß so elastisch sein, daß er die abweichenden Raumänderungen des andern in sich aufnimmt. Auch wenn die höchste innere Belastungsfähigkeit nicht erreicht wird, verschlechtert sich das innere Kräftegleichgewicht durch Dehnungsunterschiede der Masseteilchen häufig derart, daß Bruch oder Neigung zu Bruch eintreten kann. In allen Fällen wirkt sich ein Abschrecken auf die Gefügefestigkeit verhängnisvoller aus als zu rasches Aufheizen — z. B. beim Einfahren der Tür —, da es sich im ersten Falle um Zugspannungen, im andern um Druckspannungen in der Bindemasse eines feuerfesten Steines handelt. Grundsätzlich kann die Temperaturwechselbeständigkeit eines feuerfesten Steins daher durch Minderung der Wärmedehnung sowie durch Heraufsetzen von Elastizität und Festigkeit und seiner Temperaturleitfähigkeit erhöht werden¹.

Das Ausdehnungsverhalten keramischer Körper wird in der Hauptsache durch den Mengenanteil und die Eigenschaften der kristallinen Phase sowie durch die Umwandlungen bestimmt, die sich bei bestimmten Temperaturen in ihnen abspielen. Wegen seiner hohen Temperaturlage — bei 573° — ist der Quarzprung für den Koksofentürstein am wichtigsten. Man kann ihn dadurch beseitigen, daß man das Gut bis zur Umwandlung des Quarzes in Cristobalit oder Tridymit brennt, und erhält an seiner Stelle dann Dehnungssprünge im Temperaturgebiet zwischen 100 und 250°. Für den Koksofentürstein bedeutet dieses Verlegen der Wärmedehnung in tiefere Temperaturgebiete eine logische und notwendige Voraussetzung. In den Abb. 9 und 10 sind die Wärmedehnungskurven mehrerer Koksofentürsteine wiedergegeben, von denen beispielsweise die Proben 5440 und 4522 noch deutliche Quarzsprünge zeigen, die sie im Betriebe versagen lassen mußten.

Für Koksöfen mit niedrigen Kopfzugtemperaturen genügt die Forderung nach Quarzfreiheit allein nicht mehr. Da hier der Türstein meist nicht gegen glühenden Koks, sondern gegen einen ungaren

¹ Vgl. hierzu die Berechnungen von Endell: Zur Berechnung der Temperaturwechselbeständigkeit feuerfester Steine aus ihren physikalischen Konstanten, Glastechn. Ber. 11 (1933) S. 137.

Kohlenkopf anliegt, kann er wegen seiner schwachen Durchwärmung beim Drücken und Füllen des Ofens auf Temperaturen abgeschreckt werden, die den Cristobaliumwandlungspunkt erreichen. Bei kalten Ofenköpfen müssen die Türsteine also auch möglichst cristobalittfrei sein. Hierzu gibt es zwei Wege: entweder verwendet man quarzarme Rohstoffe, oder man brennt den Stein derart scharf, daß die freie Kieselsäure in die Glasphase übergeführt wird. Es ist vorwegzunehmen, daß der erste Ausweg mit Rücksicht auf die verstärkten Kohlenoxydzersetzungen bei niedrigen Kopfzugtemperaturen den Anforderungen an einen guten Koksofentürstein allein nicht genügt. Die Notwendigkeit einer starken Glasbildung zur Silizierung des Eisens verlangt die Anwendung der zweiten Maßnahme. Durch die Überführung der freien Kieselsäure in den glasförmigen Zustand verschwinden nun zwar die Sprünge in der Wärmeexpansionskurve (z. B. Stein P. P. Ultra in Abb. 10), jedoch macht sich hierbei eine Tatsache bemerkbar, die sich auf die Abschreckfestigkeit ebenfalls nachteilig auswirkt, nämlich die Sprödigkeit eines Körpers als Folge seines erhöhten Glasmasseanteils. Da ein Scharfbrand des Türsteins zur Erzielung genügender Kohlenstofffestigkeit aber meistens nicht zu umgehen ist, muß man besondere Wege der Massezustellung und ihrer Auswahl einschlagen, um die Temperaturwechselbeständigkeit gewährleisten zu können.

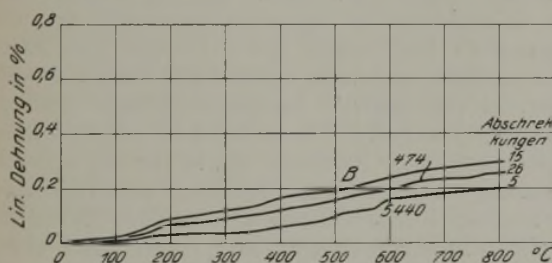


Abb. 9.

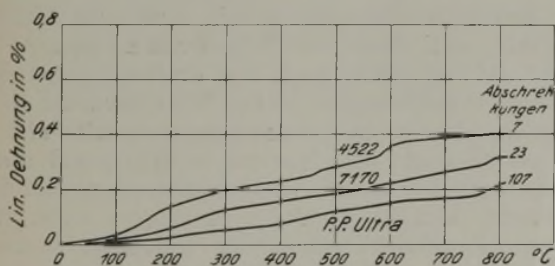


Abb. 10.

Abb. 9 und 10. Wärmedehnungsverhalten einiger Koksofentürsteine.

Die Möglichkeiten hierfür liegen vornehmlich in einer zweckmäßigen Gestaltung des Porenraumes, in der Beschaffenheit des Magerungsmittels und in der Auswahl geeigneter Rohstoffe. Dichte keramische Massen haben eine geringere Elastizität und einen vergleichsweise höheren Wärmedehnkoeffizienten als solche, deren Feinbau von einer Vielzahl von Poren und Kanälen durchsetzt ist. Sieht man von den Kieselsäureumwandlungen ab, so ist die Abschreckfestigkeit eines feuerfesten Steines nach Geller und Heindl¹ seiner Porosität sogar unmittelbar und dem

Bruchmodul umgekehrt verhältnisgleich. Der einfache Weg, einen Stein durch Vergrößerung des Porenraumes abschreckfester zu gestalten, verbietet sich aber beim Koksofentürstein infolge der dadurch erhöhten Gasdurchlässigkeit. Es gibt im Gegenteil eine untere Grenze des Porenraumes (etwa 27%), die aus diesem Grunde nicht überschritten werden soll, so daß dieser Ausweg praktisch fortfällt.

Bessere Handhaben zur Steigerung der Abschreckfestigkeit liegen in der Auswahl des Magerungskornes. Die Erhöhung des Gehalts an nichtplastischem Magerungskorn bedeutet stets eine Verringerung aller innern Spannungen, die durch Brennschwindung auftreten, und demzufolge eine Minderung der Abplatzneigung. Je mehr Magerungsmittel eine Rohmasse enthält, desto besser verteilt sich in ihr auch das Anmachwasser. Sie enthält als Grundmasse die Schamotteteilchen, von denen jedes vom Bindeton filmartig überzogen wird, und gestattet, daß die Hohlräume vom übrigbleibenden Bindeton als Füllmittel ausgefüllt werden. Während man früher Schamottegehalte von 30% als hoch betrachtet hat, kann man heute mit Zusätzen von 70–80% Magerungsmittel noch sehr dichte und feste Schamottesteine erbrennen. Auch für die Kohlenstofffestigkeit eines Türsteins gilt eine höchstmögliche Magerung als erwünscht, da durch den doppelten Brand das Eisen besser siliziert und scharfgebrannte Schamotten nahezu gasundurchlässig sind. Zur Erzielung eines dichten Gefüges bei guter Abschreckfestigkeit hat die Praxis die Erfahrung geliefert, daß ein Fortlassen des Mittelkorns der Schamotte sehr gute Ergebnisse zeitigt. Es ist dabei zulässig und sogar erwünscht, mit der Grobheit des obersten Magerungskornes bis auf 10 mm heraufzugehen. Diese Erfahrungen decken sich mit den Beobachtungen englischer Forscher¹, die an Hochofenausmauerungen mit feinkörnigem Magerungskorn erheblich kürzere Haltbarkeiten als an denselben Futteren mit starker und grober Magerung festgestellt haben. Ist die Schamotte leicht porös gebrannt, so trägt sie auch merkbar zur Erzielung eines dichten Steines bei, denn ein Bindeton haftet an gut mit Wasser durchtränkten Schamotteteilchen besser als an einem nichtporösen, glattgebrannten Scherben. Poröse Schamotte läßt ebenso den Zusatz von mehr und von gröberem Magerungskorn zur Rohmasse zu². Die Menge und die Beschaffenheit der Magerungsschamotte sind für den Koksofentürstein also sehr wichtige Kennzeichen, die über den Wert und die Haltbarkeit eines Erzeugnisses entscheiden.

Der die Magerungskörner verkittende Bindeton soll mit der Schamotte übereinstimmende Wärmeexpansions-eigenschaften aufweisen und nach Möglichkeit hochelastisch, weich und porös sein. Er muß also offenbrennen, während verdichtend brennende Tone die Abschreckfestigkeit beeinträchtigen. Dem Kieselsäuregehalt kommt in verschiedenen Tönen nicht immer dieselbe Bedeutung zu; obwohl er wegen seiner Dehnungsunregelmäßigkeiten gewöhnlich unerwünscht ist und eine spröde Glasphase erzeugt, gilt dies nicht für einige kaolinhaltige Tone, deren Masse weich, porös und sehr elastisch ist, so daß er auf

¹ Nesbitt und Bell: Zerstörungen an feuerfesten Steinen, Brick Clay Rec. 62 (1923) S. 1042; Iron Trade Rev. 106 (1923) S. 1603.

² Booze und Phelps: Untersuchung über Faktoren, die das Abplatzen von feuerfesten Steinen bedingen unter Berücksichtigung der Belastungs- und Nachbrennversuche und des Einflusses der Korngröße auf die Schrumpfung, J. Amer. Cer. Soc. 8 (1925) S. 361.

¹ Geller und Heindl: Einige Bemerkungen über die Bedeutung der Wärmedehnmessungen, J. Amer. Cer. Soc. 8 (1925) S. 555.

innere Spannungen dann ebenfalls ausgleichend wirken kann¹.

Schließlich ist der Einfluß der Temperaturleitfähigkeit für die Abschreckfestigkeit von Bedeutung, weil sie dazu beiträgt, den Ausgleich der durch ungleiche Temperaturverteilung verursachten Spannungen zu beschleunigen. In einem Koksofentürstein von guter Temperaturleitfähigkeit wird auch die Kohlenoxydzersetzungszone tiefer in das Steininnere zurückverlegt und ihre zerstörende Wirkung abgeschwächt. Im allgemeinen sind poröse Steine bei hohen Temperaturen zwar bessere Temperaturleiter als dichtgebrannte Massen, weil in ihnen ein größerer Teil der Wärme durch Strahlung anstatt durch Leitung übertragen wird (Abb. 7). In der stärkern Durchlässigkeit des porösen Steins für Kohlenoxyd finden jedoch die Bestrebungen, auf diesem Wege die Abschreckfestigkeit zu erhöhen, ihre Grenze. Ebenfalls verfehlt ist nach dem Gesagten der Versuch, Erzeugnisse mit hauptsächlich wärmeisolierenden Eigenschaften, Leichtsteine u. dgl., als Koksofentürstein zu verwenden.

Gesichtspunkte zur Kohlenoxydzersetzung.

Zur Minderung der Kohlenstoffempfindlichkeit eines feuerfesten Steins bestehen in der Hauptsache folgende Möglichkeiten: Verringerung des Gesamteisengehalts durch Verwendung eisenarmer Tone oder deren entsprechende Aufbereitung, Herabsetzen der Gasdurchlässigkeit und Steigerung der mechanischen Festigkeit des Steins, Überführung der Oxyde und Oxydule des Eisens in die Oxydulform und schließlich die Unschädlichmachung des Eisenoxyds selbst. Alle Wege sind beschritten worden und können zum Teil eine erhebliche Einschränkung der Kohlenstoffabscheidungen in Schamottesteinen bewirken.

Die nächstliegenden Bestrebungen zur Verringerung von Kohlenoxydzersetzungen greifen am Eisengehalt der Tone an, den man mengenmäßig sowie in der Art seiner Verteilung und seines chemischen Auftretens beeinflussen kann. Die bei Hochofenauskleidungen bewährte Praxis der Witterung der Rohtone, die man solange der Witterung aussetzt, bis die Pyritteilchen die braune Oxydfarbe annehmen und von Hand ausgelesen werden können, wäre auch für die Herstellung erstklassiger Türsteine zu empfehlen. Bei einer Schütthöhe des Tones von etwa 0,5 m ist dieser Oxydationsvorgang nach dreimonatiger Lagerung im Freien genügend beendet. Man erreicht durch diese Maßnahme neben der Minderung des Gesamteisengehalts vor allem eine günstigere Verteilung des Eisens, da gerade die schädlichsten und leicht zu Sprengungen führenden starken örtlichen Eisenanreicherungen beseitigt werden können.

Abgesehen von der gelegentlich noch angewendeten magnetischen Aufbereitung sind damit die Möglichkeiten einer Vorbehandlung der Rohtone im wesentlichen erschöpft. Wo keine Möglichkeit zur Tonauslese besteht, empfiehlt es sich deshalb, nur solche Tone zu Koksofentürsteinen zu verarbeiten, deren Eisengehalt von vornherein niedrig ist. Fertige Steine mit 3 oder gar 4% Eisen werden, falls nicht besonders günstige Verteilungsverhältnisse vorliegen, bei mittlern und niedrigen Kopfzugtemperaturen nur selten einen haltbaren Koksofentürstein abgeben. Es

gibt aber im Rheinland, in Sachsen und andernorts in Deutschland gute Tone, deren Eisengehalte zwischen 1 und 1,5% und darunter liegen. Ein Bild von der Ausbreitung der Eisenoxydnester läßt sich im übrigen am Aussehen der Bruchfläche eines Steins leicht gewinnen.

Auch ein niedriger und günstig verteilter Eisengehalt kann einen Türstein dann noch zum Versagen bringen, wenn dieser nicht genügend oder falsch gebrannt ist. Durch einen langen oder hohen Garbrand soll das Endziel des Koksofentürsteinbrennens, den Hauptanteil der Eisenoxyde an die Kieselsäure zu binden, erreicht werden. Die fast gleichen Atomvolumina des Siliziums (7) und des zweiwertigen Eisens (10) erfüllen in besonders günstiger Weise die Bedingung der isomorphen Vertretbarkeit in Gittersystemen. Aus der Übereinstimmung der Atomdurchmesser beider Elemente ergibt sich die Voraussetzung für Mischkristallbildungen zwischen Eisen und Kieselsäure, d. h. für den Eintritt des Eisens in das Kristallgitter der Kieselsäure, und somit seine Unschädlichmachung als Förderer der Kohlenoxydzersetzung. Da gerade das Oxyd des zweiwertigen Eisens den niedrigsten eutektischen Schmelzpunkt mit Kieselsäure hat (nach von Eckermann bei 1065°)¹, muß der Türsteinbrand unter allen Umständen reduzierend erfolgen, damit das Bestehen von Oxyden des dreiwertigen Eisens verhindert wird. Ein vorwiegend oxydierend gebrannter Koksofentürstein, der an seiner Farbe meist zu erkennen ist, weist im Gebrauch stets eine ungenügende Haltbarkeit auf. Da aber das Eisenoxydul bei höhern Temperaturen nicht mehr beständig ist und in Oxyduloxyd übergeht, nehmen auch die nicht silizierten gröbern Eisenteilchen bei reduzierendem Brennen eine Oxydform an, in der sie keine die Zersetzung beschleunigende Wirkung auf Kohlenoxyd mehr ausüben. Der unmittlere Oxyduloxydbrand, den man ebenfalls vorgeschlagen hat², ist technisch außerordentlich schwierig durchzuführen. Sein Vorteil, der in der Vermeidung höherer Glasmassenanreicherungen liegt, ist für den Koksofentürstein wohl auch deshalb umstritten, weil unter dem Einfluß von Luftsauerstoff bei höhern Temperaturen in den Außenschichten des Türsteins Rückbildungen in Fe₂O₃ zu erwarten sind. Bei jedem scharfen Brand des Schamottesteins nimmt man also bewußt den Nachteil in Kauf, daß seine Empfindlichkeit gegen Temperaturwechsel infolge vermehrter Glasmassebildung verringert wird. Bei richtiger Zusammenstellung der Rohmasse braucht aber die Abschreckfestigkeit eines Koksofentürsteins die Grenze nicht zu unterschreiten, bei der die Haltbarkeit der Ausmauerung beeinträchtigt wird.

Für die Verringerung der Kohlenoxydzersetzung im Schamottestein liegen eine Reihe weiterer Vorschläge vor, über deren praktische Verwendbarkeit noch wenig bekannt geworden ist. Heuer schlägt vor³, die freien Eisenoxyde durch geeignete Massezusammenstellung unmittelbar in das Eutektikum FeO · Al₂O₃ · 2 SiO₂ überzuführen, das 40% FeO enthält. Der niedrigen Bildungstemperatur dieses Silikats wegen, die bei 1100° liegt, kommt dieser Vorschlag nur für Hochofen-, aber nicht mehr für Koksofentürsteine in Frage. Andere Auswege werden im Ein-

¹ von Eckermann, Geol. Fören. Förhändl. 44 (1922) S. 274.

² Nesbitt und Bell, a. a. O.; Mitra und Silverman, a. a. O.

³ Heuer: Beitrag zur Verhinderung der Zerstörung von Hochofenausmauerungen, J. Amer. Cer. Soc. 12 (1929) S. 30.

¹ Goodrich: Abplatzen und Festigkeitsverluste an feuerfesten Steinen, J. Amer. Cer. Soc. 10 (1927) S. 784.

fluß verschiedener Zusatzstoffe (Oxyde und Salze von Pb, Ni, Cr, Mg, Hg, Mn, Al, Zn, Kd oder alkalischen und ammoniakalischen Salzen der Phosphorsäure und Borsäure) erblickt¹, ferner im Zusatz von Kupfer und kupferhaltigen Stoffen². Gesichtspunkte der Kontaktstoffvergiftung und der Eisensilizierung sind die leitenden Grundsätze dieser und ähnlicher Vorschläge.

