

für die Niere. Wenn das richtig gewesen wäre, hätte man die Tatsache, daß einige dieser Farbstoffe immer durch die Leber, andere durch die Niere ausgeschieden werden, hiermit nicht erklären können. Spätere Forscher fanden aber, daß diese Befunde nicht allgemein gültig waren. Alle Versuche aber, die Fähigkeit der Leber, einen Teil dieser Farbstoffe sehr rasch und vollständig aus dem Blut auszuscheiden, andere dagegen gar nicht, auf bestimmte physikalische Eigenschaften der Farbstoffe zurückzuführen, waren bisher erfolglos. Ich habe diese Frage erneut experimentell bearbeitet, mußte aber bald einsehen, daß nur die Ausdehnung der Versuche auf eine sehr große Zahl von Farbstoffen verschiedenartigsten Charakters Aufklärung versprechen konnte. Glücklicherweise standen sie mir in unbeschränkter Zahl zur Verfügung, und ich habe zu meinen Versuchen etwa 80 benutzt.

So vollkommen ich nun die Beziehung zwischen der Dispersität der Farbstoffe und ihrer Ausscheidbarkeit durch die Niere oder, wie man dies kurz bezeichnet, ihrer Harnfähigkeit, bestätigen konnte — man kann mit großer Sicherheit behaupten, daß die Farbstoffe, die ganz gewöhnliche Cellophan-Membranen durchdringen, harnfähig sind, und solche, die durch Cellophan zurückgehalten werden, nicht — so unmöglich war es mir, irgendeine physikochemische Eigenschaft aufzufinden, die mit der Gallenfähigkeit parallel gehende Resultate gegeben hätte, obwohl die Versuche in die verschiedensten Richtungen ausgedehnt wurden. Und doch war damit das Resultat meiner Versuche kein negatives. Denn schließlich ergab die Durchsicht der Konstitutionsformeln der Farbstoffe aus der Reihe der sauren Azoderivate, daß die Gallenfähigkeit abhängig ist von der Zahl der Sulfogruppen, die das Farbstoffmolekül trägt. Farbstoffe, die bis zu 3 Sulfogruppen besitzen, sind gallenfähig, solche mit vier und mehr nicht. Dabei ist es gleichgültig, ob es sich um Mono- oder um Disazofarbstoffe handelt. Auch die Stellung der Sulfogruppen hat keine bisher erkennbare Bedeutung und ebenso wenig die Zahl der übrigen Substituenten. Wenn nun mit dieser Zahl der Sulfogruppen das Prinzip gefunden ist, nach dem die Leber die von ihr in die Galle auszuscheidenden Farbstoffe auswählt, so ist es jetzt möglich, mit Hilfe der Konstitutionsformel und der Kenntnis des Dispersitätsgrades eines sauren Azofarbstoffes dessen Schicksal im Organismus vorauszusagen, etwa nach folgendem Schema:

	Feindispers	Grobdispers
1—3 Sulfogruppen	Ausscheidung durch Niere und Leber	Ausscheidung durch Leber
4 und mehr Sulfogruppen	Ausscheidung durch Niere	Dauerhafte Speicherung

Einer weiteren Erklärung bedarf die Frage, warum für die Leber eine Eigenschaft des Farbstoffmoleküls entscheidend ist, da diese Stoffe doch stets als kolloide Komplexe zahlreicher Moleküle angesehen werden. Auf diese Erscheinung fällt ein neues Licht durch den Befund *Bennholds*, daß die Serumeiweißkörper den Dispersitätsgrad der Farbstoffe uniformieren; feindisperse Farbstoffe werden durch die Bindung an das Eiweiß in größere Komplexe eingelagert, grobdisperse peptisiert, so daß in Serum gelöste Farbstoffe alle die gleiche Diffusionsgeschwindigkeit besitzen, und zwar die des Serumeiweißes. Erst nach Lösung von Serumeiweiß werden in Niere und Retikuloendothel die ursprünglichen Kolloideigenschaften wieder wirksam, nicht aber in der Leber.

Wenn wir nun den Einfluß der Zahl der Sulfogruppen erklären wollen, so scheint es mir am wahrscheinlichsten, daß die hydrophile Eigenschaft der ionisierten Sulfogruppe das Entscheidende ist. Der Ausscheidungsmechanismus der Leber kann offensichtlich nur solche Moleküle erfassen, deren Oberfläche Bezirke von wasserabstoßenden, fettverwandten Eigenschaften besitzt. Wird dagegen ein zu großer Teil der Moleküloberfläche von hydratisierten Gruppen besetzt, so kann der Sekretionsmechanismus der Leber sie nicht ergreifen. Diese Deutung gewinnt an Wahrscheinlichkeit, wenn man die sonstigen in die Galle abgeschiedenen Stoffe durchmustert, wie z. B. die Gallenfarbstoffe und Gallensäuren. Auch dies sind Substanzen mit fettverwandtem Charakter.

