

GLÜCKAUF

Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift

Nr. 23

8. Juni 1918

54. Jahrg.

Neue Versuche über die Zersetzung von Wasserdampf an glühender Kohle.

Von Dr.-Ing. J. Gwosdz, Charlottenburg.

Die sich bei der Zersetzung von Wasserdampf an glühender Kohle abspielenden Vorgänge sind trotz zahlreicher Forschungsarbeiten darüber¹ zum Teil noch in Dunkel gehüllt, obwohl ihre Aufklärung zweifelsohne für eine genauere Erkenntnis der technischen Wassergas- und Generatorgasgewinnung förderlich wäre.

Nach der bislang herrschenden Auffassung über die bei der Wassergasbildung auftretenden Vorgänge kommen bei der Einwirkung von Wasserdampf auf glühenden Kohlenstoff (abgesehen von der nur eine nebensächliche Rolle spielenden Methanbildung) 4 chemische Reaktionen in Betracht.

1. $C + H_2O = CO + H_2$
2. $C + 2H_2O = CO_2 + 2H_2$
3. $CO + H_2O = CO_2 + H_2$
4. $CO_2 + C = 2CO$

Diese 4 Reaktionen verlaufen bei hinreichend langer Einwirkungsdauer bis zu dem durch die beiden umkehrbaren Vorgänge 3 und 4 bedingten chemischen Gleichgewicht. Die Vorgänge 3 und 4 sind sekundärer Art, denn sie setzen das Auftreten von CO , CO_2 und H_2 aus der vorausgegangenen Wechselwirkung von Kohlenstoff und Wasserdampf voraus. Nach welchem Gesetz die letztere erfolgt, d. h. von welchem Umständen besonders die Mengenverhältnisse von Kohlenoxyd und Kohlensäure bedingt sind, war bisher noch nicht geklärt. Jedoch herrschte die Ansicht vor, daß mit steigender Temperatur der Anteil des Kohlenoxyds und mit fallender Temperatur derjenige der Kohlensäure zunimmt.

Nach den von Boudouard ermittelten Gleichgewichtsbedingungen für die Reaktion $C + CO_2 \rightleftharpoons 2CO$ lag nun der Gedanke nahe, daß sich bei der primären Einwirkung des Wasserdampfes an der Berührungsfläche zwischen Kohle und Wasserdampf das Gleichgewicht der Gase CO_2 und CO mit der Kohle augenblicklich einstellen müsse, weil hierbei endliche Kräfte in unendlich kleiner Entfernung wirksam werden. Dieser Auffassung wurde u. a. auch von v. Jüptner Ausdruck gegeben, der noch darüber hinaus annahm, daß sich in der unmeßbar dünnen Brennschicht von Kohle und Wasserdampf auch das Gleichgewicht der gasförmigen Bestandteile H_2O , CO , H_2 , CO_2 einstellt. Dieser Ansicht

trat Haber entgegen, der unter Hinweis auf die von Harries angestellten Versuche bemerkte, daß nach den bisher vorliegenden Erfahrungen nur eine Einstellung des Gleichgewichtes in der Gasphase, nicht aber auch eine solche zwischen letzterer und der Kohle festgestellt worden sei, da in den beobachteten Fällen das Verhältnis von Kohlensäure zu Kohlenoxyd weit höher gewesen sei, als es den Gleichgewichtswerten für die jeweiligen Temperaturen entsprochen hätte. Dieser Einwand erscheint jedoch nicht stichhaltig, da die Beschaffenheit der aus einem Glührohr abgeführten Gase nicht ohne weiteres einen Rückschluß auf die sich primär an der Kohlenoberfläche abspielenden Vorgänge zuläßt. Als versuchsmäßige Widerlegung des Haberschen Einwandes konnte späterhin eine gelegentliche Beobachtung Farups gelten, der bei Temperaturen von $821 - 925^\circ$ Wasserdampf über Kohlen leitete und in dem abziehenden Gasgemisch keine Kohlensäure mehr nachzuweisen vermochte. Diese Beobachtung deutete also darauf hin, daß unter andern als den von Harries angewandten Versuchsbedingungen in dem abströmenden Gasgemisch das Verhältnis von Kohlensäure zu Kohlenoxyd keineswegs so sehr weit von den Gleichgewichtswerten entfernt zu sein brauchte, wie es nach den Zahlen von Harries der Fall gewesen war.