Die Kohlenstofffestigkeit eines feuerfesten Steines verlangt neben hoher mechanischer Festigkeit einen Mindestgehalt an Porenraum, damit die Gasdurchlässigkeit beschränkt wird. Eine Verringerung des

¹ Franz. Pat. 740467 (26. 1. 33).

² DRP. 508771 (1. 10. 30).

Porenraumes hat aber ebenfalls eine Beeinträchtigung der Abschreckfestigkeit zur Folge, die in Kauf genommen werden muß. Grundsätzlich ist der dichtgebrannte und feste Koksofentürstein dem etwas weniger festen, porigern Stein bei niedrigen Ofentemperaturen in der Haltbarkeit überlegen. Der Porenraum läßt sich allerdings auf einfache Weise durch die Verwendung leicht sinternder halbsaurer Bindetone vermindern, die bei einem Tonerdegehalt von 21–26 % häufig besonders dicht brennen. Die wirkungsvollere und die Abschreckfestigkeit weniger beeinträchtigende Maßnahme liegt aber in einer richtigen Magerungsweise, die auch ohne die Verwendung halbsaurer Bindetone zum Ziele führt.

(Schluß f.)

Kohle und Kapillarität.

Von P. Nashan, Sterkrade.

(Mitteilung aus dem Aufbereitungslaboratorium der Gutehoffnungshütte, Zeche Oberhausen.)

Untersuchungen über Trocknung und Entwässerung von Kohle haben Veranlassung gegeben, den Zusammenhängen zwischen Kohle und Kapillarität nachzugehen. Wie in den nachstehenden Ausführungen und in weiteren Arbeiten gezeigt werden soll, sind solche Beziehungen in der Tat vorhanden und, wie es scheint, als Unterscheidungsmerkmale für verschiedene Kohlenarten und Kohleneigenschaften von Wert.

Die bisherigen Beobachtungen über die Kapillarität von Kohle haben sich im wesentlichen auf die Grobkapillarität, d. h. die kapillaren Erscheinungen erstreckt, die mit den Zwischenräumen zwischen mehr oder weniger eng beieinander liegenden Körnern zusammenhängen und bei der Entwässerung der Kohle wirksam werden. Es zeigt sich aber, daß der Feinkapillarität eine besondere Rolle zukommt. Man kann unter diesem Begriff die kapillaren Erscheinungen zusammenfassen, deren Ursachen in dem Feingefüge der Kohlenteilchen selbst begründet sind und die sich dann geltend machen müssen, wenn man die Kapillareigenschaften verschiedener Kohlen bei stets gleichbleibender Korngröße verfolgt.

Die Untersuchungen, über die im folgenden berichtet wird, haben sich zunächst ausschließlich mit der Feinkapillarität von Kohle beschäftigt.

Kennzeichnung der Versuche.

Grundlagen.

Da die Kapillarität eine Kraft darstellt, läßt sie sich z. B. durch die Saugleistung ausdrücken, mit der eine bestimmte Flüssigkeitsmenge von gegebener Oberflächenspannung und Dichte in einer gemessenen Zeit von einer gewissen Menge der zu untersuchenden Kohle mit bekannter Korngröße angesaugt wird. Die Feststellung des Einflusses schwankender Temperaturen und Luftdrücke bleibe spätern Untersuchungen vorbehalten.

Wählt man also die Menge und Korngröße der Kohle sowie die Dichte und Oberflächenspannung der anzusaugenden Flüssigkeit als Konstanten, so wird eine Beziehung von der allgemeinen Form $K = f(V, t)$ bestehen, worin K die mit der Kapillarität zusammenhängende Kraft als Funktion f des angesaugten Volumens V in der Zeit t darstellt. Aus dem Verhältnis

zwischen Ansaugvolumen und Zeit werden sich Schlüsse auf die Kapillarkräfte der zu untersuchenden Kohle ziehen lassen.

Um die Aufgabe vorerst weiter zu vereinfachen, kann man außerdem die gleiche angesaugte Flüssigkeitsmenge zugrunde legen, indem man z. B. stets die Zeit feststellt, die eine zu untersuchende Probe zum Ansaugen von 0,5 cm³ Flüssigkeit braucht. Von dieser Vereinfachung habe ich häufiger Gebrauch gemacht, um die Zahlenangaben nicht zu stark anwachsen zu lassen.

Versuchsanordnung und -durchführung.

Für die Durchführung der Versuche wurde das von Enslin¹ angegebene und von der Firma Schott u. Gen. in Jena hergestellte Gerät gewählt, dessen Aufbau aus Abb. 1 hervorgeht. Die aus Glas gefertigte Vorrichtung setzt sich aus drei durch die Schlitze *a* und *b* miteinander verbundenen Hauptteilen zusammen. Das Gefäß *c* dient zur Aufnahme der zu untersuchenden Kohlenprobe, die auf die Glasfritte *d* aufgegeben, eingeebnet und zur Herstellung eines gleichmäßigen Druckes mit einem stets gleichen Gewicht — bei den vorliegenden Versuchen 50 g — belastet wird. Der Raum unterhalb der Fritte *d* ist durch eine Rohrleitung mit dem Dreiwegehahn *e* und dieser durch den Schliff *b* mit der aus einem Kapillarrohr bestehenden und in $300 \cdot \frac{1}{100}$ cm³ eingeteilten Meßbürette *f* verbunden. Die Meßbürette muß genau waagrecht eingestellt sein.

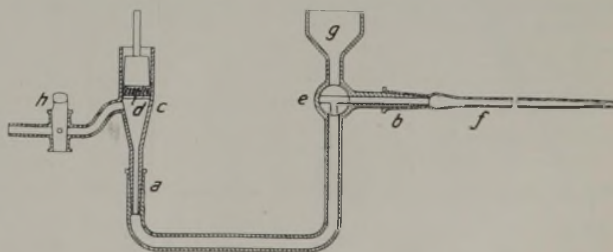


Abb. 1. Aufbau des Versuchsgeräts.

¹ Chem. Fabr. 6 (1933) S. 147.

Zunächst wird der Raum zwischen dem Dreiwegehahn *e* und der Fritte *d* durch das trichterartige Gefäß *g* mit der anzuwendenden Saugflüssigkeit gefüllt, wobei ein Flüssigkeitsüberschuß durch den geöffneten Hahn *h* entweichen kann. Dann stellt man den Dreiwegehahn so ein, daß er das Verbindungsrohr nach der Fritte abschließt, wobei die Flüssigkeit nicht durch die Fritte hindurchtreten kann, dagegen das Gefäß *g* mit der Meßbürette *f* verbunden ist. Diese wird dann bis zur Nullmarke mit der Saugflüssigkeit gefüllt.

Schließlich stellt man durch den Dreiwegehahn *e* die Verbindung zwischen der Meßbürette *f* und der Fritte *d* her, so daß die Saugkräfte des zu untersuchenden Stoffes auf der Fritte durch diese hindurch wirken können. Die angesaugte Flüssigkeitsmenge läßt sich jetzt in ihrer Beziehung zu der mit einer Stechuhr festgestellten Zeit an der Teilung der Meßbürette ablesen.

Wiederholbarkeit und Genauigkeit der Versuche.

Zunächst galt es festzustellen, ob das Gerät bei wiederholter Untersuchung der gleichen Kohlenprobe unter denselben Bedingungen einigermaßen übereinstimmende Werte ergab und wie groß die mittlern Abweichungen der Einzelwerte vom Mittelwert

waren. Zu diesem Zweck wurde eine frisch genommene Kohlenprobe einer Gasflammkohle aus Flöz D der Zeche Jacobi zerkleinert und die Kornfraktion 0,12–0,20 mm herausgesiebt, aus der man 10 Einzelproben von je 1 g herstellte. Als Saugflüssigkeit diente eine Mischung von 10 cm³ Alkohol (96%) und 90 cm³ destilliertem Wasser; die auf Wasser = 1 bezogene Oberflächenspannung betrug 0,734.

Die beobachteten Einzelwerte der zum Ansaugen verschiedener Flüssigkeitsmengen benötigten Zeiten sind in der Zahlentafel 1 zusammengestellt. Wenn man die zu den einzelnen Flüssigkeitsmengen gehörenden Zeiten zusammenfaßt, daraus die Zeitmittelwerte errechnet, dann die Unterschiede zwischen diesen Mittelwerten und den Einzelwerten bildet und schließlich den mittlern Unterschied feststellt, so kann ein gutes Bild über die Genauigkeit des Verfahrens erwartet werden.

Die Aufstellung zeigt in der Tat, daß die mittlere Abweichung der beobachteten Einzelzeiten vom Zeitmittelwert für die einzelnen angesaugten Flüssigkeitsmengen Unterschiede ergibt, die sich in durchaus erträglichen Grenzen halten. Man kann daher den Schluß ziehen, daß das Gerät mit einer für die Untersuchungen brauchbaren Genauigkeit arbeitet.

Zahlentafel 1. Wiederholbarkeit der Versuche.

Ver- such Nr.	0,1 cm ³		0,2 cm ³		0,3 cm ³		0,4 cm ³		0,5 cm ³		0,6 cm ³		0,7 cm ³		0,8 cm ³	
	Zeit s	Abw. von Mittel ± s	Zeit s	Abw. von Mittel ± s	Zeit s	Abw. von Mittel ± s	Zeit s	Abw. von Mittel ± s	Zeit s	Abw. von Mittel ± s	Zeit s	Abw. von Mittel ± s	Zeit s	Abw. von Mittel ± s	Zeit s	Abw. von Mittel ± s
1	4,0	-0,8	9,0	-0,7	14,0	-0,6	18,0	-1,2	23,0	-0,9	27,0	-1,6	34,0	-2,2	64,0	-8,1
2	5,0	+0,2	10,0	+0,3	15,0	+0,4	20,0	+0,8	25,0	+1,1	30,0	+1,4	39,0	+2,8	79,0	+6,9
3	4,0	-0,8	9,0	-0,7	13,0	-1,6	17,0	-2,2	22,0	-1,9	26,0	-2,6	30,0	-6,2	54,0	-18,1
4	5,0	+0,2	9,0	-0,7	14,0	-0,6	18,0	-1,2	23,0	-0,9	27,0	-1,6	36,0	-0,2	86,0	+13,9
5	5,0	+0,2	11,0	+1,3	16,0	+1,4	21,0	+1,8	26,0	+2,1	31,0	+2,4	40,0	+3,8	71,0	-1,1
6	5,0	+0,2	10,0	+0,3	15,0	+0,4	19,0	-0,2	23,0	-0,9	27,0	-1,6	34,0	-2,2	58,0	-14,1
7	5,0	+0,2	10,0	+0,3	15,0	+0,4	20,0	+0,8	25,0	+1,1	31,0	+2,4	42,0	+5,8	85,0	+12,9
8	5,0	+0,2	9,0	-0,7	14,0	-0,6	19,0	-0,2	23,0	-0,9	28,0	-0,6	34,0	-2,2	69,0	-3,1
9	5,0	+0,2	10,0	+0,3	15,0	+0,4	20,0	+0,8	24,0	+0,1	29,0	+0,4	35,0	-1,2	71,0	-1,1
10	5,0	+0,2	10,0	+0,3	15,0	+0,4	20,0	+0,8	25,0	+1,1	30,0	+1,4	38,0	+1,8	84,0	+11,9
Mittel werte	4,8	—	9,7	—	14,6	—	19,2	—	23,9	—	28,6	—	36,2	—	72,1	—
	—	+1,6	—	+2,1	—	+3,4	—	+5,0	—	+5,5	—	+8,0	—	+14,2	—	+45,6
	—	-1,6	—	-2,1	—	-3,4	—	-5,0	—	-5,5	—	-8,0	—	-14,2	—	-45,6
	—	3,2	—	4,2	—	6,8	—	10,0	—	11,0	—	16,0	—	28,4	—	91,2
	0,32 · 100 4,8 = 6,67%		0,42 · 100 9,7 = 4,33%		0,68 · 100 14,6 = 4,66%		1,0 · 100 19,2 = 5,21%		1,1 · 100 23,9 = 4,60%		1,6 · 100 28,6 = 5,59%		2,84 · 100 36,2 = 7,85%		9,12 · 100 72,1 = 12,65%	

Auch die in Abb. 2 wiedergegebenen Schaulinien der in der Zahlentafel 1 verzeichneten Beobachtungswerte der 10 Proben lassen eine genügende Überein-

stimmung der 10 Einzelkurvenbilder mit der Kurve der Mittelwerte erkennen.

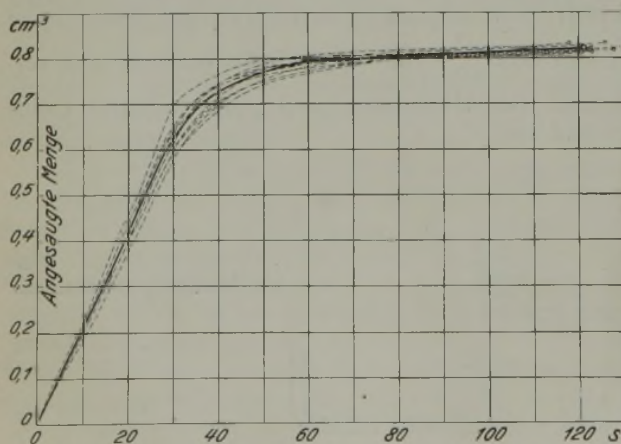


Abb. 2. Schaulinien der in der Zahlentafel 1 verzeichneten Beobachtungswerte.

Einfluß der Oberflächenspannung der benutzten Saugflüssigkeit.

Da die Oberflächenspannung das Bestreben hat, die Oberfläche der Flüssigkeit zusammenzuhalten und ihre Ausbreitung zu verhindern, stellt sie eine der Kapillarkraft entgegenwirkende Kraft dar. Eine bestimmte Kohlenprobe mit der ihr eigentümlichen Kapillarkraft *K* übt also auf eine Flüssigkeit der Oberflächenspannung γ nur dann eine Saugwirkung aus, wenn $K > \gamma$ ist. Die Saugwirkung wird desto größer sein, je größer der Unterschied $K - \gamma$ ist, und sie wird gleich Null werden, wenn γ den Wert von *K* übertrifft. Da sich andererseits die Größe der Kapillarkraft verhältnismäßig durch die Zeit ausdrücken läßt, in der eine bestimmte Menge Flüssigkeit mit einer gegebenen Oberflächenspannung angesaugt wird, so vermag man die Ansauggeschwindigkeit bei derselben Kohlenprobe durch Änderung der Oberflächenspannung der Saugflüssigkeit zu beschleunigen oder zu verlangsamen.

Handelt es sich also um Proben mit äußerst schwachen Kapillarkräften, so kann man die z. B. für Wasser (hohe Oberflächenspannung) außerordentlich langen Ansaugzeiten in fast beliebigem Maße dadurch verkürzen, daß man die Oberflächenspannung der Saugflüssigkeit durch Hinzumischen einer gewissen Menge von Alkohol vermindert. Liegen umgekehrt

Proben vor, die sehr starke Kapillarkräfte aufweisen und daher durch äußerst kurze Ansaugzeiten die Beobachtung erschweren, so kann man Flüssigkeiten mit großer Oberflächenspannung verwenden und so die Genauigkeit der Beobachtung erhöhen. Über diese Zusammenhänge soll später noch eingehender berichtet werden.

Bei den Untersuchungen hat sich gezeigt, daß die Unterschiede zwischen den Kapillarkräften verschiedener Kohlen sehr groß sind. Während z. B. gewisse Kohlenarten so starke Kapillarkräfte aufweisen, daß man selbst bei Verwendung von Wasser als Saugflüssigkeit nur sehr kurze Zeiten beobachtet, ist bei andern Kohlen die Herabsetzung der Oberflächenspannung des Wassers durch Alkoholzugabe unerlässlich, damit man Beobachtungszeiten von erträglichem Ausmaß erhält.

Die Zahlentafeln 2 und 3 und die Abb. 3 und 4 zeigen für eine Kohle mit starker Kapillarität (Flöz D) und eine solche mit schwacher Kapillarität (Flöz Laura der Zeche Osterfeld) die Beziehungen zwischen der Oberflächenspannung, der Beschaffenheit der Saugflüssigkeit und der Zeit, in der 0,5 cm³ Flüssigkeit von je 1 g der Kohlenprobe in der Korngröße 0,12 bis 0,20 mm angesaugt worden sind¹.

Während eine Flüssigkeit von $\gamma = 0,734$ von der Kohle mit starker Kapillarität schon in 23,3 s angesaugt war, brauchte die andere Kohlenprobe bei derselben Saugflüssigkeit 446400 s. Erst eine Abschwächung der Oberflächenspannung auf $\gamma = 0,671$ durch rd. 14 % Alkohol (96 %) ergab für die Gaskohle eine ähnliche Ansaugzeit, wie man sie bei der Kohle aus Flöz D mit einer Flüssigkeit von $\gamma = 0,734$ erhalten hatte. Um jedoch einen Vergleich der für verschiedenartige Kohlenproben gefundenen Kapillarzeiten zu ermöglichen, mußte man bei allen Versuchen eine Saugflüssigkeit mit übereinstimmender Oberflächenspannung wählen. Man benutzte daher durchweg eine Mischung aus 90 Vol.-% destilliertem Wasser und 10 Vol.-% Alkohol (96 %) oder $\gamma = 0,734$, bezogen auf Wasser = 1, und nur vereinzelt zur Nachprüfung sehr langer Zeiten eine solche aus 88 Vol.-% destilliertem Wasser und 12 Vol.-% Alkohol (96 %) oder $\gamma = 0,700$.

Einfluß der Lagerdauer auf die zu untersuchende Kohle.

Wie besonders einleuchtend durch die Beobachtungen von Fischer und Peters² an sehr fein

¹ Um in diesen und den folgenden Schaubildern für die weit auseinander liegenden Zeiten einen brauchbaren Maßstab zu gewinnen, habe ich auf der Abszissenachse die Logarithmen der Zeiten aufgetragen.

² Brennstoff-Chem. 14 (1933) S. 184 und 445.