Ich habe diese von mir aufgefundene Gesetzmäßigkeit ausführlicher dargestellt, weil sie m. E. ein gutes Beispiel dafür gibt, auf welchen verborgenen Gebieten die Erklärung für spezifische Aufnahme bestimmter Stoffe in bestimmte Organe zu suchen ist.

Der große Reiz, der in der Übertragung physikalischer, physikochemischer oder kolloidchemischer Ergebnisse auf biologische Objekte gelegen ist, hat in den letzten Jahrzehnten zu manchen überspannten Theorien über die Vorgänge in der lebenden Substanz geführt. Auch auf dem Gebiet der Verteilungsvorgänge ist das nicht ausgeblieben. So gibt es z. B. eine Schule, die alle spezifischen Stoffverteilungen auf besondere elektrische Potentiale der Organe zurückführen will.

Da aber, wie man sieht, jeder Versuch zur Deutung der Verteilungsvorgänge schließlich wieder auf physikochemisches Gebiet führt, dürfen uns solche voreiligen Theorien nicht daran hindern, in experimenteller Arbeit auf diesem Gebiet weiter vorzudringen. Denn von der weiteren Klärung solcher Fragen erhoffen wir nicht nur die Befriedigung theoretischer Interessen, sondern neue Anregung zur Weiterentwicklung unseres Arzneischatzes.

[A. 145.]

Beiträge zur Kenntnis der thermischen Grundlagen der Verschwelung und Verkokung von Braunkohlen (Auszug¹⁾.

(Eingeg. 15. November 1934.)

Von Prof. Dr. ERNST TERRES, Dr. ing. HIE AN TJIA, Dipl. ing. W. HERRMANN, Dr. ing. F. JOHSWICH, Dr. G. PATSCHEKE, Dr. ing. J. PFEIFFER und Dr. ing. H. SCHWARZMANN, Technische Hochschule Berlin.

Die ganze Entwicklung der Schwelindustrie war bisher ausschließlich auf praktischen Erfahrungen aufgebaut, und irgendwelche, auch nur einigermaßen sichere thermische Grundlagen, die eine rechnerische Voraussage über den zu erwartenden Erfolg neuer Verfahren und Konstruktionen ermöglicht hätten, fehlten so ziemlich vollkommen.

Die wichtigsten Kennzahlen, die für die Berechnung von Schwelöfen, besonders in Bezug auf den Wärmebedarf

¹⁾ Die ausführliche Arbeit erscheint als „Beiheft zu den Zeitschriften des Vereins deutscher Chemiker“ Nr. 10 und ist zu beziehen vom Verlag Chemie, Berlin W 35, Corneliustr. 3. Vorausbestellung bis zum 2. Februar 1935 zum Sonderpreis von RM. 2.40 statt RM. 3.20. Bestellschein im Anzeigenteil.

für den Schwelprozeß, die Vorausbestimmung der Schwelzeiten für bestimmte Schichtdicken bzw. die Bestimmung der Schichtdicken für bestimmte Schwelzeiten und die Ermittlung der Schwelleistung je Quadratmeter Heizfläche erforderlich sind, sind die folgenden:

1. Schwel- und Verkokungswärmen von Braunkohlen,
2. Spezifische Wärmen von Braunkohlen, Braunkohlenskoksen und von Koksaschen,
3. Wärmeleitzahlen als Grundlage für die Wärmeübertragung beim Schwelprozeß.

Die Kenntnis der Wärmeleitzahlen bzw. der Temperaturleitzahlen gibt gleichzeitig die Möglichkeit, den

Mischungsgrad von fließendem Material in einem Schmelofen festzustellen. Dieser ganze Fragenkomplex ist meßtechnisch so schwer zu bewältigen, daß von uns nur angestrebt worden ist, die Größenordnung der einzelnen Wärmedaten mit für technische Berechnungen ausreichender Sicherheit zu bestimmen.

1. Die Bestimmung der Schmel- und Verkokungswärmen von Braunkohlen.

Unter Schmel- und Verkokungswärme einer Braunkohle wird diejenige Wärmemenge in kcal verstanden, die aufgewendet werden muß, um 1 kg von Zimmertemperatur in Grude und Gas bzw. dampfförmige Entgasungsprodukte bei irgendeiner bestimmten Temperatur im Bereich bis

etwa 950° zu verwandeln, einschließlich der Energie in kcal, die der äußeren Arbeitsleistung der gasförmigen Entgasungsprodukte entspricht.

Die Meßmethode beruht darauf, daß eine abgewogene Menge Braunkohle (gemischt mit Graphit) in einem Verkokungsgefäß aus Quarz, das in eine calorimetrische Bombe eingebaut ist, durch Zufuhr einer genau bekannten, in Form von elektrischer Energie aufgewendeten Heizwärme, bei einer bestimmten Temperatur verkocht wird (Abb. 1 und 2). Die als Doppelcalorimeter ausgebildete Meßapparatur gestattet,

auch den Wärmeinhalt der gasförmigen Entgasungsprodukte einschließlich der Kondensationswärmen von Wasser- und Teerdämpfen im unteren Calorimeter experimentell zu bestimmen. Die Kenntnis dieser letzteren Wärmemengen ist notwendig, um gleichzeitig auch die Zersetzungswärme der Kohlensubstanz, wenigstens der Größenordnung nach berechnen zu können.

Die Untersuchungen sind bisher mit 5 Rohbraunkohlen des mitteldeutschen Reviers (Elisabeth, Wähltitz, Victoria Flöz, Groitschen und Emma), mit 4 Trockenkohlen (Groitschen, Elisabeth, Emma und Bruckdorf-Nietleben) und 1 Brikett aus der Kohle Zechau durchgeführt worden. Die Rohbraunkohlen hatten Feuchtigkeitsgehalte bis zu 45 %, die Trockenkohlen zwischen 10 und 18 % und das Brikett ebenfalls 13 %. Bei der Verkokung von Braunkohlen mit starker Schrumpfung bei der chemischen Zersetzung ist der Kunstgriff angewandt worden, Mischungen der Versuchskohlen mit Graphit, dessen spezifische Wärmen genau bekannt sind, zu den Bestimmungen zu verwenden.

Allgemein läßt sich, bezogen auf Braunkohlenreinsubstanz, aus unseren Messungen, die von 300 bis etwa 950° durchgeführt worden sind, folgendes feststellen:

Die Schmelwärme der Trockensubstanz wächst bis 300° annähernd mit dem Wärmeinhalt der Reinkohle, da die Zersetzungswärme gering ist. Bis 500° steigt die Schmelwärme nur wenig, da die Zersetzung der Kohlensubstanz im Schmelgebiet mit einer Wärmeentwicklung von etwa 120–140 kcal je kg Reinkohle (als Mittelwert) verbunden ist. Erst bei weiterer Steigerung der Schmel- bzw. jetzt

richtiger Verkokungstemperatur vergrößert sich die Verkokungswärme und erreicht bei 920° den mittleren Wert von rund 360 kcal/kg Reinkohle.

Die Zersetzungswärme, verursacht durch Ablauf von exothermen und endothermen Reaktionen bei der pyrogenen Zersetzung, — sie kann sowohl positiv als negativ sein — stellt sich dar als Differenz der Schmel- oder Verkokungswärme gegenüber der in den Verkokungsprodukten bei der betreffenden Zersetzungstemperatur gespeicherten Wärme einschließlich der äußeren Arbeitsleistung des Entgasungsgases.

Diese gespeicherten Wärmen ergeben sich wie folgt: Der Wärmeinhalt des Koksrückstandes ergibt sich aus seinem Gewicht, der mittleren spezifischen Wärme und der Verkokungstemperatur; der Wärmeinhalt der Entgasungsprodukte einschließlich Kondensationswärmen wird experimentell bestimmt, und das Äquivalent der Arbeitsleistung ergibt sich aus dem gemessenen Volumen des Entgasungsgases.

Bei 300° ist die Zersetzung unbedeutend und dementsprechend sind die damit verbundenen Wärmevergänge verhältnismäßig klein. Die mittlere Zersetzungswärme geht bei etwa 700° durch ein Maximum mit +140 kcal/kg Reinsubstanz, und von da ab fällt sie mit steigender Temperatur langsam ab. Im ganzen Temperaturgebiet oberhalb von 300° ist die Zersetzungswärme positiv.