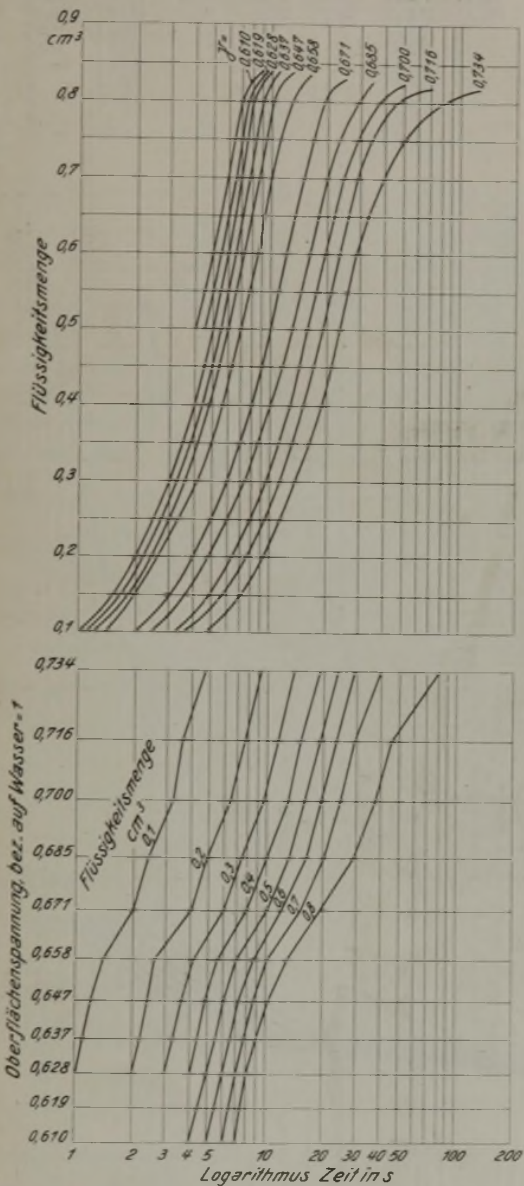


Abb. 3. Beziehungen zwischen Oberflächenspannung der Saugflüssigkeit und Kapillarität bei einer Probe aus Flöz D.

Zahlentafel 2. Einfluß der verschiedenen Oberflächenspannungen auf die Benetzbarkeit bei einer Probe aus Flöz D der Zeche Jacobi.

Oberflächen- spannung	Alkohol %	0,1 cm ³ s	0,2 cm ³ s	0,3 cm ³ s	0,4 cm ³ s	0,5 cm ³ s	0,6 cm ³ s	0,7 cm ³ s	0,75 cm ³ s	0,8 cm ³ s
0,734	10	4,7	9,3	13,7	18,7	23,3	28,3	39,0	51,3	80,0
0,716	11	3,6	7,6	11,4	15,0	18,8	23,0	28,6	34,2	45,4
0,700	12	3,2	6,4	9,6	12,8	15,8	19,4	24,2	29,4	37,0
0,685	13	2,4	4,8	7,4	10,0	13,0	16,0	20,0	23,4	28,6
0,671	14	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	15,0	—	19,0
0,658	15	1,4	2,6	4,2	5,6	7,0	8,6	10,0	—	12,8
0,647	16	1,2	2,4	3,6	4,8	6,0	7,2	8,6	—	10,2
0,637	17	1,1	2,2	3,3	4,4	5,5	6,6	7,7	—	9,0
0,628	18	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	—	8,0
0,619	19	—	—	—	—	4,5	5,5	6,5	—	7,5
0,610	20	—	—	—	—	4,0	5,0	6,0	—	7,0

Zahlentafel 3. Einfluß der verschiedenen Oberflächenspannungen auf die Benetzbarkeit bei einer Probe aus Flöz Laura der Zeche Osterfeld.

Oberflächenspannung	Alkohol %	0,05 cm ³	0,10 cm ³	0,15 cm ³	0,20 cm ³	0,25 cm ³	0,30 cm ³	0,35 cm ³	0,40 cm ³	0,45 cm ³	0,50 cm ³	0,55 cm ³	0,60 cm ³	0,65 cm ³	0,70 cm ³	0,75 cm ³	0,80 cm ³
		s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s
0,734	10,0	44 600	90 000	132 000	175 800	220 800	261 900	305 700	351 300	397 200	446 400	489 800	536 000	582 500	631 400	—	—
0,716	11,0	12 400	25 470	38 880	52 180	65 963	80 047	93 767	107 453	121 537	134 900	148 600	163 100	178 200	195 467	214 333	—
0,700	12,0	3 283	6 703	10 053	13 467	16 520	19 448	22 737	26 043	29 300	32 900	36 666	39 900	43 633	48 533	53 867	—
0,693	12,5	211	419	596,7	784	967	1 155	1 338	1 503	1 619	1 768	1 923	2 092	2 272	2 788	3 735	—
0,685	13,0	22,6	45,8	71	97,8	120,8	142,6	160,6	177,6	194,8	212,6	238,2	265,8	298,2	347,6	521,2	—
0,671	14,0	—	4,0	—	8,2	—	12,4	—	16,6	—	20,6	—	25,0	—	30,8	35,6	48,0
0,658	15,0	—	3,4	—	7,0	—	10,4	—	14,0	—	17,4	—	21,0	—	26,4	30,6	39,0
0,647	16,0	—	3,0	—	6,0	—	9,0	—	12,0	—	15,0	—	18,0	—	21,6	—	28,4
0,637	17,0	—	2,4	—	4,8	—	7,2	—	9,8	—	12,4	—	14,8	—	17,8	—	22,8
0,628	18,0	—	2,0	—	4,0	—	6,0	—	8,0	—	10,0	—	12,0	—	14,0	—	16,8
0,619	19,0	—	1,6	—	3,0	—	4,6	—	5,6	—	7,6	—	9,6	—	11,4	—	13,8
0,610	20,0	—	1,2	—	2,4	—	3,4	—	4,8	—	6,0	—	7,0	—	8,4	—	10,4

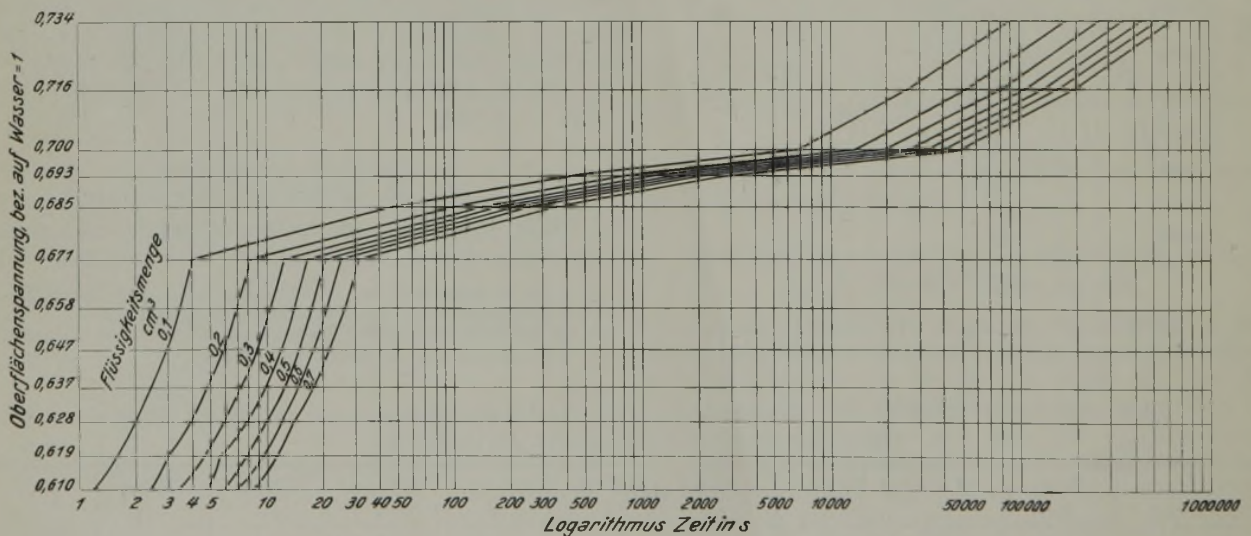
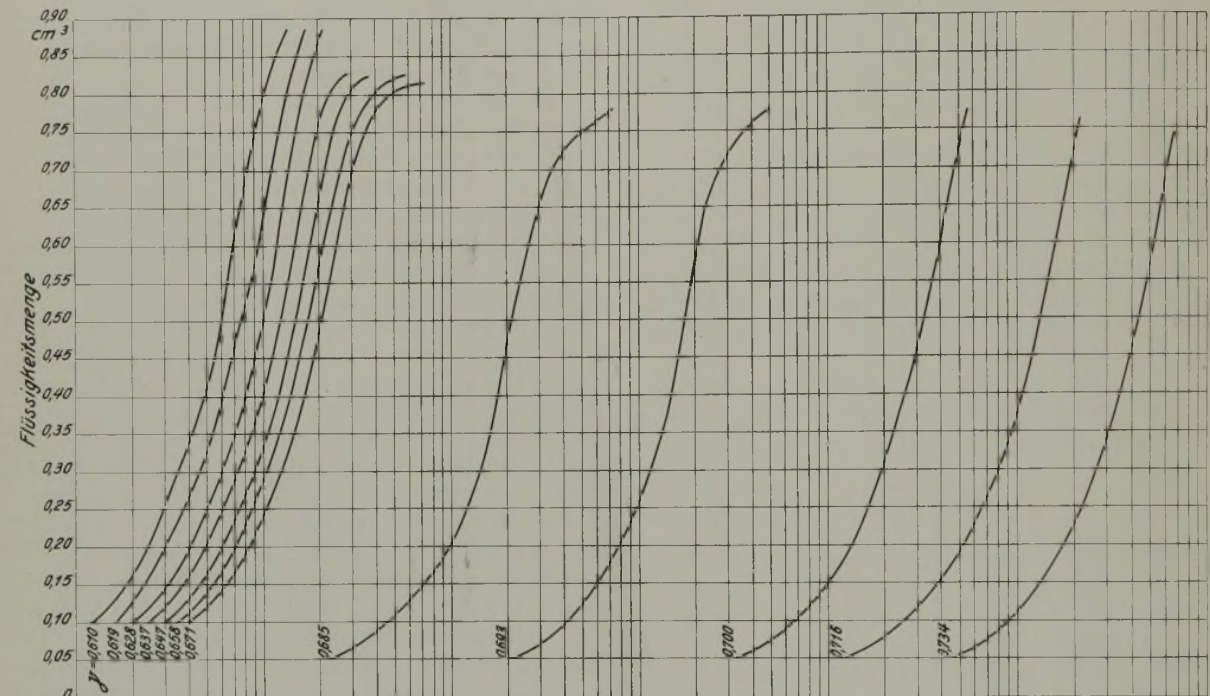


Abb. 4. Beziehungen zwischen Oberflächenspannung der Saugflüssigkeit und Kapillarität bei einer Probe aus Flöz Laura.

gemahlener Kohle (μ -Kohle) nachgewiesen worden ist, erfährt Kohle, namentlich Feinkohle, die längere Zeit an der Luft lagert, eine Änderung ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften. Es war daher klarzustellen, ob und wie weit sich eine wachsende Lager-

zeit auf die Kapillareigenschaften der zu untersuchenden Kohle auswirkte.

Dazu wurden Kohlenproben von Flöz Sarnsbank der Zeche Ludwig und Flöz 2 der Zeche Jacobi zerkleinert und die abgetrennten Siebfraktionen 0,12 bis

0,20 mm in 2 mm dünner Schicht an der Luft ausgebreitet. Hiervon entnahm man mit zunehmender Lagerdauer Teilproben von je 1 g und ermittelte die Ansaugzeiten bei einem Gemisch von 90 Vol.-% destilliertem

Wasser und 10 Vol.-% Alkohol (96%). Die Zahlentafel 4 und Abb. 5 zeigen die Ergebnisse für die Anthrazitkohle des Flözes Sarnsbank, die Zahlentafel 5 und Abb. 6 diejenigen für die Gaskohle aus Flöz 2.

Zahlentafel 4. Einfluß der Lagerdauer an der Luft bei Anthrazit aus Flöz Sarnsbank der Zeche Ludwig.

Versuch Nr.	Lagerung h	0,05 cm ³ s	0,10 cm ³ s	0,15 cm ³ s	0,20 cm ³ s	0,25 cm ³ s	0,30 cm ³ s	0,35 cm ³ s	0,40 cm ³ s	0,45 cm ³ s	0,50 cm ³ s	0,55 cm ³ s	0,60 cm ³ s	0,65 cm ³ s	0,70 cm ³ s
1	0	—	2,0	—	4,3	—	6,7	—	9,0	—	11,0	—	14,0	—	17,7
2	3	—	3,0	—	6,0	—	9,0	—	12,0	—	15,3	—	19,3	—	23,3
3	6	—	4,7	—	9,4	—	14,0	—	19,0	—	23,3	—	29,0	—	39,3
4	9	—	6,3	—	12,7	—	19,0	—	25,3	—	31,7	—	43,0	—	59,3
5	12	—	7,3	—	14,7	—	22,3	—	30,0	—	38,0	—	48,0	—	65,0
6	15	—	7,3	—	15,3	—	23,3	—	30,7	—	39,0	—	49,3	—	67,7
7	21	—	8,7	—	17,4	—	23,7	—	34,3	—	43,3	—	56,0	—	79,7
8	24	—	10,3	—	20,3	—	31,3	—	43,0	—	56,0	—	73,0	—	97,3
9	25	10,7	22,3	32,0	41,3	51,7	63,0	86,0	90,0	105,0	120,0	139,0	164,0	187,0	227,0
10	26	31,7	69,7	115,0	148,0	192,0	236,0	284,0	336,0	391,0	458,0	530,0	622,0	727,0	—
11	27	42,3	84,0	128,0	177,3	228,0	278,0	336,0	396,0	468,0	540,0	624,0	738,0	865,0	—
12	30	50,7	105,3	171,3	237,0	303,0	385,0	472,0	574,0	686,0	820,0	962,0	1119,0	1272,0	—
13	33	75,3	155,0	230,0	337,0	430,0	556,0	727,0	828,0	1036,0	1223,0	1480,0	1875,0	—	—
14	36	122,0	248,0	381,0	544,0	739,0	939,0	1176,0	1451,0	1761,0	2106,0	2525,0	3040,0	3712,0	—
15	42	342,0	958,0	1533,0	2097,0	2743,0	3367,0	4077,0	4783,0	5608,0	6510,0	7557,0	8672,0	—	—
16	48	1507,0	2837,0	4360,0	6120,0	7930,0	9870,0	11927,0	13863,0	15930,0	18043,0	20053,0	23280,0	—	—

Aus den Versuchen geht hervor, daß die Ansaugzeiten mit der Dauer der Lagerung wachsen, d. h. die Kapillarkräfte ziemlich schnell abnehmen. Bei der Kohle aus Flöz Sarnsbank stand nach 36ständiger

Lagerung nur noch der hundertste bis zweihundertste Teil der ursprünglichen Kapillarkräfte zur Verfügung, während die Kapillarwirkung bei den Gaskohlen nach 36 h auf ein Achtel bis ein Zehntel gesunken war.

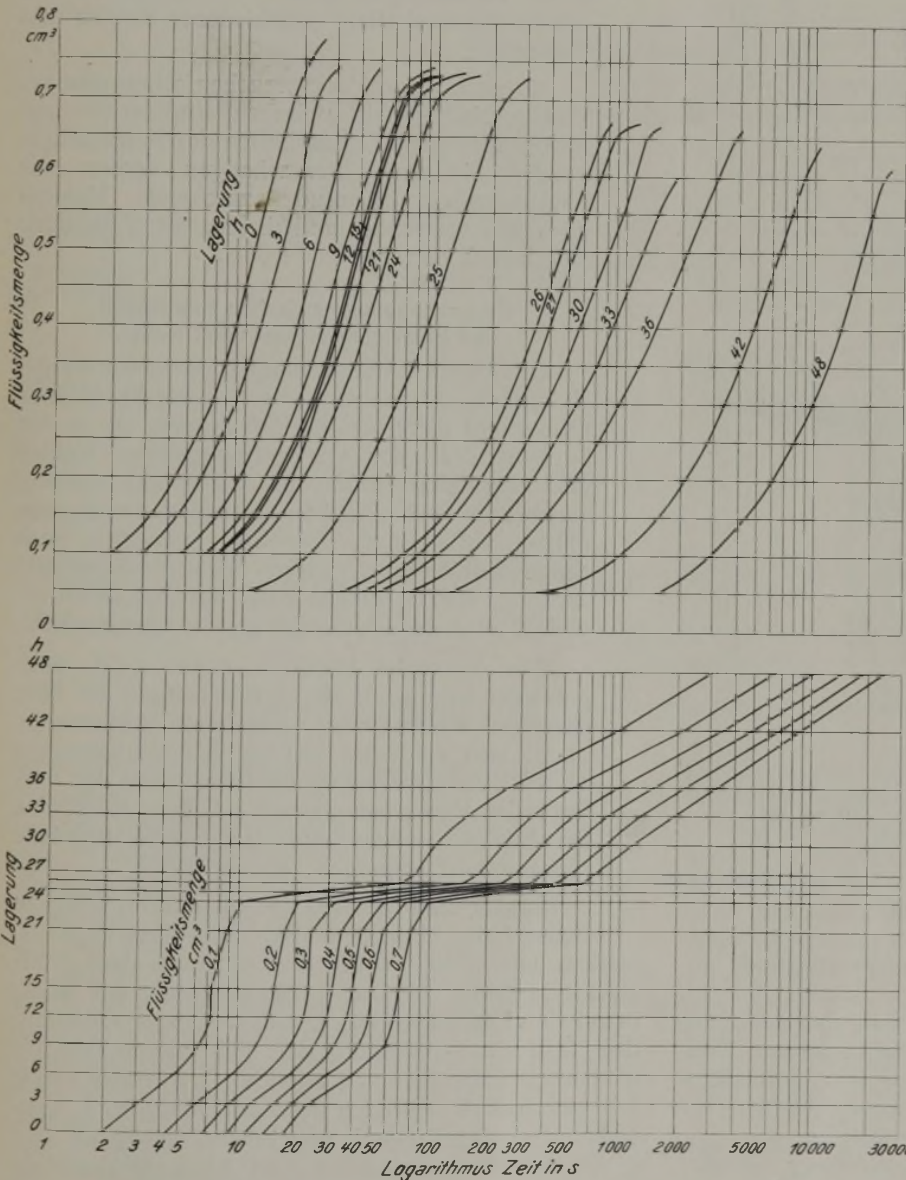


Abb. 5. Einfluß der Lagerdauer auf die Kapillarität einer Anthrazitkohle.