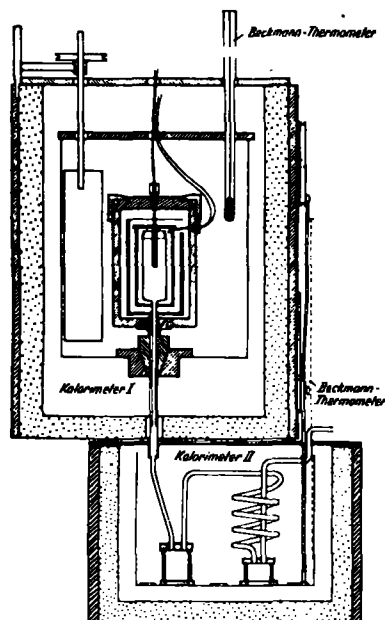


Abb. 1

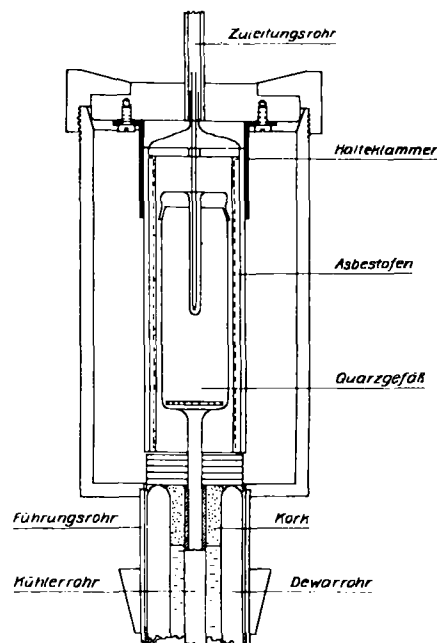


Abb. 2

2. Die Bestimmung der spezifischen Wärmen von Braunkohlen und Grudekoxen.

Für die Messungen an Braunkohlenkoxen wurde eine genau eingewogene Substanzmenge in einem mit Bajonettverschluß verschließbaren Platineimerchen in einem elektrischen Ofen auf die Versuchstemperatur erhitzt. Der Wärmeinhalt von Substanz und Eimerchen wurde in einem unterfahrbaren Calorimeter ermittelt. Die Aufhängevorrichtung des Platineimerchens löste sich in einem bestimmten Augenblick, so daß es in den Rezipienten des Calorimeters fiel, der sofort verschlossen wurde. Eine Vorrichtung gestattete, Calorimeterwasser in seinen Innenraum treten zu lassen, so daß ein rascher Wärmeaustausch zwischen Platineimer und Calorimeter erreicht werden konnte. Eine gekühlte Scheibe verhinderte Wärmeüberstrahlungen an das Calorimeter, das sich nur wenige Sekunden unter dem Ofen befand.

Die Untersuchung erstreckte sich über die bei 300, 400, 500, 600, 700, 800 und 900° durch Entgasung herge-

stellten Braunkohlenkokse der vier Braunkohlen Treue, Marie, Elisabeth, Emma und des Briketts aus Kohle Emma.

Alle Kokse zeigen ein ganz ähnliches Verhalten. Die spezifischen Wärmen sind von jedem Koks aufsteigend bis zu seiner Entstehungstemperatur gemessen worden; die Verbindung dieser Endprodukte stellt die Veränderung der spezifischen Wärmen des Kokses einer Kohle beim Übergang von Braunkohle von 300° über Schwelkoks in

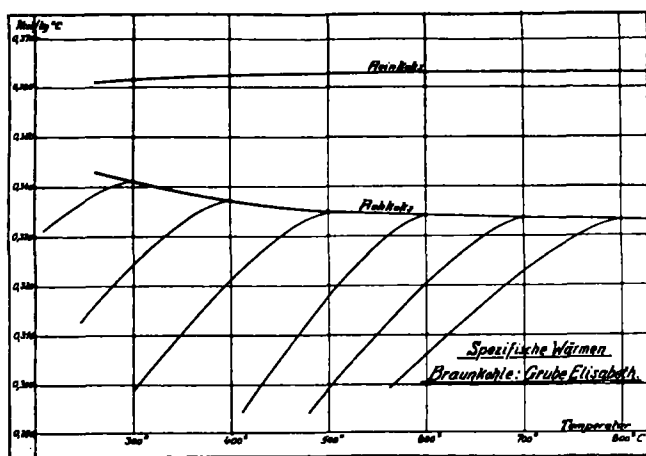


Abb. 3

Hochtemperaturkoks von 900° dar (Abb. 3). Bezogen auf die Entstehungstemperatur ist bei allen Koks die spezifische Wärme um so größer, bei je niedrigerer Temperatur hergestellt worden ist, um von etwa 600–650° an praktisch konstant zu bleiben und bei 900° in die spezifische Wärme des Graphits überzugehen. Die spezifischen Wärmen an den jeweiligen Entstehungstemperaturen liegen bei allen Rohkoksen je nach ihrem Aschengehalt zwischen 0.345 und 0.333 cal/g u. °C (Abb. 4).

Die spezifischen Wärmen der Rohkokse setzen sich additiv zusammen aus derjenigen der Reinkokssubstanz und derjenigen der Asche, wie durch die experimentelle Bestimmung der spezifischen Wärme einiger Aschen sowie

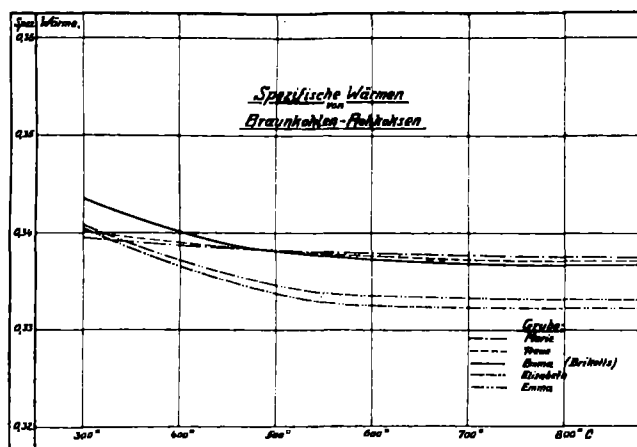


Abb. 4

deren Einzelkomponenten ermittelt worden ist. Damit ist man in der Lage, für jede beliebig zusammengesetzte Asche ihre spezifische Wärme mit ausreichender Genauigkeit additiv zu ermitteln und mit Hilfe dieser die spezifischen Wärmen der Reinkohlensubstanz zu berechnen. Hierdurch gewinnen unsere Messungen eine allgemeine Anwendbarkeit.

Die spezifischen Wärmen von amorphen Kohlenstoffen und Halbkoks sind zwischen 300 und 1000° ganz allgemein größer als die des Graphits und von der thermischen

Vorbehandlung stark abhängig. Die amorphen Kohlenstoffe und Halbkoks erleiden beim Erhitzen auf Temperaturen oberhalb einer vorausgegangenen höchsten Erwärmung offenbar Änderungen in ihrer Beschaffenheit, und man muß unterscheiden zwischen einer spezifischen Wärme unterhalb maximaler Temperatur vorausgegangener Erwärmung, die für unveränderte Struktur gilt, und einer spezifischen Wärme bei erstmaliger Erwärmung, die sich auf die verschiedenen Zustände bezieht, die bei erstmaliger Temperaturerhöhung irreversibel durchlaufen werden. Soweit Adsorptionsvorgänge nicht ausreichen, die hohen spezifischen Wärmen der amorphen Kohlenstoffe und Halbkoks zu erklären, muß der Grund für die Erhöhung der spezifischen Wärmen in einer unmittelbaren Auswirkung der Oberflächenentwicklung gesehen werden. Kommt einer bei Flüssigkeiten gefundenen Beziehung zwischen der absoluten Höhe der Oberflächenspannung und der Vergrößerung der spezifischen Wärme bei Oberflächenvergrößerung eine allgemeinere Gültigkeit auch für feste Körper zu, so wäre bei amorphem Kohlenstoff in der Tat eine ganz besonders starke Vergrößerung der spezifischen Wärme zu erwarten, auch wenn die Aufteilung nicht bis zu den atomaren Dimensionen fortgeführt wäre.

3. Der Wärmeübergang beim Schwelprozeß.

Im Gegensatz zu den Kokereiöfen, bei denen zur Leistungssteigerung möglichst hohe Verkokungstemperaturen — entsprechend der Haltbarkeit des Ofenbaumaterials — angewandt werden können, ist bei den Schwelöfen der Heiztemperatur eine obere Grenze gesetzt dadurch, daß es sich beim Schwelen darum handelt, die bituminösen Bestandteile der Brennstoffe, insbesondere der Schwelbraunkohlen, thermisch schonend zu zersetzen, um die entstehenden Teerprodukte möglichst wenig zu spalten.

Die Versuchsapparatur zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit von Braunkohlen und Grudekoksen (Abb. 5) besteht aus einem senkrechten Zylinder, in dessen Mittelachse die Heizung — zwei ineinander geschobene Porzellanröhren — eingebaut ist. Die innere trägt die Heizdrahtwicklung, durch gasdichte Verkittung an den Enden gegen den Eintritt von Schwelgasen und Feuchtigkeit gesichert. Zur Messung der Heiztemperatur dient ein in das Innenrohr eingeführtes Thermoelement. Um den Heizkörper wurde das Versuchsmaterial gleichmäßig verteilt. Den Innenzylinder umgab ein Wärmeschutzmantel, der Zwischenraum war mit Schlackenwolle ausgestopft. Ein Wassermantel an der Außenseite in Höhe des Einsatzzylinders diente zur Messung der Kühlwasser-eintritts- und -austrittstemperatur, um die durch Boden und Deckel der Apparatur abfließenden Wärmemengen abschätzen zu können. In die Kohlenmasse waren sieben Chromnickelthermoelemente in bestimmten Abständen unverschiebbar eingebaut, aus deren Temperaturdifferenzen in bekannter Weise nach erreichtem konstanten Wärmefluß die Wärmeleitzahlen berechnet wurden²⁾.

Die Versuchskohlen — vier Braunkohlen von verschiedenem Wassergehalt von 10–20 %, verschiedenem Ausgarungszustande und verschiedenen Körnungen — wurden zur Erzeugung der verschiedenen Schwelstufen bei

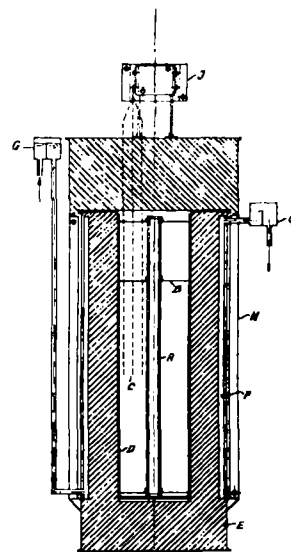


Abb. 5

²⁾ Alle Einzelheiten und Feinheiten der Apparatur s. bei J. Pfeiffer, Dissertation T. H. Berlin 1932.