Die Abnahme der Kapillarkräfte scheint darin begründet zu sein, daß durch Adsorption von Luft an der Oberfläche der Körner eine zunehmende Ab-sättigung der Oberflächenkräfte stattfindet, so daß schließlich keine oder nur noch geringe Bindekräfte für das Ansaugen und Festhalten der Versuchsflüssigkeit übrigbleiben. Auf das Verhalten verschiedener Kohlen in dieser Hinsicht wird später eingegangen.

Dem Ergebnis der vorstehenden Versuche über den Einfluß der Lagerzeit auf die Bestimmung des Kapillaritätsfaktors wurde dadurch Rechnung getragen, daß man stets frische Proben vor Ort nahm, das Innere großer Stücke verwendete und die Kohle spätestens 1–2 h nach der Zerkleinerung im Versuchsgesäß verarbeitete.

Bedeutung der Korngröße.

Wie eingangs erwähnt, sollte die Grobkapillarität zunächst ausgeschaltet werden, was weitgehend gelingen mußte, wenn für alle Versuche dieselbe Kornklasse Verwendung fand. Wählte man außerdem eine Kornklasse mit ziemlich engen Grenzen, so bestand eine große Wahrscheinlichkeit, daß Zahl und Form der Körner auch bei verschiedenen Kohlenarten im Mittel übereinstimmen. Die Zuverlässigkeit der Ergebnisse ließ sich ferner dadurch erhöhen, daß jeder Ver-

Zahlentafel 5. Einfluß der Lagerdauer an der Luft bei Gaskohle aus Flöz 2 der Zeche Jacobi.

Ver- such Nr.	Lage- rung h	0,05 cm ³ s	0,10 cm ³ s	0,15 cm ³ s	0,20 cm ³ s	0,25 cm ³ s	0,30 cm ³ s	0,35 cm ³ s	0,40 cm ³ s	0,45 cm ³ s	0,50 cm ³ s	0,55 cm ³ s	0,60 cm ³ s	0,65 cm ³ s	0,70 cm ³ s	0,75 cm ³ s	0,80 cm ³ s	0,85 cm ³ s
1	0	—	5,7	—	11,4	—	17,0	—	22,3	—	29,3	—	37,0	—	46,3	—	59,0	68,0
2	6	—	7,0	—	14,0	—	21,0	—	28,4	—	35,7	—	44,3	—	54,0	—	69,7	91,5
3	12	5,0	10,0	15,0	20,0	25,3	31,0	37,0	43,3	50,3	56,3	62,0	69,0	76,0	86,0	102,0	125,0	—
4	15	5,0	10,0	15,0	20,0	25,7	31,7	38,3	44,0	50,7	58,3	67,0	74,0	84,0	99,3	120,0	146,0	—
5	18	7,0	14,0	21,0	27,7	34,7	42,0	49,0	56,7	65,0	72,3	80,0	89,3	100,0	111,7	128,0	158,0	—
6	24	8,3	16,7	25,7	35,0	43,3	52,0	61,7	69,7	79,0	89,0	99,3	110,0	121,7	136,7	155,0	198,0	—
7	39	10,0	21,0	30,7	41,0	50,0	59,3	70,0	79,0	88,3	101,0	112,0	124,0	137,0	154,0	175,0	206,0	—
8	42	56,7	120,0	189,0	253,0	319,0	379,0	418,0	475,0	523,0	595,0	657,0	707,0	765,0	840,0	947,0	1165,0	—
9	48	98,3	204,3	328,0	460,0	583,0	710,0	818,0	912,0	1010,0	1133,0	1208,0	1320,0	1453,0	1714,0	—	—	—

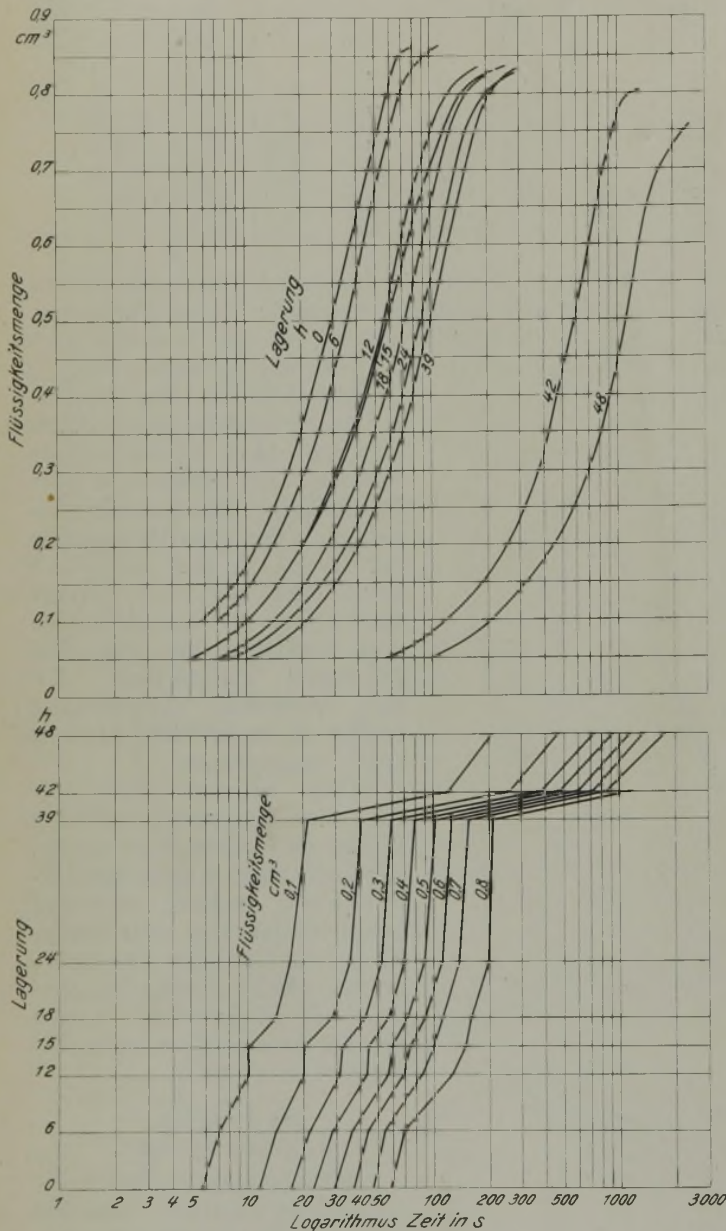


Abb. 6. Einfluß der Lagerdauer auf die Kapillarität einer Gaskohle.

suchszahl mindestens 3 Einzelversuche zugrunde gelegt wurden.

Da es sich um die Feinkapillarität, also das Feingefüge der Kohlensubstanz handelte, war eine weitgehend aufgeschlossene Kornklasse mit hinreichend großer Oberfläche zu wählen; somit erschien die Korngröße 0,12–0,20 mm als zweckmäßig.

Wichtig wäre natürlich die Feststellung, welches feinkapillare Verhalten andere Kornklassen unter

den gleichen Bedingungen zeigten; im besondern würden sich aus solchen Vergleichen zwischen verschiedenen Körnungen derselben Kohle vielleicht auch Schlüsse auf die »grobkapillaren« Eigenschaften der einzelnen Körnungen ziehen lassen. Für den Augenblick mußte man jedoch diese Untersuchungen zurückstellen, um den Rahmen der Arbeit nicht zu weit zu spannen. Verzichtet wurde vorläufig auch auf die naheliegende Verfolgung der Zusammenhänge zwischen Kapillarität und spezifischem Gewicht, Aschengehalt, Aschenzusammensetzung, petrographischen Bestandteilen, flüchtigen Bestandteilen, Verkokungsverhalten, Bitumengehalt und andern Eigenschaften verschiedener Kohlen und Körnungen.

Da sich bei den Vorversuchen schon eine gewisse Abhängigkeit zwischen Kapillarität und petrographischen Eigenschaften der Kohle zeigte, wurden für die Untersuchungen vorerst nur makroskopisch glänzend aussehende Kohlenstückchen verwendet und die matten Teile nach Möglichkeit entfernt.

Zusammenhänge zwischen Kapillarität und Flözzugehörigkeit einer Kohle.

Die ersten Untersuchungen galten der Frage, ob irgendeine Beziehung zwischen der Kohle eines Flözes und ihrer Kapillarität besteht. Da in den Grubenfeldern der Gutehoffnungshütte Kohlen fast aller Altersstufen zur Verfügung standen, wurden die Proben fast ausschließlich den eigenen Flözen entnommen. Daneben gelangten auch einige Kohlen aus andern Feldern zur Untersuchung, was besonders dann aufschlußreich erschien, wenn es sich um das gleiche Flöz handelte.

Die Versuche bedürfen somit noch weitgehender Ergänzung durch Bearbeitung der über das ganze Kohlenggebiet verbreiteten Vorkommen, damit sich eindeutig sichere Schlußfolgerungen ziehen lassen. Immerhin dürfte der mit den vorliegenden Versuchen gemachte Anfang schon eine Bekanntgabe lohnen und das erzielte Ergebnis weitere Anstrengungen rechtfertigen.

Bisher sind die in der Zahlentafel 6 verzeichneten Flöze einheitlich nach folgenden Gesichtspunkten bearbeitet worden: 1. Entnahme einer großstückigen Probe vor Ort; 2. Herauslösung des Stückinnern und Zerkleinerung der makroskopisch glänzenden Teile; 3. Abtrennung der Siebfraction 0,12 bis 0,20 mm; 4. Abwägen von mindestens 3 Proben von je 1 g innerhalb 1–2 h nach der Zerkleinerung; 5. Feststellung im Kapillargerät von Enslin, welche Zeit die Kohle bei einer Belastung von 50 g benötigt, um 0,5 cm³ einer aus 90 Vol.-% destilliertem Wasser und

Zahlentafel 6. Kapillarität und Flözzugehörigkeit von Kohlen.

Flöz	Höhenlage der Flöze m	Oberflächenspannung der Flüssigkeit = 0,734			Mittelwert s	Oberflächenspannung der Flüssigkeit = 0,700			Mittelwert s	Asche %
		Einzelwerte				Einzelwerte				
		s	s	s		s	s	s		
Sarnsbank	- 626,6	7,1	7,4	7,4	7,3	—	—	—	—	3,2
Mausegatt	- 494,4	10,0	10,0	10,0	10,0	—	—	—	—	2,5
Kreftenscheer 2	- 463,6	11,0	12,0	12,0	11,7	—	—	—	—	2,6
Sonnenschein	± 0,0	15,0	15,0	15,0	15,0	—	—	—	—	1,1
Dickebank	+ 61,0	16,0	17,0	17,0	16,7	—	—	—	—	1,4
Dreckherrnbank	+ 306,6	28,0	30,0	30,0	29,3	—	—	—	—	0,7
Mathilde	+ 425,6	120 000	112 800	116 400	116 400	132,0	155	166,0	151,0	0,7
Mathias	+ 463,6	133 800	136 500	135 600	135 300	300,0	290	315,0	301,7	1,0
Gustav	+ 489,6	129 600	127 800	120 600	126 000	169,0	175	176,0	173,3	1,0
Laura	+ 583,2	425 400	472 800	446 400	448 200	31 200,0	33 300	34 200,0	32 900,0	1,2
8	+ 675,2	290 800	286 600	291 930	289 777	21 433,0	19 620	21 600,0	20 884,0	0,9
6	+ 734,2	144 000	132 000	137 100	137 700	306,0	357	336,0	333,0	1,0
5	+ 748,6	105 300	99 600	112 000	105 633	110,7	103	93,3	102,3	1,5
3	+ 757,8	104 400	102 600	99 000	103 000	97,0	88	100,0	95,0	1,5
4	+ 767,6	64 300	62 700	65 200	64 070	57,0	66	64,0	62,5	0,8
2, Unterkohle	+ 791,0	64 800	66 900	65 100	65 600	67,0	66	59,0	64,0	1,2
1 ¹ / ₂ , Unterbank	+ 815,2	4 560	4 290	4 170	4 340	—	—	—	—	0,8
A	+ 882,8	2 647	2 671	2 823	2 714	25,0	25	25,0	25,0	2,4
C	+ 916,2	28,0	32,0	30,0	30,0	—	—	—	—	1,8
D	+ 935,2	25,4	25,0	22,2	24,2	—	—	—	—	1,2
F	+ 995,2	25,0	27,0	28,0	26,7	—	—	—	—	1,3

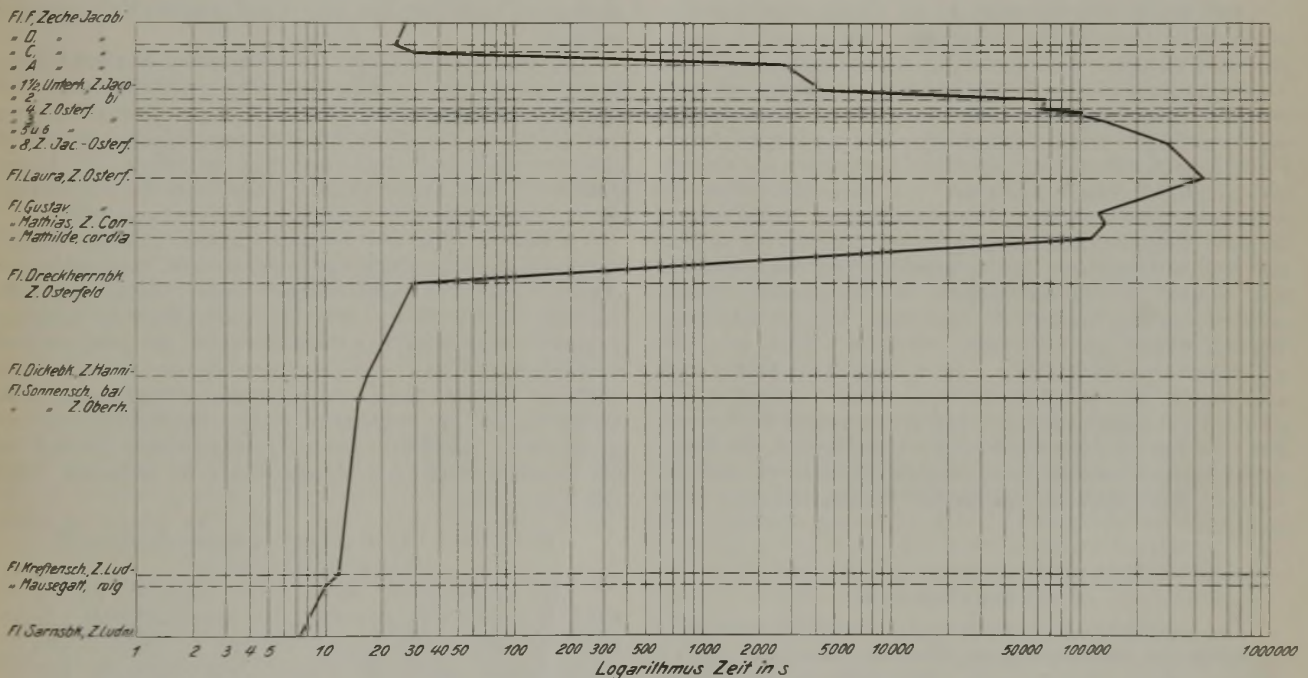


Abb. 7. Kapillarwerte der nach dem Normalprofil geordneten Flözkohlen.

10 Vol.-% Alkohol (96 %) bestehenden Flüssigkeit anzusaugen.

Die Ergebnisse sind in der Zahlentafel 6 und Abb. 7 zusammengestellt, worin für die nach den Normalprofilen der Zechen geordneten Flöze der gefundene mittlere Kapillarwert in Sekunden angegeben ist.

Die Tafel zeigt, daß sich 1. die einzelnen Flöze durch ihre Kapillarwerte unterscheiden; daß man 2. mehrere Flöze nach dem Kapillarwert gruppenweise zusammenfassen kann; daß 3. diese Gruppen in etwa der heutigen Einteilung in Magerkohlen, Fettkohlen, Gaskohlen und Gasflammkohlen entsprechen; daß 4. Magerkohlen und Gasflammkohlen als stark kapillare, Fettkohlen und Gaskohlen als schwach kapillare Kohlen anzusehen sind; daß 5. eine Zone

auffallend schwach kapillarer Kohle an der Grenze zwischen Fettkohle und Gaskohle auftritt.

Die in der Zahlentafel angeführten, im übrigen ziemlich gleichmäßigen Aschengehalte der Flözproben lassen unter den zugrunde liegenden Verhältnissen keine besondere Beziehungen zwischen Aschengehalt und Kapillarwert erkennen.

In zwei Fällen bot sich die Möglichkeit, Proben desselben Flözes an weit auseinanderliegenden Stellen zu nehmen und zu untersuchen. Es handelte sich um das in den Grubenfeldern der Zechen Sterkrade und Jacobi aufgeschlossene Flöz Zollverein 8 und um das Flöz Sonnenschein, von dem sowohl Proben aus dem Grubenfeld der Zeche Oberhausen als auch von der Zeche Hannibal vorlagen. Das zahlenmäßige Ergebnis war:

Flöz	Herkunft der Proben	Kapillarwert s
8	Zeche Sterkrade	290 800
8	Zeche Jacobi	288 765
Sonnenschein	Zeche Oberhausen	15
Sonnenschein	Zeche Hannibal	15

Aus diesen Versuchsergebnissen scheint hervorzugehen, daß der Kapillarwert eine für jedes Flöz kennzeichnende Zahl darstellt, die sich vielleicht für die Erkennung von Flözen benutzen läßt. Zur Nachprüfung dieser Vermutung wurden Kohlenproben verschiedener schon auf Kapillarität untersuchter Flöze ohne Bezeichnung zur Untersuchung gegeben, wobei es in jedem Fall gelang, das Herkunftsflöz der betreffenden Kohlenprobe auf Grund des Kapillarwertes festzustellen.