150, 350 und 500° in der *Fischerschen* Drehtrommel vorher abgegart. Die Messungen wurden ausgeführt mit Korngrößen von 0–6 mm, mit Staub bis 0,75 mm, mit entstaubtem Material und mit einer größeren Mischung von 2–6 mm. Es kamen Kohlen aus vier verschiedenen Revieren zur Verwendung, und zwar Grube Treue der Braunschweiger Kohlenwerke, Grube Elisabeth der Anhaltischen

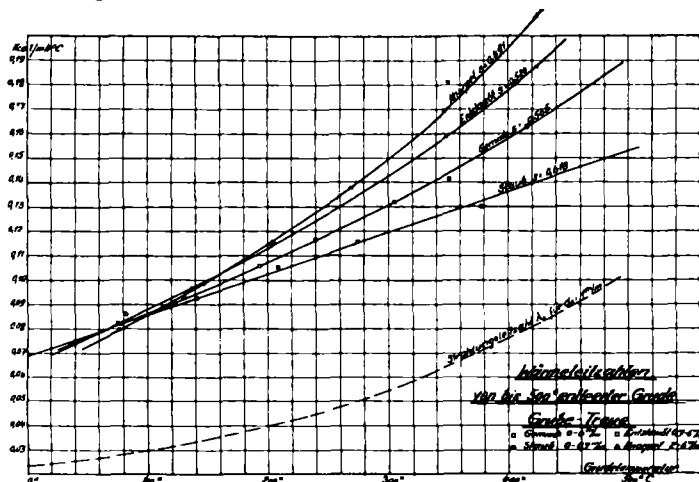


Abb. 6

Kohlenwerke, Grube Emma der Werschen-Weißensefelder Braunkohlenwerke und Grube Marie II der Anhaltischen Kohlenwerke.

Alle erhaltenen Temperaturkurven der Wärmeleitahlen zeigen einen sehr regelmäßigen Verlauf (Abb. 6). Der Unterschied zwischen den Wärmeleitahlen der vier untersuchten Kohlsorten ist bei ungefähr gleicher Kornzusammensetzung verhältnismäßig klein, jedenfalls wesentlich kleiner, als er sich bei verschiedener Kornzusammensetzung ein und derselben Kohle ergibt. Alle Wärmeleitahlen steigen mit der Temperatur an; der Einfluß des Schüttgewichts und der Korngrößenzusammensetzung tritt deutlich in Erscheinung. Die niedrigsten Werte hat die Staubkohle, die höchsten der untersuchten Kornmischungen die Korngröße von 2–6 mm.

Die Messungen an Braunkohlen mit 10 und 20% Wasser müssen besonders vorsichtig ausgeführt werden, weil die Feuchtigkeit in Richtung des Wärmestromes wandert und Wärmebrücken bilden kann! Diese Werte zusammen mit denen der drei Schmelstufen bei 150, 350 und 500° bilden Kurvenbild 7. Ein Mittelwert für wärmetechnische Berechnungen läßt sich hieraus nicht berechnen, es sind deshalb besondere Versuche über diese „mittlere Schmelzwärmeleitahl“ angestellt worden.

In körnigen Massen erfolgt der Wärmetransport auf vier verschiedenen Wegen:

- durch Wärmeleitung durch die festen Kohlenkörner,
- durch Wärmeleitung durch das sie umgebende Gas,
- durch Konvektion des Gases in den Porenräumen und
- durch Wärmestrahlung von Kohlekorn zu Kohlekorn.

Der Wärmetransport durch Konvektion ist in Anbetracht der sehr kleinen Porenräume zu vernachlässigen. Nach einem früher für ähnliche Wärmeevorgänge gemachten Vorschlage von *Raisch* wurde zur rechnerischen Erfassung eine Aufteilung der Mischung in Kohleteilchen und Zwischenräume in Rechteckform zugrunde gelegt. Für ein Schüttgewicht s in kg/m^3 und ein Raumgewicht γ in kg/m^3 ergibt sich die Gesamtleitung

$$\lambda = \frac{s}{\gamma} \cdot \lambda_K + \frac{\gamma - s}{\gamma} \cdot \lambda_g + \frac{\gamma - s}{\gamma} \cdot \frac{4C T^3 d}{100^4} \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}.$$

worin der Strahlungsbeiwert C zu $4,5 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}^4$ eingesetzt ist. Die Strahlungsentfernung kann man nach der empirischen Formel:

$$d_{\text{Strahlung}} = 10 \frac{s_{\text{Staub}} - s_{\text{Mischung}}}{\gamma} \text{ mm}$$

berechnen.

Außer diesen Einflüssen ist die Wärmeleitahl bei der Schmelung abhängig von dem Wärmetransport durch Gase und Dämpfe, dem Einfluß der Reaktionswärme und dem Wärmetransport durch bewegte Kohle. Letztere Abhängigkeit wurde durch besondere Versuche in einem Ofen mit horizontaler Heizplatte und ruhender Kohle ausgeschaltet.