Zusammenfassung.

Nach Erörterung der Grundlagen des Verfahrens wird über Versuche zur Ermittlung der Kapillarität verschiedener Flözkohlen unter einheitlichen Voraussetzungen berichtet. Die Untersuchungen haben ergeben, daß 1. der Kapillarwert wahrscheinlich eine für jedes Flöz kennzeichnende Zahl darstellt, 2. die Flöze nach ihrem Kapillarwert in Gruppen zusammengefaßt werden können, die etwa der bisherigen Einteilung nach dem Inkohlungsgrad entsprechen.

Diese vorläufige Mitteilung soll durch Untersuchungen ergänzt werden, die sich auf weitere Flöze, eine größere Flözausdehnung und auf die Zusammenhänge zwischen der Kapillarität und den verschiedenen Kohleneigenschaften erstrecken.

U M S C H A U.

Betrachtungen zur Baugrundschädenfrage.

Von Privatdozent Dr. G. Keller, Essen.

(Mitteilung aus dem Ruhrland-Museum der Stadt Essen.)

Der Bergbau wird vielfach für Gebäudeschäden verantwortlich gemacht, die in ähnlicher Weise auch in bergbaufreien Gebieten vorkommen, so daß es fraglich erscheint, ob die Veränderungen in allen Fällen tatsächlich auf den Bergbau zurückzuführen sind. So gibt es neben Grundwasseranstiegen und Versumpfungen, die auf bergbaulichen Senkungen beruhen, Hebungen und Senkungen des Grundwasserspiegels, die, abgesehen von den jahreszeitlichen Schwankungen, von den meteorologischen Verhältnissen längerer Zeitabschnitte abhängen, wie Thienemann¹ für die letzten Jahrzehnte in Norddeutschland nachgewiesen hat. Soweit es sich um bebaute Gebiete handelt, können weiterhin infolge natürlicher Senkungen bergschädenartige Veränderungen an Gebäuden auftreten. Nach den eingehenden Untersuchungen von Keinhorst² lassen sich aber durch den Bergbau hervorgerufene Senkungen mit großer Genauigkeit festlegen und schon vorher bestimmen. Ein von ihm entwickeltes Verfahren ermöglicht, die Bergschäden gegen andere Einwirkungen abzugrenzen und das Ausmaß natürlich zu erklärender Bodensenkungen festzustellen.

Tektonisch und stratigraphisch bedingte Bodensenkungen.

Die natürlichen Bodensenkungen lassen sich nach ihren Ursachen in zwei Gruppen scheiden. Als tektonisch bedingt sind Senkungen oder Hebungen zu bezeichnen, die den Ausklang einer noch nicht abgeschlossenen Gebirgsbildung darstellen. Nicht nur im südlichen, bergbaufreien Teil des Industriebezirks sind solche Bewegungen beobachtet worden, sondern auch außerhalb in gänzlich bergbaufreien Gebieten. Weißner³ hat sich mit solchen tektonischen Bewegungen im rheinisch-westfälischen Industriebezirk befaßt. Von geologischer Seite liegen ebenfalls Untersuchungsergebnisse über heute noch andauernde Gebirgsbildung vor. Teilweise äußert sich diese in reinen Faltungserscheinungen, die das Sinken oder Aufsteigen von Sattel- und Muldengebieten zur Folge haben, wie von Wilser⁴ für das Ober-rheingebiet festgestellt worden ist. Gleichzeitig hat man

hier Beobachtungen über Bewegungen im Zusammenhang mit fortschreitender Bruchtektonik gemacht. Daß derartige Vorgänge auch in andern Gebieten noch nicht zum Abschluß gekommen sind, läßt sich durch das Auftreten geologisch nachweisbarer junger und jüngster Verwerfungen belegen¹.

Zu diesen tektonisch zu erklärenden Veränderungen der Erdoberfläche gesellt sich eine zweite, vornehmlich natürliche Senkungen umfassende Gruppe. Deren Ursprung liegt in der verschiedenartigen stratigraphischen, petrographischen und hydrologischen Beschaffenheit des Untergrundes, so daß es berechtigt ist, den tektonischen Schäden die stratigraphisch bedingten gegenüberzustellen.

Soweit es sich um bebaute Gebiete handelt, werden sie häufig als Baugrundschäden bezeichnet. Beobachtungen darüber sind von baufachlicher Seite häufig angestellt worden, jedoch fehlt es bisher namentlich in Bergbaugebieten an geologischen Feststellungen, die geeignet sind, für die Beurteilung von Schäden den Nachweis zu erbringen, wie weit es sich dabei um natürliche Vorgänge handelt. Daher sollen im folgenden einige im Ruhrgebiet vorgenommene Beobachtungen mitgeteilt werden, die sich auf die Beschaffenheit des Untergrundes in bebauten Stadtteilen beziehen.

Beispiele für stratigraphisch bedingte Baugrundschäden.

Eine Zeche lehnte die Verantwortlichkeit für die ihr zur Last gelegten Bergschäden an einem Gebäude mit dem Bemerken ab, daß die Abbaubetriebe in diesen Teilen des Grubenfeldes schon seit langer Zeit eingestellt und die Senkungen im ganzen Gebiet zur Ruhe gekommen seien. Dazu kam die Beobachtung, daß die am beschädigten Hause festgestellten Bewegungen dem früher beobachteten allgemeinen Senkungsverlauf des weiten Umkreises zuwiderliefen. Da die Ursachen für die Schäden somit in der Beschaffenheit des Untergrundes zu suchen waren, erschien dessen geologische Untersuchung geboten. Von der Kellersohle aus wurden mehrere Schürfschächte abgeteuft, von denen der südöstliche und der nordwestliche dem in Abb. 1 wiedergegebenen Profil zugrunde liegen. Eine geologische Aufnahme der in den beiden Schächten durchsunkenen Schichtenfolge ergab, daß der Schürfschacht 1 in 5 m Tiefe unter der Kellersohle das gewachsene feste Gebirge (Turonmergel) noch nicht erreicht hatte, während das Turon im Schürfschacht 3 schon in 1,29 m Tiefe unter der Kellersohle anstand. Man nahm den Schichtenaufbau genauer auf, so daß eine Gleichstellung der einzelnen Horizonte in den verschiedenen Schächten erfolgen konnte; die Wiedergabe der Profile würde hier jedoch zu weit

¹ Thienemann: Die Schwankungen des Grundwasserstandes in Norddeutschland während der letzten Jahrzehnte, ihre Ursachen und ihre limnologische, geologische und wirtschaftliche Bedeutung, Arch. Hydrobiologie 24 (1932) S. 345.

² Keinhorst: Betrachtungen zur Bergschädenfrage, Glückauf 70 (1934) S. 149.

³ Weißner: Der Nachweis jüngster tektonischer Bodenbewegungen in Rheinland und Westfalen, 1929.

⁴ Wilser: Heutige Bewegungen der Erdkruste, 1929.

¹ Jongmans und van Rummelen, 1926.

führen. An Hand der Abb. 1 läßt sich das Untersuchungsergebnis wie folgt zusammenfassen: 1. Bis zu 1,35 m und 0,83 m Tiefe lag jungangeschütteter Boden. 2. Von dieser Tiefe bis mindestens über 5 m hinaus (Schacht 1) und bis 1,29 m (Schacht 3) traten junge Faulschlammbildungen mit zahlreichen organischen Resten auf, die als Absätze eines Teiches zu deuten sind. 3. Der feste gewachsene Boden dieses Teiches wurde in Gestalt von Kreidemergel nur im Schacht 3 angetroffen; beim Schacht 1 muß er noch tiefer als 5 m liegen.

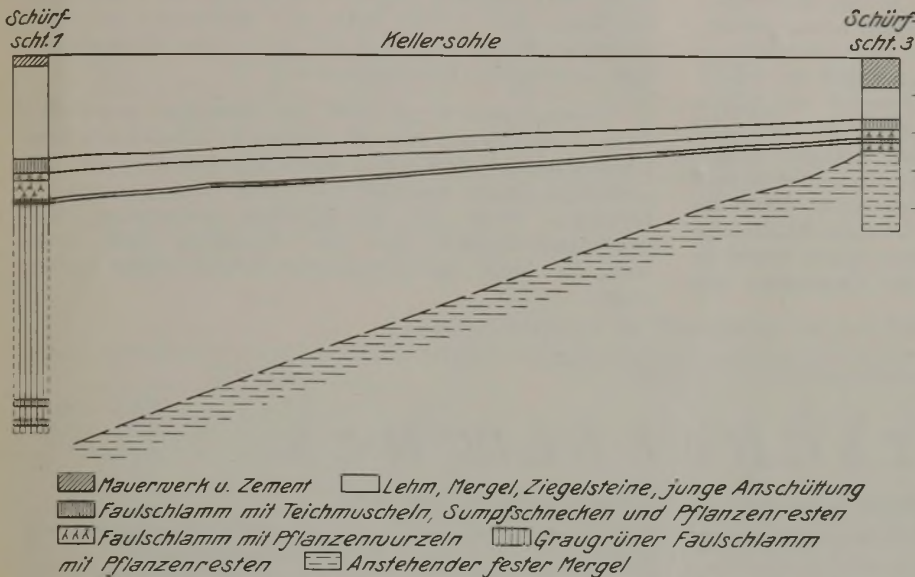


Abb. 1. Geologisches Profil durch den Baugrund eines Hauses. M. 1: 100.

Während der jungangeschüttete Boden aus Lehm und Mergel bestand, der Ziegelsteinbruchstücke usw. enthielt, setzten sich die jungen Einschlammungen aus dem Teich in verschiedener Weise zusammen. Vorherrschend war ein Faulschlamm, der aus vermoderten Pflanzenteilen, Blättern und Holzresten bestand. Dazwischen fanden sich Schalen der heute lebenden Sumpf- und Teichbewohner. Durch Zunahme des Anteils von noch unverwesten Pflanzenresten wurde der Faulschlamm in einigen mit Wasser getränkten Lagen torfartig. Diese Bildungen wiesen aber gerade im Schacht 1 eine besondere Mächtigkeit auf. Sie reichten, gering gerechnet, mindestens bis zu 5 m Tiefe und waren demnach mehr als 3,65 m mächtig.

Im Gegensatz dazu steht die nur schwache Ausbildung der Teichabsätze im Schacht 3. Wie aus dem Profil hervorgeht, sind die einzelnen im Schacht 1 festgestellten Schichten nicht nur weniger mächtig, sondern der größte Teil der jungen Teichabsätze fehlt hier überhaupt, so daß sich der Rest nur auf 0,46 m beläuft. Infolgedessen liegt aber der gewachsene Mergel hier und damit an der Nordwestecke des Hauses viel höher und viel dichter unter den Grundmauern als im Schacht 1. Die gesamte Mergeloberfläche hat demnach nach Osten und Südosten ein sehr starkes Gefälle, indem sie unter einem Winkel von mindestens 20° absinkt. Dies läßt sich aber nur dadurch erklären, daß unter der Südostecke des Hauses, wie überhaupt in der weitem Umgebung, eine natürliche Talsenke und in dieser ein Teich gelegen hat, der von den Sinkstoffen, den Pflanzenresten und dem Schlamm eines ehemaligen größeren, heute kanalisierten Baches aufgefüllt worden ist. Vor der Bebauung hat man den Teich mit Abtrag-

massen zugeschüttet, was besonders gut an den Teichmuscheln (*Anodonta*) zu erkennen war, die noch in ihrer Lebenslage in der obersten Faulschlammsschicht staken und zum Teil daraus in die Anschüttmassen hineinragten.

Der geologische Befund zeigt, daß es sich um einen sehr ungleichmäßigen Baugrund handelt. Die Grundmauern stehen in angeschüttetem Boden, der selbst wieder von jungen, zusammenpressungsfähigen Teichabsätzen von verschiedener Mächtigkeit unterlagert wird. Dazu kommt, daß sich durch den Abfall der Mergeloberfläche nach Südosten, die gleichsinnig mit dem am Gebäude beobachteten Senkungserscheinungen und Rissen verläuft, eine Kipplage ergibt. Gegen einen solchen Baugrund sind berechnete Bedenken zu erheben, jedoch kann hier auf die bautechnischen Fragen, im besonderen auf die zulässige Belastung und die Verteilung des Druckes nach der Tiefe nicht näher eingegangen werden. Bemerkenswert sei noch, daß das Haus in den Jahren vor dem Kriege errichtet worden ist, als die Einwohnerzahl der Industriestädte gewaltig answoll.

Wie weit natürliche Senkungen des Untergrundes Beschädigungen des auf ihm errichteten Bauwerkes verursachen können, sei noch an einem weitem Beispiel gezeigt. Das Gebäude liegt hier auf der Nordseite eines heute noch erkennbaren Tales, das bis zu 3 m Tiefe künstlich mit Schutt

aufgefüllt worden ist. Der Erbauer suchte dieser Hanglage dadurch Rechnung zu tragen, daß er die Grundmauern hangabwärts (s. Abb. 2 zwischen den Schürfschächten 1 und 2) bis zu 2,2 m unter die Kellersohle herabzog. Das Profil in Abb. 2 gibt die durch 3 Schürfschächte oder durch Bohrungen und einen Schürfschacht festgestellte Schichtenfolge wieder. Erwähnt sei noch, daß das Profilstück südlich vom Schacht 1 einige Meter hinter der sich nach Norden anschließenden Profilebene liegt, was aber für die Beurteilung des Untergrundes ohne Bedeutung ist. Die schon angedeutete Hanglage geht ebenfalls aus der Abbildung hervor. In den 3 Schürfschächten oder den Bohrungen wurde die aus Karbonschiefer bestehende Talsohle nicht erreicht, die sich erst 3,5 m von der Nordseite des Grundstückes entfernt bis auf 0,85 m unter die Kellersohle heraushebt.

Als Ausfüllung der Talrinne liegt über dem oberflächlich verwitterten Karbonschiefer ein daraus hervorgegangener (diluvialer) Verwitterungslehm. Über diesem folgt im Schürfschacht 2 in 2,10 m Tiefe angeschütteter Boden, während im

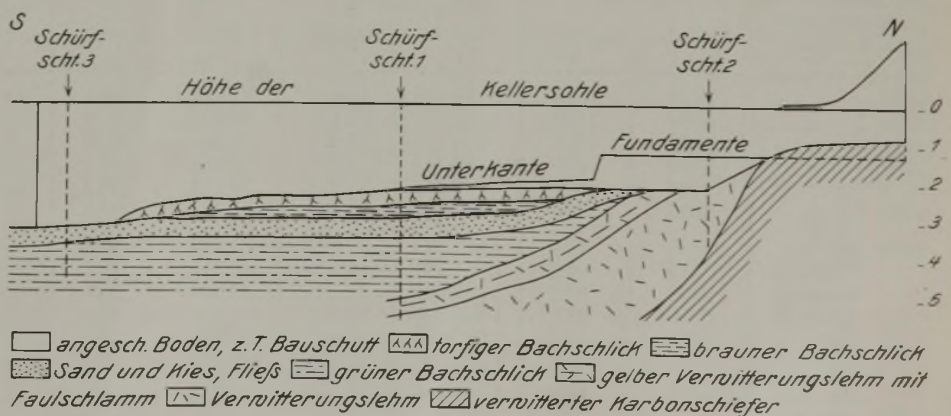


Abb. 2. Geologisches Profil durch den Baugrund eines Hauses. M. 1: 200.

Schürfschacht 1 noch 3,27 m mächtige junge und jüngste Bachabsätze eingeschaltet sind, die sich wie folgt zusammensetzen. Vorherrschend sind grüne, braune und gelbliche Bachschlicke von größerer Weichheit und Zusammenpressungsfähigkeit, die über die ganze Mächtigkeit verteilt eingeschwemmte Kiese, Sandstein- und Schiefertbruchstücke sowie Faulschlammnester, bis zu 5,08 m Tiefe Knochenreste und bis zu 2,95 m Scherbenreste und Schlackenstücke enthalten. Der torfige und der braune Bachschlick sind sehr jung und beide vor der Anschüttung des aufgefüllten Bodens entstanden. Zu dieser Zeit bildete der torfige Bachschlick die Oberfläche des Tales. Unter der jungen Schichtenfolge tritt eine 0,5 m mächtige Fließschicht aus wasserhaltigen Sanden und Kiesen auf, die erwartungsgemäß im Schürfschacht 3 mit etwas verminderter Mächtigkeit und 0,25 m tiefer wiederkehrt. Da die höhern Bachschlicke fehlen und der angeschüttete Boden ihr unmittelbar auflagert, bildete sie zur Zeit der Anschüttung die Oberfläche des kleinen Tales, in dem an dieser Stelle der Bach verlief. Unter ihr wurde auch der vom Schürfschacht 1 bekannte Bachschlick angetroffen. Von den hier festgestellten tiefern Schichten hat man im Schürfschacht 3 bis zu der Gesamttiefe von 5,87 m keine weitem erbohrt.

Zur Beurteilung der Standfestigkeit des Untergrundes ist festzustellen, auf welchen Schichten die Grundmauern des Gebäudes ruhen. Die Unterkante der bei der Ausschachtung des Schürfschachtes 3 freigelegten Grundmauern liegt bei 3,18 m unter der Kellersohle und damit im ehemaligen Bachbett. Bei der Herstellung des Schürfschachtes 1 fand sich die Unterkante bei 2,20 m unter der Kellersohle. Hier wurde in ganz ähnlicher Weise, wie es der Schürfschacht 3 zeigt, nur der angeschüttete Boden ausgeschachtet, so daß die Grundmauern auf den jüngsten Bachschlicken ruhen. Im nördlichen Teil des Profils liegt die Fundamentunterkante mit 1,25 m unter der Kellersohle im angeschütteten Boden oder von 18,5 m bis zum Nordende auf dem anstehenden Karbonschiefer.

Hieraus geht hervor, daß der Baugrund hinsichtlich seiner Tragfähigkeit sehr verschieden ist. Ähnlich wie beim vorigen Beispiel ergibt sich durch das Auskeilen der Talauauffüllung nach Norden eine nach Süden gerichtete Kipplage. Nach den am Gebäude beobachteten Senkungserscheinungen fand eine Bewegung nach Süden statt, die durch den geologischen Befund erklärt werden konnte.

WIRTSCHAFTLICHES.

Deutschlands Gewinnung an Eisen und Stahl im Juni 1935¹.

Monats- durchschnitt bzw. Monat	Roheisen				Rohstahl				Walzwerkserzeugnisse ²				Zahl der in Betrieb befind- lichen Hochöfen
	Deutschland		davon Rheinland- Westfalen		Deutschland		davon Rheinland- Westfalen		Deutschland		davon Rheinland- Westfalen		
	insges. t	kalender- täglich t	insges. t	kalender- täglich t	insges. t	arbeits- täglich t	insges. t	arbeits- täglich t	insges. t	arbeits- täglich t	insges. t	arbeits- täglich t	
1930	807 876	26 560	654 909	21 531	961 552	38 081	777 003	30 772	755 986	29 940	587 775	23 278	79
1931	505 254	16 611	424 850	13 968	690 970	27 186	560 080	22 036	552 738	21 747	428 624	16 864	54
1932	327 709	10 745	285 034	9 345	480 842	18 918	385 909	15 183	379 404	14 927	290 554	11 432	40
1933	438 897	14 430	367 971	12 098	634 316	25 205	505 145	20 072	500 640	19 893	383 544	15 240	46
1934	728 472	23 950	607 431	19 970	993 036	39 199	781 125	30 834	752 237	29 694	568 771	22 451	66
1935: Jan.	880 499	28 403	738 368	23 818	1 137 323	43 743	888 569	34 176	818 150	31 467	612 407	23 554	75
Febr.	808 759	28 884	667 350	23 834	1 064 289	44 345	836 847	34 869	781 523	32 563	588 063	24 503	75
März	1 000 283	32 267	703 955	22 708	1 297 646	49 909	894 109	34 389	961 722	36 989	634 833	24 417	95
April	933 091	31 103	657 444	21 915	1 223 500	50 979	845 775	35 241	934 494	38 937	614 914	25 621	92
Mai	1 001 308	32 300	701 717	22 636	1 314 545	52 582	906 475	36 259	1 003 757	40 150	654 342	26 174	93
Juni	979 386	32 646	684 922	22 831	1 249 101	52 046	869 590	36 233	957 231	39 885	638 867	26 619	94

¹ Nach Angaben des Vereins Deutscher Eisen- und Stahlindustrieller, Berlin; seit März 1935 einschl. Saargebiet. — ² Einschl. Halbzeug zum Absatz bestimmt.

Deutschlands Außenhandel in Erzen im 1. Halbjahr 1935¹.

Monats- durchschnitt bzw. Monat	Bleierz		Eisen- und Manganerz usw.		Schwefelkies usw.		Kupfererz, Kupferstein usw.		Zinkerz	
	Einfuhr t	Ausfuhr t	Einfuhr t	Ausfuhr t	Einfuhr t	Ausfuhr t	Einfuhr t	Ausfuhr t	Einfuhr t	Ausfuhr t
1929	6628	1818	1 549 440	44 475	97 527	3891	36 507	701	14 906	15 040
1930	6909	2156	1 312 641	58 431	79 966	3575	36 816	819	11 181	15 883
1931	4108	1856	677 581	54 587	58 836	3560	35 526	1971	7 034	10 575
1932	5599	403	356 793	32 351	54 232	2653	19 823	1817	4 958	7 929
1933	8764	695	464 541	33 983	70 758	2753	20 075	913	6 589	8 455
1934	6836	379	803 290	40 469	82 272	1566	27 077	419	10 609	6 766
1935: Jan.	6138	601	1 012 541	25 502	84 559	903	40 590	1611	6 739	3 888
Febr.	515	602	1 061 200	15 626	49 257	482	31 205	492	1 711	3 332
März	8293	652	1 255 007	27 405	84 909	2511	30 355	220	8 042	1 576
April	6350	651	1 582 339	28 192	101 720	1836	12 454	105	12 911	1 261
Mai	6356	611	1 505 077	33 003	92 526	2173	35 441	890	4 480	3 314
Juni	2174	605	1 498 430	51 197	100 648	2123	40 696	99	3 237	1 741
Jan.-Juni	4971	620	1 319 106	30 199	85 603	1671	31 790	569	6 187	2 519

¹ Mon. Nachw. f. d. ausw. Handel Deutschlands.

Deutschlands Außenhandel in Erzeugnissen der Hüttenindustrie im 1. Halbjahr 1935¹.

Monats-durchschnitt bzw. Monat	Eisen und Eisenlegierungen		Kupfer und Kupferlegierungen		Blei und Bleilegierungen		Nickel und Nickellegierungen		Zink und Zinklegierungen	
	Einfuhr t	Ausfuhr t	Einfuhr t	Ausfuhr t	Einfuhr t	Ausfuhr t	Einfuhr t	Ausfuhr t	Einfuhr t	Ausfuhr t
1929	151 538	484 447	23 262	14 494	11 470	2689	406	230	12 076	3765
1930	108 491	399 497	18 680	14 941	7 196	3641	248	206	9 832	2794
1931	77 742	360 204	16 897	14 980	5 398	3573	235	241	10 515	1928
1932	65 819	206 900	15 249	13 814	4 239	2612	205	278	8 987	1654
1933	107 224	178 239	18 152	11 998	4 070	2871	391	248	8 964	2293
1934	158 323	213 797	20 215	10 290	4 058	1177	463	151	9 630	1311
1935: Jan.	122 733	213 665	19 572	8 099	1 234	544	543	76	5 349	656
Febr.	114 509	201 058	17 051	7 865	2 381	412	303	31	7 922	535
März	63 877	246 245	17 995	11 312	3 361	493	492	35	7 487	479
April	57 602	251 546	18 485	8 736	3 610	553	412	36	7 556	622
Mai	51 550	266 239	23 076	8 798	4 415	577	778	37	6 456	679
Juni	62 560	273 351	21 847	9 659	5 116	471	390	31	6 465	647
Jan.-Juni	79 320	242 025	19 671	9 078	3 353	508	486	41	6 873	603

¹ Mon. Nachw. f. d. ausw. Handel Deutschlands.

Großhandelsindex für Deutschland im Juli 1935¹.

Monats-durchschnitt	Agrarstoffe					Kolonial-waren	Industrielle Rohstoffe und Halbwaren											Industrielle Fertigwaren			Gesamtindex	
	Pflanzl.Nah-rungsmittel	Vieh	Vieh-erzeugnisse	Futtermittel	zus.		Kohle	Eisen	sonstige Metalle	Textilien	Häute und Leder	Chemikalien	Künstl. Düngemittel	Techn. Öle und Fette	Kautschuk	Papierstoffe und Papier	Baumstoffe	zus.	Produktionsmittel	Konsum-güter		zus.
1929	126,28	126,61	142,06	125,87	130,16	125,20	137,25	129,52	118,40	140,63	124,47	126,82	84,63	127,98	28,43	151,18	158,93	131,86	138,61	171,63	157,43	137,21
1930	115,28	112,37	121,74	93,17	113,08	112,60	136,05	126,16	90,42	105,47	110,30	125,49	82,62	126,08	17,38	142,23	148,78	120,13	137,92	159,29	150,09	124,63
1931	119,27	82,97	108,41	101,88	103,79	96,13	128,96	114,47	64,89	76,25	87,78	118,09	76,67	104,56	9,26	116,60	125,16	102,58	131,00	140,12	136,18	110,86
1932	111,98	65,48	93,86	91,56	91,34	85,62	115,47	102,75	50,23	62,55	60,98	105,01	70,35	98,93	5,86	94,52	108,33	88,68	118,44	117,47	117,89	96,53
1933	98,72	64,26	97,48	86,38	86,76	76,37	115,28	101,40	50,87	64,93	60,12	102,49	71,30	104,68	7,13	96,39	104,08	88,40	114,17	111,74	112,78	93,31
1934	108,65	70,93	104,97	102,03	95,88	76,08	114,53	102,34	47,72	77,31	60,87	101,08	68,63	102,79	12,88	101,19	110,51	91,31	113,91	117,28	115,83	98,39
1935: Jan.	113,20	76,20	108,80	105,20	100,30	81,00	115,20	102,70	43,70	79,80	61,10	100,90	67,00	87,70 ²	12,60	101,20	112,00	91,80	113,80	123,50	119,30	101,10
Febr.	113,80	74,90	107,20	105,00	99,70	80,80	115,20	102,60	43,70	79,30	60,60	100,90	67,30	87,70 ²	12,30	101,30	111,80	91,70	113,50	124,50	119,80	100,90
März	114,10	76,70	102,80	105,20	99,30	82,70	115,20	102,50	43,50	78,50	59,40	100,90	67,30	87,70 ²	11,50	101,30	111,80	91,30	113,50	124,40	119,70	100,70
April	114,10	79,20	103,10	104,80	100,00	84,00	113,90	102,50	45,30	78,00	59,20	100,90	67,30	87,70 ²	10,50	101,80	111,20	90,90	113,50	124,10	119,50	100,80
Mai	114,50	80,60	103,30	104,60	100,60	84,10	112,60	102,50	47,10	79,50	59,10	101,10	65,10	87,70 ²	11,30	101,40	110,40	90,60	113,50	123,90	119,40	100,80
Juni	115,00	83,20	103,40	104,60	101,50	85,50	112,90	102,40	47,50	81,00	59,00	101,10	65,00	87,70 ²	11,70	101,40	110,40	90,70	113,10	123,80	119,20	101,20
Juli	116,20	85,90	105,50	103,80	103,10	84,70	113,60	102,40	47,00	82,80	58,90	101,10	64,40	87,70 ²	11,00	101,60	110,40	91,00	113,00	123,90	119,20	101,80

¹ Reichsanz. Nr. 183. — ² Anstatt technische Öle und Fette: Kraft- und Schmierstoffe. Diese Indexziffern sind mit den bisherigen nicht vergleichbar.

Brennstoffversorgung (Empfang¹) Groß-Berlins im 1. Halbjahr 1935.

Monats-durchschnitt bzw. Monat	Steinkohle, Koks und Preßkohle aus								Rohbraunkohle u. Preßbraunkohle aus					Gesamt-empfang
	Eng-land	dem Ruhr-bezirk	Sach-sen	den Nieder-landen	Dtsch.-Ober-schlesien	Nieder-schlesien	and-ern Bez-irken	insges.	Preußen		Sachsen und Böhmen		insges.	
									Roh-braunkohle	Preß-braunkohle	Roh-braunkohle	Preß-braunkohle		
1931	34 294	137 819	524	.	165 049	28 170	28	365 883	1126	193 720	425	2208	197 479	563 362
1932	18 854	143 226	539	2057	127 215	25 131	10	317 031	549	178 645	351	1571	181 116	498 147
1933	17 819	156 591	690	5251	132 644	29 939	264	343 198	282	183 114	31	1227	184 654	527 852
1934	19 507	161 355	473	2182	161 900	37 087	407	382 911	283	165 810	—	1355	167 448	550 360
1935: Jan.	16 798	173 256	1501	313	106 791	27 741	221	326 621	215	240 868	—	271	241 354	567 975
Febr.	10 449	125 673	1700	—	122 426	37 001	—	297 249	160	177 956	10	322	178 448	475 697
März	24 340	181 654	1261	2403	150 242	35 854	—	395 754	160	157 284	520	201	158 165	553 919
April	23 275	152 912	438	2783	162 322	30 201	—	371 931	160	88 866	10	160	89 196	461 127
Mai	27 646	161 284	438	6362	126 309	44 453	—	366 492	482	144 308	—	161	144 951	511 443
Juni	29 896	175 343	1901	3324	159 169	30 181	—	399 814	580	126 751	—	1450	128 781	528 595
Jan.-Juni	22 067	161 686	1207	2531	137 876	34 239	37	359 643	293	156 005	90	428	156 816	516 459
In % der Gesamtmenge														
1935: 1. H.-j.	4,27	31,31	0,23	0,49	26,70	6,63	0,01	69,64	0,06	30,20	0,02	0,08	30,36	100
1934	3,54	29,32	0,08	0,40	29,42	6,74	0,07	69,57	0,05	30,13	—	0,25	30,43	100
1933	3,38	29,67	0,13	0,99	25,13	5,67	0,05	65,02	0,05	34,69	0,01	0,23	34,98	100
1932	3,78	28,75	0,11	0,41	25,54	5,04	.	63,64	0,11	35,86	0,07	0,32	36,36	100
1931	6,09	24,46	0,09	.	29,30	5,00	.	64,95	0,20	34,39	0,08	0,39	35,05	100
1930	10,45	22,79	0,09	.	30,08	5,46	0,01	68,89	0,16	30,44	0,10	0,42	31,11	100
1929	8,36	19,53	0,10	.	36,35	2,66	—	67,00	0,31	32,19	0,04	0,46	33,00	100
1913	24,63	7,90	0,34	.	29,50 ²	5,17	.	67,54	0,20	31,90	0,36	.	32,46	100

¹ Empfang abzüglich der abgesandten Mengen. — ² Einschl. Polnisch-Oberschlesien.

**Deutschlands Außenhandel in Nebenerzeugnissen
der Steinkohle im 1. Halbjahr 1935¹.**

	Einfuhr		Ausfuhr	
	1. Halbjahr		1. Halbjahr	
	1934	1935	1934	1935
	Menge in t			
Steinkohlenteer	24 647	7 395	3 038	4 478
Steinkohlenpech	31 908	7 584	42 326	23 378
Leichte Steinkohlenteeröle	40 682	31 759	1 100	887
Schwere „	32 489	5 701	5 076	7 829
Steinkohlenteerstoffe	3 897	2 481	12 361	9 425
Anilin, Anilinsalze	29	45	555	551
	Wert in 1000 M			
Steinkohlenteer	1 123	326	220	274
Steinkohlenpech	1 625	344	2 476	910
Leichte Steinkohlenteeröle	10 538	7 319	266	320
Schwere „	1 617	329	396	498
Steinkohlenteerstoffe	1 052	695	2 553	2 381
Anilin, Anilinsalze	14	26	486	394

¹ Mon. Nachw. f. d. ausw. Handel Deutschlands.

**Deutschlands Einfuhr an Mineralölen
und sonstigen fossilen Rohstoffen im 1. Halbjahr 1935¹.**

Mineralöle und Rückstände	1. Halbjahr	
	1934	1935
	Menge in t	
Erdöl, roh	120 605	139 534
Benzin aller Art, einschl. der Terpentinölersatzmittel	549 480	538 215
Leuchtöl (Leuchtpetroleum) . .	46 694	38 807
Gasöl, Treiböl	259 053	321 630
Mineralschmieröl (auch Trans- formatorenöl, Weißöl usw.) . .	134 118	196 929
Heizöl und Heizstoffe	137 597	123 527
	Wert in 1000 M	
Erdöl, roh	2 216	3 534
Benzin aller Art, einschl. der Terpentinölersatzmittel	31 928	29 762
Leuchtöl (Leuchtpetroleum) . .	1 885	1 547
Gasöl, Treiböl	9 209	11 237
Mineralschmieröl (auch Trans- formatorenöl, Weißöl usw.) . .	12 853	14 055
Heizöl und Heizstoffe	2 789	2 251

¹ Mon. Nachw. f. d. ausw. Handel Deutschlands.

**Durchschnittslöhne (Leistungslöhne) je verfahrenre Schicht
im mitteldeutschen Braunkohlenbergbau¹.**

	Bei der Kohlegewinnung beschäftigte Arbeiter		Gesamt- belegschaft
	Tagebau	Tiefbau	
	M	M	M
1929	8,62	9,07	7,49
1930	8,19	9,04	7,44
1931	7,90	8,53	7,01
1932	6,46	7,15	5,80
1933	6,14	7,18	5,80
1934: Januar	6,07	7,16	5,77
April	6,17	7,26	5,77
Juli	6,32	7,43	5,91
Oktober	6,40	7,34	5,91
Ganzes Jahr	6,28	7,35	5,88
1935: Januar	6,21	7,28	5,84
Februar	6,39	7,34	5,84
März	6,37	7,38	5,86
April	6,33	7,47	5,86
Mai	6,55	7,69	6,05

¹ Angaben der Bezirksgruppe Mitteldeutschland der Fachgruppe Braunkohlenbergbau, Halle.

Deutschlands Ausfuhr an Kali im 1. Halbjahr 1935¹.

Empfangsländer	1. Halbjahr	
	1934	1935
	t	t
	Kalisalz ²	
Belgien	17 090	48 240
Dänemark	10 038	6 060
Finnland	5 424	1 390
Großbritannien	17 530	21 312
Irischer Freistaat	4 120	8 138
Italien	5 002	8 574
Lettland	4 350	13 180
Niederlande	61 872	39 771
Norwegen	7 715	18 451
Österreich	10 441	4 886
Schweden	9 005	15 387
Schweiz	7 277	7 149
Tschechoslowakei	36 708	20 841
Ver. Staaten von Amerika	39 594	51 060
Neuseeland	1 036	2 456
Übrige Länder	10 436	7 053
zus.	247 638	273 948
	Schwefelsaures Kali, schwefelsaure Kali- magnesia, Chlorkalium	
Belgien	170	1 361
Griechenland	2 000	2 500
Großbritannien	6 168	12 265
Irischer Freistaat	551	506
Italien	2 852	2 069
Niederlande	11 086	9 237
Schweden	1 378	2 160
Spanien	1 561	1 947
Tschechoslowakei	2 884	1 504
Britisch-Südafrika	1 652	1 855
Britisch-Indien	758	619
Kanarische Inseln	2 544	2 063
Ceylon	1 146	772
Japan	29 991	45 270
Cuba	—	1 889
Ver. Staaten von Amerika	30 211	111 721
Australien (einschl. Neuseeland)	3 443	3 270
Übrige Länder	8 140	9 460
zus.	106 535	210 468

¹ Mon. Nachw. f. d. ausw. Handel Deutschlands. — ² Einschl. Abraumsalz.