Um die für den ganzen Schmelvorgang gültige „mittlere Temperaturleitahl“ zu ermitteln, wurde in diesen Aufheizversuchen die Zeitdauer festgestellt, die erforderlich ist bis zur Erreichung einer bestimmten Endtemperatur in der obersten Kohleschicht. Die hieraus errechneten Schmelzwärmeleitahlen liegen verhältnismäßig tief, zeigen also nicht die erwartete fördernde Wirkung der Gase und Dämpfe, die offenbar durch deren isolierende Wirkung auf die Wärmeübertragung auf das Kohlekorn ausgeglichen wird.

Aus den so gewonnenen Größen lassen sich sowohl Ausstezeiten als Schmelleistungen eines Schmelofens berechnen. Für die Ausstezeit ließ sich die Formel

$$Z = \frac{R \cdot d^2}{a}$$

entwickeln, in der d die Schütthöhe, a die Temperaturleitahl und R eine vom Aufheizgrad abhängige Konstante³⁾ bedeuten. Auch für die Schmelleistung ergibt sich bei konstanter Heiztemperatur folgende einfache Beziehung:

$$S = \frac{a \cdot s}{d \cdot R} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{h}}$$

sich also erhöhen durch kleinere Schichtdicken oder durch gesteigerte Temperaturleitahlen. Der Anwendung dünner Schichten ist bei den für technische Leistungen in Frage kommenden Durchsätzen eine Grenze gesetzt; dagegen ist die Steigerung der Temperaturleitahlen erreicht worden in den Schmelöfen mit fließender Kohle. Die wärmeren und kälteren Kohleteilchen wandern durcheinander und bewirken durch diesen Mischprozeß eine raschere Wärme-

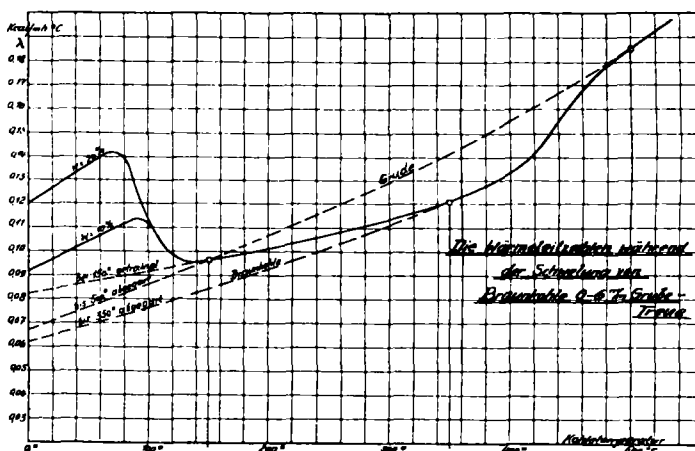


Abb. 7

übertragung, als ihrer eigenen Wärmeleitfähigkeit entspricht.

Aus den in praktischen Betrieben gefundenen „Betriebs-temperaturleitahlen“ bei bewegter Kohle und den Temperaturleitahlen bei ruhender Ladung lassen sich die Mischfaktoren bestimmen, die gleich den Quotienten aus diesen beiden Temperaturleitahlen gesetzt werden und

³⁾ Vgl. auch *Gröber*, Die Grundgesetze der Wärmeleitung und des Wärmeüberganges, Berlin 1921

den außerordentlich günstigen Einfluß der Durchmischung des Schwelgutes für die Wärmeübertragung bei der Schwelung zu erkennen geben.

Unter vereinfachenden Annahmen sind die Mischfaktoren für einige Ofentypen berechnet worden (siehe nebenstehende Tabelle).

Da außer der Wärmeübertragung noch andere Gesichtspunkte, wie z. B. die mehr oder weniger schonende Behandlung der Schwelprodukte, für die Beurteilung eines Ofensystems maßgebend sind, gibt diese Rechnungsweise

kein Werturteil über die genannten Ofentypen, sondern lediglich eine Vergleichsmöglichkeit.

Ofentyp	Körnung	Was-sergehalt %	Heiz-temp. angen. °C	Mittl. Schicht-dicke mm	Schwel-leistung kg/m ² h	Misch-faktor M
Rolleofen ..	Gemisch	15	510	90	6,5	2,13
Bartlingofen	Staub	10	350—510	3	80,0	1,55
Drehofen ...	Gemisch	15	150—510	17	23,5	5,90
K.V.G.-Ofen	Entstaubt	12	510	43	41,7	6,75

[A. 138.]

Toximetrische Bestimmung von Holzkonservierungsmitteln. (Auszug).¹⁾

Von

Prof. Dr. LIESE, Eberswalde, Prof. NOWAK, Mödling, Dr. PETERS, Berlin

(Eingeg. 6. Nov. 1934.)

und Dr. RABANUS, Uerdingen.

Arbeitsausschuß der Internationalen Tagung von Mykologen und Holzschutzfachleuten in Berlin, Juni 1930²⁾.