**Reichsindexziffer¹ für die Lebenshaltungskosten
(1913/14 = 100).**

Jahres- bzw. Monats- durchschnitt	Gesamt- lebens- haltung	Er- näh- rung	Woh- nung	Heizung und Be- leuchtung	Beklei- dung	Ver- schie- denes
1929	154,0	155,7	126,2	141,1	172,0	172,5
1930	148,1	145,7	129,0	141,8	163,7	172,1
1931	136,1	131,0	131,6	138,7	136,6	163,3
1932	120,6	115,5	121,4	127,3	112,2	146,8
1933	118,0	113,3	121,3	126,8	106,7	141,0
1934	121,1	118,3	121,3	125,8	111,2	140,0
1935: Jan.	122,4	119,4	121,2	127,6	116,8	140,4
Febr.	122,5	119,5	121,2	127,5	117,1	140,4
März	122,2	118,8	121,2	127,6	117,2	140,3
April	122,3	119,0	121,2	126,8	117,5	140,4
Mai	122,8	120,2	121,2	124,7	117,7	140,5
Juni	123,0	120,6	121,2	124,2	117,8	140,5
Juli	124,3	122,9	121,2	124,6	117,8	140,6

¹ Reichsanz. Nr. 177.

Bericht des Benzol-Verbandes für das Jahr 1934.

Dem Geschäftsbericht des Benzol-Verbandes, Bochum, zufolge, hat sich der Gesamtverbrauch Deutschlands an leicht siedenden Treibstoffen dem Vorjahr gegenüber um über 16% erhöht. Der Umsatz der Zapfstellen weist sogar eine Steigerung um rd. 20% auf. Bemerkenswert ist das stetige Vordringen des Dieselmotors, der dem Vorjahr gegenüber eine Zunahme um rd. das Dreifache erfahren

hat. Die Mängel und Mißstände des im Jahre 1932 gegründeten Treibstoffkartells konnten auch im Berichtsjahr nicht beseitigt werden, da die Verhandlungen über eine freiwillige Neugestaltung unter Mitwirkung der Regierung im Herbst 1934 völlig ins Stocken gerieten und bis heute noch nicht wieder aufgenommen worden sind.

Der zur Ausschüttung gelangte Erlös wurde durch den fortschreitenden Verfall des Marktes und die dadurch bedingte Gewährung erhöhter Nachlässe ungünstig beeinflusst.

Um die Mitte des Berichtsjahres traten die drei größten Benzolerzeuger der Saar, nämlich die Neunkirchener Eisenwerk AG. vorm. Gebr. Stumm, Neunkirchen (Saar), die Röchling'sche Eisen- und Stahlwerke AG., Völklingen (Saar), und die Vereinigten Hüttenwerke Burbach-Eich-Düdelingen mit ihrer Abteilung Burbach, Saarbrücken, dem Benzol-

Verband als Mitglieder bei Verhandlungen, die im Berichtsjahr mit der russischen Mineralölgruppe stattfanden, führten im Januar 1935 zu dem Ergebnis, daß unter maßgebender Beteiligung des Benzol-Verbandes gemeinsam mit den Mitgliedern der Benzol-Vereinigung des Ostens G. m. b. H., Berlin, nämlich den Kokswerken und Chemische Fabriken AG., Berlin, und den Rütgerswerken AG., Berlin, sowie mit der Raab Karcher G. m. b. H., Karlsruhe, und der M. Stromeyer Lagerhausgesellschaft, Konstanz, das gesamte Aktienkapital der Derop käuflich erworben wurde. Hierdurch konnte der Einfluß des Benzol-Verbandes auf dem deutschen Treibstoffmarkt wesentlich verstärkt werden.

Um die vermehrte Versorgung des deutschen Marktes mit heimischen Treibstoffen zu fördern, wurde im Sommer des Berichtsjahrs mit dem Aufbau des Treibgasgeschäftes begonnen, das sich erfolgversprechend entwickelt hat.

Durchschnittslöhne je verfahrenre Schicht in den wichtigsten deutschen Steinkohlenbezirken¹.

Wegen der Erklärung der einzelnen Begriffe siehe die ausführlichen Erläuterungen in Nr. 5/1935, S. 117 ff.

Kohlen- und Gesteinsbauer.

Gesamtbelegschaft².

	Ruhrbezirk	Aachen	Oberschlesien	Niederschlesien	Sachsen		Ruhrbezirk	Aachen	Oberschlesien	Niederschlesien	Sachsen
A. Leistungslohn											
1929	9,85	8,74	8,93	7,07	8,24	1929	8,54	7,70	6,45	6,27	7,55
1930	9,94	8,71	8,86	7,12	8,15	1930	8,64	7,72	6,61	6,34	7,51
1931	9,04	8,24	7,99	6,66	7,33	1931	7,93	7,22	6,11	6,01	6,81
1932	7,65	6,94	6,72	5,66	6,26	1932	6,74	6,07	5,21	5,11	5,78
1933	7,69	6,92	6,74	5,74	6,35	1933	6,75	6,09	5,20	5,15	5,80
1934	7,76	7,02	6,96	5,94	6,45	1934	6,78	6,19	5,30	5,29	5,85
1935: Januar	7,79	7,02	7,05	5,89	6,49	1935: Januar	6,83	6,20	5,36	5,29	5,91
Februar	7,80	7,01	7,06	5,90	6,50	Februar	6,84	6,20	5,36	5,29	5,92
März	7,79	7,04	7,05	5,93	6,49	März	6,83	6,21	5,36	5,30	5,91
April	7,79	7,02	7,06	5,88	6,47	April	6,81	6,20	5,35	5,26	5,89
Mai	7,78	7,04	7,10	5,91	6,44	Mai	6,79	6,21	5,36	5,28	5,87
Juni	7,78	6,96	7,05	5,92	6,43	Juni	6,79	6,18	5,35	5,28	5,87
B. Barverdienst											
1929	10,22	8,96	9,31	7,29	8,51	1929	8,90	7,93	6,74	6,52	7,81
1930	10,30	8,93	9,21	7,33	8,34	1930	9,00	7,95	6,87	6,57	7,70
1931	9,39	8,46	8,31	6,87	7,50	1931	8,28	7,44	6,36	6,25	6,99
1932	7,97	7,17	7,05	5,86	6,43	1932	7,05	6,29	5,45	5,34	5,96
1933	8,01	7,17	7,07	5,95	6,52	1933	7,07	6,32	5,44	5,39	5,99
1934	8,09	7,28	7,29	6,15	6,63	1934	7,11	6,43	5,55	5,53	6,04
1935: Januar	8,13	7,28	7,39	6,10	6,67	1935: Januar	7,15	6,44	5,61	5,54	6,10
Februar	8,14	7,26	7,37	6,11	6,67	Februar	7,16	6,43	5,60	5,53	6,10
März	8,13	7,30	7,37	6,14	6,66	März	7,16	6,46	5,61	5,56	6,09
April	8,14	7,28	7,38	6,09	6,65	April	7,15	6,46	5,60	5,52	6,10
Mai	8,15	7,31	7,44	6,12	6,62	Mai	7,14	6,47	5,61	5,54	6,06
Juni	8,13	7,23	7,38	6,13	6,61	Juni	7,14	6,45	5,61	5,55	6,07

¹ Nach Angaben der Bezirksgruppen. — ² Einschl. der Arbeiter in Nebenbetrieben.

Förderung und Verkehrslage im Ruhrbezirk¹.

Tag	Kohlenförderung	Koks-erzeugung	Preß-kohlenherstellung	Wagenstellung zu den Zechen, Kokereien und Preßkohlenwerken des Ruhrbezirks (Wagen auf 10 t Ladegewicht zurückgeführt)		Brennstoffversand auf dem Wasserwege				Wasserstand des Rheins bei Kaub (normal 2,30 m)
				rechtzeitig gestellt	gefehlt	Duisburg-Ruhrorter ²	Kanal-Zechen-Häfen	private Rhein-	insges.	
Aug. 11.	Sonntag	57 686	—	2 053	—	—	—	—	—	1,68
12.	312 788	57 686	11 327	20 062	—	29 531	36 010	11 426	76 967	1,62
13.	315 241	59 619	10 187	19 983	—	30 880	38 217	13 097	82 194	1,63
14.	283 702	59 366	10 481	18 368	—	33 244	39 201	15 500	87 945	1,72
15.	283 497	60 249	9 418	18 773	—	33 376	35 327	13 147	81 850	1,77
16.	333 035	61 038	10 643	19 829	—	30 499	39 163	16 254	85 916	1,79
17.	265 720	58 078	7 724	17 954	—	31 205	41 518	9 880	82 603	1,95
zus.	1 793 983	413 722	59 780	117 022	—	188 735	229 436	79 304	497 475	
arbeitstägl.	298 997	59 103	9 963	19 504	—	31 456	38 239	13 217	82 913	

¹ Vorläufige Zahlen. — ² Kipper- und Kranverladungen.

Englischer Kohlen- und Frachtenmarkt

in der am 16. August endigenden Woche¹.

1. Kohlenmarkt (Börse zu Newcastle-on-Tyne). Auf dem Kohlenmarkt in Newcastle lagen zu Beginn der

Berichtswoche weitere Nachfragen nach Kesselkohle aus Skandinavien vor; unter anderm forderten die norwegischen Staatsbahnen Angebote für 35 000 t gesiebte Kesselkohle. In der nächsten Woche sind Angebote an die finnischen Staatseisenbahnen über 25 000 t Kesselkohle fällig. Der zunehmende Brennstoffbedarf beschränkt sich jedoch nur

¹ Nach Colliery Guardian.

auf die baltischen und skandinavischen Länder, während durch die Lage auf dem italienischen Markt die übrige stärkere Geschäftsentwicklung völlig gestört wird. Dies ist vor allem in Durham der Fall, wo sich der Ausfall des Gaskohlengeschäfts auf die Beschäftigungslage der Zechen bedenklich auswirkt; verschiedene Gruben haben bereits die Stilllegung oder die Einlegung von Feierschichten beschlossen. Die Ausfuhrhäuser befinden sich in einer sehr schwierigen Lage, da ihnen von italienischer Seite schätzungsweise schon über eine halbe Million £ geschuldet wird. Große Besorgnis ruft ferner hervor, daß anscheinend das Sichtgeschäft, das in Durham nahezu zum Stillstand gekommen ist, von Deutschland und Polen übernommen wird. Beide Länder werden bevorzugt oder haben derartige finanzielle Abkommen erzielt, die zwischen England und Italien nicht getroffen werden konnten. Die Ausfuhr nach Frankreich wird ebenfalls durch die dortigen innern Unruhen und die weitere Einschränkung der Einfuhr erheblich behindert. Die Aussichten in Northumberland sind unter Berücksichtigung aller Schwierigkeiten nicht allzu schlecht. Vor allem waren in Blyth die Behauptung des Inlandabsatzes an Industrie-Kesselkohle sowie gute Verfrachtungen im Küstenhandel zu erkennen. Die in der Vorwoche gehegten Hoffnungen auf eine Wiederbelebung des Bunker Kohlengeschäfts haben sich nicht verwirklicht. Zwar liegt eine Reihe guter Nachfragen vor, doch dürften diese hauptsächlich nur Erkundigungszwecken dienen; man rechnet damit, daß die Käufer durch die unsichere internationale Lage Zurückhaltung üben werden. Das Kokskohlengeschäft, das zum größten Teil von dem Bedarf der inländischen Kokereien abhängt, blieb knapp behauptet. Koks war bei eingeschränkter Erzeugung fest. Hochofenkoks wurde auf dem Markt erneut gefragt. Die Aussichten im Koksgeschäft werden als die besten des gesamten Brennstoffmarktes bezeichnet. Die Kohlen- und Koksnotierungen an der Börse haben gegen die Vorwoche keine Änderung erfahren.

2. Frachtenmarkt. Die Charterungen waren in sämtlichen Häfen nicht sehr umfangreich, doch machte sich zu Beginn der Berichtswoche eine leichte Belebung bemerkbar. An der Nordostküste ruht der Versand nach Italien vollkommen; die Verschiffungen aus Südwales sind unbedeutend. Der freigewordene Schiffsraum mußte auf andere Märkte verteilt oder aufgelegt werden. Die Verschiffungen nach den Kohlenstationen, die sich in der Vorwoche ziemlich günstig entwickelten, waren in der Berichtszeit gering. Das Küstengeschäft verlief in Blyth zufriedenstellend, während es in den übrigen Bezirken unbefriedigend war. Geschäftsumfang und Frachtsätze im französischen Handel waren unbeständig. Die besten Aussichten auf dem Frachtenmarkt sind, der Lage auf dem Kohlenmarkt entsprechend, im baltischen und skandinavischen Geschäft zu verzeichnen. Die Frachtsätze haben keine wesentliche Änderung erfahren; angelegt wurden für Cardiff-Genua 6 s 9 d, -Le Havre 3 s, -Alexandrien 6 s 10½ d und Tyne-Rotterdam 3 s 6 d.

Londoner Preisnotierungen für Nebenerzeugnisse¹.

Der Markt für Teererzeugnisse war in der Berichtswoche unverändert ruhig. Der Pechabsatz blieb bei schwacher Nachfrage gering. Kreosot dagegen war noch sehr gefragt; eine Abflauung ist bis Ende des Jahres nicht wahrscheinlich. Die Preise für Solventnaphtha und Motorenbenzol konnten sich etwas festigen, während Rohnaphtha noch vernachlässigt blieb.

Auf dem Markt für schwefelsaures Ammoniak wurde der Inlandpreis für Augustlieferungen von 7 £ 5 s auf 6 £ 14 s 6 d ermäßigt. Hiermit entspricht die Notierung dem in der gleichen Zeit des Vorjahrs festgesetzten Preis. Die Auslandnotierung hat mit 5 £ 17 s 6 d fob keine Änderung erfahren.

¹ Nach Colliery Guardian und Iron and Coal Trades Review.

PATENTBERICHT.

Gebrauchsmuster-Eintragungen,

bekanntgemacht im Patentblatt vom 8. August 1935.

- 1a. 1344951. Carlshütte AG. für Eisengießerei und Maschinenbau, Waldenburg-Altwasser. Schwingeinrichtung, besonders zum Sieben und Fördern von Schüttgut. 28. 11. 34.
 1a. 1345195. Zeitzer Eisengießerei und Maschinenbau-AG., Zeitz. Abstreicher für Scheibenwalzenroste. 1. 3. 34.
 10a. 1344845. Josef Limberg jr., Essen. Schmiedeeiserner Kokskammerverschluß. 7. 6. 35.
 10a. 1344860. Saargruben-Verwaltung, Saarbrücken. Stampfkuchen-Führungsschild. 3. 7. 35.
 81e. 1344745. Gewerkschaft Eisenhütte Westfalia, Lünen. Zulauftrutsche für Senkförderer. 7. 2. 35.
 81e. 1344944. Fried. Krupp AG., Grusonwerk, Magdeburg-Buckau. Vorrichtung zur Preßluftförderung. 10. 3. 33.
 81e. 1345071. Humboldt-Deutzmotoren AG., Köln-Deutz. Kettenförderer mit Siebeinrichtung. 24. 10. 34.
 81e. 1345144. Firma Heinr. Korfmann jr., Witten (Ruhr). Zwillingsvorziehvorrichtung für Druckluftbetrieb. 9. 7. 35.

Patent-Anmeldungen,

die vom 8. August 1935 an zwei Monate lang in der Auslegehalle des Reichspatentamtes ausliegen.

- 5b, 16. F. 76942. Freier Grunder Eisen- und Metallwerke G. m. b. H., Neunkirchen (Kr. Siegen). Rohrförmiger Absauger für Gesteinsbohrstaub. 17. 1. 34.
 5b, 21/01. D. 68350. Wilhelm Dahmen, Duisburg. Standrohr zum Gesteinsbohren unter Wasser. 30. 6. 34.
 5b, 21/01. R. 91327. Friedrich Remberg, Kettwig (Ruhr). Gesteinsbohrer für Unterwasserbohrungen. 4. 9. 34.
 5b, 33. S. 112849. Marjan Skup, Kasimierz bei Strzemieszyce (Polen). Verfahren zur Herstellung von Schrämen beim Flözabbau mit Spülversatz. 12. 2. 34. Polen 22. 5. 33.
 5c, 9/01. D. 65738. Karl Derr, Lünen (Lippe). Unterteilte gelenkige Preßform für die Auskleidung von Bauwerken, wie Senkschächte, Druckstollen aller Art, Tunnelbauten, Grubenstrecken o. dgl. 20. 4. 33.

- 5c, 9/10. H. 140055. Friedrich Heckermann, Duisburg, und Arnold Koepe, Erkelenz. Muffenverbindung für eisernen Grubenausbau. 14. 5. 34.
 5d, 11. E. 45878. Gebr. Eickhoff, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Bochum. Rutsche für steiles Einfallen. 7. 7. 34.
 10a, 17/04. A. 67839. Dr.-Ing. Georg Ackermann und Josef Ipfelkofer, München. Verfahren und Einrichtung zur trocknen Abkühlung heißer Koksmassen oder anderer Schüttgüter mit Hilfe indifferenten Gase. 28. 11. 32.
 10c, 7. D. 62 580. Alexander Deter, Berlin-Lichterfelde, und Martin Ziegler, Berlin-Heiligensee. Verfahren und Vorrichtung zum Entwässern feuchter Rohstoffe. 22. 12. 31.
 81e, 1. B. 166298. Karl Brieden, Bochum. Verbindung für Förderbandabdeckbleche. 26. 7. 34.
 81e, 2. K. 128880. Hugo Krüger, Mühlhausen (Thüringen). Verfahren zur Herstellung von durchgewebten Transportbändern aus Baumwolle o. ähnl. Rohstoffen. 3. 2. 33.
 81e, 10. H. 139883. August Hermes, Leipzig. Gurtförderer mit einem aus beweglich verbundenen Einzelgliedern bestehenden Bandgerüst. 28. 4. 34.
 81e, 10. K. 129005. Fried. Krupp AG., Grusonwerk, Magdeburg-Buckau. Lagerung der Tragrollen für Förderbänder. 10. 2. 33.
 81e, 10. M. 125906. Maschinenfabrik Buckau R. Wolf AG., Magdeburg. Freitragend gelagerte Seitenrolle für Muldenförderbandrollen. 16. 12. 33.

Deutsche Patente.

(Von dem Tage, an dem die Erteilung eines Patentbeschlusses bekanntgemacht worden ist, läuft die fünfjährige Frist, innerhalb deren eine Nichtigkeitsklage gegen das Patent erhoben werden kann.)