Die toximetrische Bestimmung von Holzkonservierungsmitteln wird im allgemeinen nach 2 Methoden ausgeführt, von denen die eine künstliche Nährböden (sogenannte Agar-Methode) und die andere Holz (sogenannte Klötzchenmethode) zur Unterbringung des Giftstoffes verwendet. Die Prüfung erfolgt bei beiden Methoden unter Verwendung von Reinkulturen holzzerstörender Pilze.

Die Tagung²⁾ lehnte die von amerikanischer Seite fast ausschließlich benutzte Agar-Methode (auch Röhren- bzw. Petrischalen-Methode genannt) ab, weil sie nicht mit Holz als dem naturgemäßen Nährsubstrat arbeite; demgegenüber liefere die Klötzchenmethode einwandfreie Werte für die toxische Wirksamkeit eines Holzschutzstoffes³⁾.

Ein Arbeitsausschuß wurde mit der Aufgabe betraut, eine durch entsprechende Versuchsreihen gestützte Arbeitsvorschrift für die Klötzchenmethode aufzustellen.

Der Arbeitsausschuß führte seine Arbeiten nach folgendem Programm aus:

1. Auswahl der Testpilze auf Grund der Schnelligkeit des Wachstums und der Zerstörungsfähigkeit gegenüber Kiefernplintholz bzw. Buchenholz;

2. Toximetrische Reihenversuche zur Festlegung einer genauen Arbeitsvorschrift.

An diesen Arbeiten beteiligten sich neben dem Arbeitsausschuß noch die Herren:

Bavendamm (Tharandt), *Findlay* (Princes Risborough), *Gäumann* (Zürich), *Kluyver* unter Mitarbeit von *Hoogland* und *Van den Berge* (Baarn), ferner als ständige Mitarbeiter des Arbeitsausschusses die Herren *Krieg* (Berlin) und *Pflug* (Berlin).

Folgende **Testpilze** werden als geeignet empfohlen:

Coniophora cerebella,
Stamm Pleß und Idaweiche

Polyporus vaporarius,
Stamm Eberswalde

Lenzites abietina,
Stamm Eberswalde

Lentinus squamosus,
Stamm Eberswalde

Polystictus versicolor,

Stamm Princes Risborough

Daedalea quercina,

Stamm Princes Risborough.

Reinkulturen dieser Stämme können bezogen werden durch die Hauptstelle für forstlichen Pflanzenschutz in Eberswalde.

Für die toximetrische Bestimmung selbst sind 2 Ausführungsformen der Klötzchenmethode ausgearbeitet worden, die als gravimetrische und manuelle Ausführungsform unterschieden sind.

Anzuwenden ist:

die gravimetrische Ausführungsform bei Buchenholz,
die manuelle Ausführungsform bei Kiefernholz,
beide Ausführungsformen bei allen anderen Holzarten
bis zur Entscheidung, welcher von beiden der Vorzug zu geben ist.

Unter Umständen wird es empfehlenswert sein, die gravimetrische Methode auch bei Kiefernholz heranzuziehen.

Klötzchen-Methode.

Gravimetrische
Ausführungsform.

Manuelle
Ausführungsform.

A. Methodik.

Eine Reihe von Holzklötzchen, die in einem bestimmten Trockenheitsgrad gewogen sind, wird mit verschiedenen Mengen des zu prüfenden Giftstoffes imprägniert. Diese Klötzchen werden dann zusammen mit je einem rohen, gewogenen Klötzchen in Glasgefäße auf Reinkulturen der holzzerstörenden Pilze eingebaut.

Eine Reihe von luftgetrockneten, gewogenen Holzklötzchen wird mit verschiedenen Mengen des zu prüfenden Giftstoffes imprägniert. Diese Klötzchen werden dann zusammen mit je einem rohen Klötzchen in Glasgefäße auf Reinkulturen der holzzerstörenden Pilze eingebaut.

Nach einer bestimmten Versuchsdauer werden die Klötzchen ausgebaut und vom anhaftenden Pilzmycel gesäubert.

Dann werden die Klötzchen in ihrem ursprünglichen Trockenheitsgrad wieder gewogen. Der Gewichtsverlust ist der Maßstab für die erfolgte Holzzerstörung.

Dann wird durch Betrachtung und manuelle Prüfung festgestellt, ob der Testpilz die Klötzchen angegriffen hat.

¹⁾ Der ausführliche Ausschlußbericht erscheint als „Beiheft zu den Zeitschriften des Vereins deutscher Chemiker“ Nr. 11 „Toximetrische Bestimmung von Holzkonservierungsmitteln“ und ist zu beziehen vom Verlag Chemie, Berlin W 35, Corneliusstraße 3. Vorausbestellung bis zum 2. Februar 1935 zum Sonderpreis von RM. 2,40 statt RM. 3,20. Bestellschein im Anzeigenteil.

²⁾ Tagungsbericht siehe diese Ztschr. 43, 868 [1930].

³⁾ Vgl. *Rabanus*, Angewandte Botanik 1932.