1a (21). 616610, vom 3. 9. 32. Erteilung bekanntgemacht am 4. 7. 35. Zeitzer Eisengießerei und Maschinenbau-AG. in Zeitz. *Scheibenwalzenrost*.

Der Rost hat quer zur Förderrichtung des Gutes liegende hintereinander angeordnete Scheibenwalzen, die einzeln oder gruppenweise um weniger als ihr Durch-

messer so in der Höhe gegeneinander versetzt sind, daß in der Förderrichtung des Gutes auf tiefer liegende Walzen höher liegende folgen.

1c (101). 616776, vom 11. 2. 32. Erteilung bekanntgemacht am 11. 7. 35. The Clean Coal Company Ltd. in London. *Vorrichtung zur Trennung kohlenstoffhaltigen Gutes*. Priorität vom 12. 2. 31 ist in Anspruch genommen.

Die Vorrichtung hat einen trichterförmigen Trennbehälter, in den das zu trennende Gut, z. B. Kohle, an einer Seite oben eingetragen und in dessen untern Teil eine Trennflüssigkeit eingeführt wird. Der Behälter ist durch Wandungen in mehrere Abteile geteilt. Der obere Teil der Wandungen ist in der Höhenrichtung und in der Neigung gegen den stets auf derselben Höhe gehaltenen Spiegel (die Oberfläche) der Trennflüssigkeit verstellbar und kann gekrümmt sein. Die Verstellbarkeit des oberen Teiles der Wandungen ist dadurch ermöglicht, daß dieser Teil durch Scharniere mit den Wandungen verbunden und in senkrechten Schlitzen der Wandungen befestigt ist. Der Spiegel der Trennflüssigkeit kann durch eine Membran auf derselben Höhe gehalten werden, die in einer Ausbuchtung des Behälters so angeordnet ist, daß der Druck der in dem Behälter befindlichen Trennflüssigkeit auf sie wirkt und die mit einem in die Zuführungsleitung für diese Flüssigkeit eingeschalteten Steuermittel (Ventil o. dgl.) verbunden ist.

1c (101). 617012, vom 18. 7. 35. Erteilung bekanntgemacht am 27. 9. 32. Gewerkschaft Sophia-Jacoba in Hückelhoven (Kr. Erkelenz). *Verfahren zur Naßaufbereitung von Kohle, besonders von Anthrazitkohle*.

Das aufzubereitende Gut wird in ein Flüssigkeitsbad eingetragen, in dessen obern Teil dadurch eine Aufwärtsströmung erzeugt wird, daß ständig von der Oberfläche des Bades Flüssigkeit entnommen und unter Druck in einer gewissen Entfernung unterhalb der Flüssigkeitsoberfläche in den das Bad enthaltenden Behälter eingeführt wird. Ferner wird aus dem aufwärts gerichteten Austragkanal für die abgesunkenen Berge, der unten an dem Behälter angeschlossen ist, so viel Flüssigkeit entnommen und der von der Oberfläche des Bades entnommenen Flüssigkeit zugesetzt, daß im untern Teil des Bades eine Abwärtsströmung entsteht.

5c (1001). 616780, vom 27. 2. 34. Erteilung bekanntgemacht am 11. 7. 35. Karl Küppers in Homberg (Niederrhein). *Nachgiebiger Grubenstempel*.

Der Stempel besteht aus zwei ineinander angeordneten Teilen. Auf dem untern äußern Teil ist eine Mutter drehbar gelagert, und auf dem obern innern Teil, der durch die Bohrung der Mutter hindurchgeführt ist, ist eine sich über die ganze Höhe (Länge) dieses Teiles erstreckende Schraubensfeder angeordnet, die in das Gewinde der Mutter eingreift.

81e (1). 616758, vom 3. 3. 32. Erteilung bekanntgemacht am 11. 7. 35. Frederick Joseph West, Ernest West und West's Gas Improvement Company Ltd. in Manchester (England). *Bandförderer mit biegsamer Förderband*. Priorität vom 9. 5. 31 und 5. 2. 32 ist in Anspruch genommen.

An den beiden Seitenkanten des Förderbandes sind auf Schienen laufende, einander gegenüberliegende Rollen so befestigt, daß das Band frei zwischen ihnen durchhängen kann und die Rollen die in der Querrichtung des Förderbandes in diesem wirkenden Zugkräfte auf die Schienen übertragen. An den Rändern des Bandes können Klammern vorgesehen sein, von denen jede schwingbar an einem z. B. aus Rohren gebildeten Rahmen befestigt ist, an dem zwei Rollen oder Rollensätze so gelagert sind, daß die eine Rolle (der eine Rollensatz) den nach unten gerichteten Zug des Bandes aufnimmt. Die Achse der einen Rolle (des einen Rollensatzes) kann senkrecht und die Achse der andern Rolle (des andern Rollensatzes) waagrecht angeordnet sein, und die Rollen (Rollensätze) können auf den Schenkeln von L-förmigen Schienen laufen. Jede Klammer kann auch mit nur einer Rolle versehen sein. In diesem Fall werden Laufschiene für die Rollen, die in Nuten der Rollen eingreifen können, so angeordnet, daß die Resultierende der vom Förderband ausgeübten Zugkräfte in der gemeinsamen Mittelebene der Rollen und Schienen liegt.

81e (138). 616760, vom 16. 9. 33. Erteilung bekanntgemacht am 11. 7. 35. Franz Schröder in Braunschweig. *Fahrbare Antriebsvorrichtung für in Schüttgut einzubringende Bohrer*.

Der Bohrer ist in einer Hülse angeordnet, die mit einer sich über ihre ganze Länge erstreckenden achsrechten Führung für den Bohrer versehen ist und mit Hilfe einer Schnecke angetrieben wird; diese greift in ein fest mit der Hülse verbundenes Schneckenrad ein. Die Führung für den Bohrer besteht aus an der Innenwandung der Hülse befestigten Schienenpaaren, zwischen deren Schienen radiale Arme einer Hülse eingreifen, die durch einen Bajonettverschluß mit dem Bohrer verbunden ist.

Z E I T S C H R I F T E N S C H A U ¹

(Eine Erklärung der Abkürzungen ist in Nr. 1 auf den Seiten 27–30 veröffentlicht. * bedeutet Text- oder Tafelabbildungen.)

Mineralogie und Geologie.

Zur Nomenklatur des Grundwassers und verwandter Begriffe. Von Scupin. Z. prakt. Geol. 43 (1935) S. 101/04. Erörterung und Festlegung zahlreicher Begriffe aus dem bezeichneten Gebiet.

The shape and specific surface of coal particles. Von Needham und Hill. Fuel 14 (1935) S. 222/30*. Untersuchungen über die Form und spezifische Oberfläche von Kohleanteilen.

Studies in coal by X-ray diffraction methods. Von Mahadevan. Fuel 14 (1935) S. 231/41*. Ergebnisse röntgenographischer Untersuchungen von Kohle. Aufbau der Streifenkohle. Alpha-, Beta- und Gamma-Bestandteile. Schrifttum.

Alteration of coal-seams in the vicinity of igneous intrusions, and associated problems. Von Briggs. Trans. Instn. Min. Engr. 89 (1935) S. 187/219*. Beobachtungen über die Veränderung von Kohlenflözen in der Nachbarschaft magmatischer Gesteine. Anthrazitbildung. Wirkung des Druckes und der Hitze. Bedeutung der Asche.

Über Veränderungen des Stickstoffgehaltes organischer Substanzen während und nach der Ablagerung. Von Krejci-Graf. Z. prakt. Geol. 43 (1935)

S. 97/101. Erörterung der Frage an Hand der vorliegenden Forschungsergebnisse. Schlußfolgerungen. Schrifttum.

Über ein Chromitvorkommen bei Tschatschak, Südslawien. Von Petunnikov. Montan. Rdsch. 27 (1935) H. 15, S. 1/3*. Erörterung der geologischen und lagerstättenlichen Verhältnisse. Aussichten für die bergbauliche Ausbeutung.

Bergwesen.

Neue Wege im Bau von Tiefbohranlagen. Petroleum 31 (1935) H. 31, S. 1/4*. Beschreibung der von der Demag für die Gewerkschaft Elverath gebauten Rotary-Anlage.

Die unterirdische Gewinnung von steilstehenden und mächtigen Erzlagerstätten. Von Dahl und Koch. (Schluß.) Met. u. Erz 32 (1935) S. 354/63*. Schilderung verschiedener Bruchverfahren, wie Stoßbau, Scheibenbruchbau und Blockbruchbau sowie einiger Verbundverfahren. Zusammenfassung und kritische Betrachtung der Gesteinskosten und Leistungen der einzelnen Abbaufahren.

Bedeutung der Erdgase für die Erdölgewinnung. Von Hummel. Petroleum 31 (1935) H. 31, S. 9/16*. Senk- oder Trockenpumpen. Vergleich zwischen Pumpen und Gaslift. Schöpfen und Kolben. Maßnahmen zur Steigerung der Ölförderung: Neuaufbohren und Torpedieren, das Unterdruckverfahren, Einpressen von Gas oder Luft.

¹ Einseitig bedruckte Abzüge der Zeitschriftenschau für Karteizwecke sind vom Verlag Glückauf bei monatlichem Versand zum Preise von 2,50 M für das Vierteljahr zu beziehen.

Les lois de déclin et l'estimation de la production future d'un puits de pétrole. Von Tiraspolsky. Ann. Mines France 7 (1935) S. 329/56*. Untersuchungen über die Ergiebigkeit von Erdölquellen. Physikalische Erklärung des gesetzmäßigen Rückgangs.

Hohe Streckenvortriebsleistungen. Von Albiez. Bergbau 48 (1935) S. 238/41. Erörterung der für die Vortriebsgeschwindigkeit maßgebenden Umstände, wie Gewinnbarkeit des Gesteins, Lagerung, Art, Standfestigkeit und Trockenheit des Gebirges, maschinenmäßige Einrichtung und Regelung des Betriebes.

The »Hardy« air picks and air compressors. Von Campbell-Futers. Colliery Guard. 151 (1935) S. 195/96*. Bauart und Arbeitsweise eines neuartigen Abbauhammers. Beschreibung eines für den Betrieb untertage geeigneten Kompressors.

Betriebsgestaltung und Steinfallgefahr. Von Hatzfeld. Bergbau 48 (1935) S. 235/38. Allgemeine Gesichtspunkte. Bildung der Baueinheiten. Planung des Abbaus. Schlußfolgerung.

Die Unfälle im deutschen und englischen Steinkohlenbergbau im Jahre 1931. Von Hatzfeld. Glückauf 71 (1935) S. 763/66*. Die Unfallberichte. Ergebnisse der Unfallstatistik. Vergleichende Betrachtungen.

Untersuchungen über die Arbeitsweise von Zittersieben. Von Prockat und Rammler. (Schluß.) Glückauf 71 (1935) S. 755/62*. Verlauf und Ergebnisse von Versuchen am Harfensieb. Siebvorgang. Einfluß der Schwingungszahl, Siebneigung und des Belastungsgrades sowie des Siebgutes.

De droge zuivering van steenkolen. Von Steinmetzer und Liesenborghs. Geol. Mijnbouw 14 (1935) S. 29/35*. Besprechung der verschiedenen Bauarten von Luftaufbereitungsgeräten und ihrer Arbeitsweise. Übersicht.

Dampfkessel- und Maschinenwesen.

Influence de la dissociation sur les températures des flammes. Von Reingold. Chaleur et Ind. 16 (1935) S. 275/84*. Grundlagen des Verfahrens zur Berechnung des Einflusses der Dissoziation auf die Flammentemperaturen. Prüfung der verschiedenen Gase.

Die Praxis der Flugstaubmessung. Von Rosin und Rammler. (Forts.) Braunkohle 34 (1935) S. 525/30*. Die Absaugdüse nach van Tongeren und nach Allner. Durchführung der Messungen.

Die Betriebseigenschaften von Preßluft- und Elektrobetrieben im rheinisch-westfälischen Steinkohlenbergbau. Von Scheel. (Schluß.) Elektr. im Bergb. 10 (1935) S. 51/63*. Die Motorenstärke bei Preßluft- und Elektroantrieben. Ergebnisse umfangreicher Kraftverbrauchsmessungen.

Der Großmaschinenbau an der Saar. Von Rheinemann. Z. VDI 79 (1935) S. 941/44*. Beispiele aus der Erzeugung einer der führenden Maschinenbauanstalten des Saarlandes: Kolbenverdichter, Pumpen, Kurbelpressen, Blockscheren, Richtmaschinen, Kaltwalzwerke usw.

Wie berechnet man Flanschverbindungen? Von Schulz und Schiller. Wärme 58 (1935) S. 493/98*. Übersicht über die wichtigsten Rechnungsverfahren. Näherungsversuche von Bach. Vorschläge von Krocke-Sanford, Tanner, Dubs, Waters und Taylor usw. (Schluß f.)

Richtlinien zur Planung von Heiz- und Heizkraftwerken. Von Pelda. Wärme 58 (1935) S. 498/503. Voraussetzungen für ein Fernheizwerk. Gegenüberstellung von Dampf- und Heißwasserheizwerk. Erörterung verschiedener Bauarten und Anlagenteile. Rohrleitung, Wärmeschutz und Rohrkanal.

Underfeed combustion, effect of preheat, and distribution of ash in fuel beds. Von Nichols. (Forts.) Fuel 14 (1935) S. 242/47*. Verschiedene Gestaltung des Brennstoffbetts. Versuchsergebnisse und Beobachtungen. (Forts. f.)

Kesselspeisewasseraufbereitung auf einer Ruhrzeche. Von Ammer und Naumann. Glückauf 71 (1935) S. 749/55*. Speisewasseraufbereitung mit Soda im Plattenkocher. Enthärtung mit Ätznatron und Trinatriumphosphat. Überwachung der Speisewasserbeschaffenheit. Feststellungen bei Kesselbesichtigungen. Wirtschaftlichkeit.

Hüttenwesen.

Die wissenschaftlichen Grundlagen der Zinnverhüttung. Von Klärting. Met. u. Erz 32 (1935)

S. 364/68*. Stand der Zinnreduktion. Ihre Beeinflussung durch Tonerde, Kalk und Kieselsäure. Erläuterung der Niederschlagsarbeit.

Die neuere Entwicklung der Werkstoffe für Dauermagnete. Von Pözlger. Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 853/60*. Verbesserung der Güterwerte von Magnetstählen. Besondere Eigenschaften der Aluminium-Nickelstähle. Magnetform und Magnetwerkstoff.

Die Saarrhüttenwerke bei der Rückgliederung. Von Wagner. Z. VDI 79 (1935) S. 951/58. Beschreibung der fünf Saarrhüttenwerke nach Aufbau und Erzeugungsplan. Fragen der Ferngasversorgung und der Stromerzeugung. Vanadingewinnung aus Roheisen. Aufbereitungsversuche zur Erschließung der badischen Doggerze.

Chemische Technologie.

Die Veredlung der oberpfälzischen lignitischen Rohbraunkohle nach dem Fleißner-Verfahren. Von Kaiser. Z. bayer. Revis.-Ver. 39 (1935) S. 125/28*. Wesen des Verfahrens. Beschreibung der Anlage in Pontholz. Versuchs- und Betriebsergebnisse. Wirtschaftlichkeit. Verwendbarkeit der Kohle.

Neue Apparatur zur exakten Bestimmung des Naphthalin gehaltes von Motorenbenzol. Von Zwiig und Kossendey. Gas- u. Wasserfach 78 (1935) S. 602/03*. Beschreibung der Einrichtung, Wirkungsweise und Versuchsergebnisse.

The continuous regeneration of benzole wash oil. Von Thau. Gas World 103 (1935) Coking section, S. 12/14*. Verfahren und Vorteile der ununterbrochenen Aufbesserung des Benzolwaschöls.

Die Kohlenoxydreinigung des Gases. Von Mezger. (Schluß.) Gas- u. Wasserfach 78 (1935) S. 593/602*. Entwicklung der Grundlagen. Wirtschaftlichkeitsberechnung. Erforderliche Höhe des Kohlenoxydrestgehaltes. Kohlenoxydanreicherung im Raum. Explosionsgrenzen von kohlenoxydfreiem Gas. Schrifttum.

Verkehrs- und Verladewesen.

Eisenbahnfragen in Verbindung mit der Rückkehr des Saarlandes zum Reich. Von Altersdorf. Z. VDI 79 (1935) S. 945/51*. Die neuen saarländischen Grenzbahnhöfe. Tarifwünsche der Saarländischen Verkehrrsfrage. Geschlossene Zugförderung.

Eine elektrisch-automatische Waggonwaage für 55 t Tragkraft. Von Müller. Braunkohle 34 (1935) S. 521/25*. Wesen der selbsttätigen Gleiswaage. Darstellung des Wiegevorganges.

Verschiedenes.

Nachrichten- und Warnanlage für den Luit-schutz in Großbetrieben. Elektrotechn. Z. 56 (1935) S. 891/93*. Eingehende Beschreibung des Aufbaus und der Arbeitsweise der verschiedenen Einrichtungen.

P E R S Ö N L I C H E S .

Versetzt worden sind:

der Oberbergrat Mertens vom Bergrevier Dortmund 2 an das Bergrevier Castrop-Rauxel,
der Bergrat Ringhardt vom Bergrevier Castrop-Rauxel an das Bergrevier Witten.

Beurlaubt worden sind:

der Bergassessor Prentzel vom 1. September an auf weitere sechs Monate zur Fortsetzung seiner Tätigkeit bei der Anilinchemie-AG. in Wien,
der Bergassessor Rauschenbach vom 1. Juli an auf ein weiteres Jahr zur Ausübung einer Tätigkeit bei der Fried. Krupp AG., Bergwerke Essen,
der Bergassessor Trainer vom 1. August an auf ein weiteres Jahr zur Fortsetzung seiner Tätigkeit bei der Hoesch-Köln-Neuessen AG. für Bergbau und Hüttenbetrieb.
Dem Bergassessor Clemens von Velsen ist die nach-gesuchte Entlassung aus dem Staatsdienst erteilt worden.

Der Bergassessor Degenhardt ist aus den Diensten der Braunkohlenwerke Borna AG. in Borna bei Leipzig ausgeschieden und zum 1. Oktober als Lehrer an der Bergschule in Bochum angestellt worden.