Die noch in mancher Hinsicht bestehende Lückenhaftigkeit der ältern Untersuchungen zum Wassergasprozeß beruhte zum großen Teil auf den mangelhaften Hilfsmitteln für die Temperaturbestimmung. Ihre einander vielfach widersprechenden Ergebnisse waren aber ferner deshalb wenig brauchbar, weil man es unterlassen hatte, auch die übrigen Versuchsbedingungen zu messen bzw. vergleichbar zu halten.

Von diesen Gesichtspunkten aus sind neuerdings Versuche von mir ausgeführt worden¹, deren Ergebnisse hier zunächst wiedergegeben seien. Die anschließende Erörterung wird zeigen, daß sich aus ihnen auch mancherlei Folgerungen über die Vorgänge bei der Mischgaserzeugung, die im neuzeitlichen Hüttenbetrieb eine so wichtige Rolle spielt, ableiten lassen.

Bei der Durchführung der Versuche, die sich auf die genauern Messungen mit Hilfe des thermoelektrischen Pyrometers stützen konnten, waren im besondern noch folgende Umstände zu berücksichtigen:

¹ J. Gwosdz: Über die Zersetzung von Wasserdampf an glühender Kohle, Dissertation, Berlin 1918.

¹ vgl. hierzu die Literaturangaben in dem Aufsätze des Verfassers: Die Wirksamkeit der Wassergasreaktion bei der Zersetzung von Wasserdampf durch glühenden Kohlenstoff und ihre Bedeutung für die technische Wassergasgewinnung, Glückauf 1916, S. 1005 ff.

1. Um vergleichbare Werte für den Einfluß der Berührungsdauer von Wasserdampf und Kohle zu erhalten, waren Brennstoffschichten von bestimmter Länge anzuwenden und war die jeweilige Strömungsgeschwindigkeit des Wasserdampfes zu messen.

2. Da bereits Haber die Vermutung ausgesprochen hatte, daß die Beschaffenheit der bei der Zersetzung des Wasserdampfes an Kohlenstoff auftretenden Gase durch den Aschengehalt der Brennstoffe bedingt sein könnte, waren vergleichende Beobachtungen an Kohlen von verschiedenem Aschengehalt, besonders auch an möglichst reinem Kohlenstoff anzustellen.

3. Mußten die Versuche auch auf möglichst niedrige Temperaturen ausgedehnt werden, weil zu erwarten war, daß sich nur dabei die Wirksamkeit der oben unter 3 und 4 genannten sekundären Vorgänge würde ausschalten lassen.

Die Schwierigkeiten, die sich namentlich aus dem trägen Verlauf der Reaktion bei den tiefen Temperaturen ergaben, erforderten eine von den frühern in mancher Hinsicht verschiedene Versuchsanordnung, die erst nach längerem Ausproben Erfolg versprach. Sie bestand aus einem elektrischen Widerstandofen, der ein Silundumrohr von 50 cm Länge und 24 mm innerm Durchmesser als elektrischen Widerstand besaß. Das Heizrohr war in eine starke Schicht von gekörnter Kohle eingebettet und diese von einem dicken Asbestmantel umschlossen. In das Silundumrohr wurde ein dünnwandiges Quarzrohr von 23 mm äußerem Durchmesser und 80 cm Länge geschoben. Die Beschickung des Quarzrohres erfolgte in der Weise, daß es zunächst auf der einen Seite durch den einfach durchbrochenen Gummistopfen verschlossen und sodann auf eine bestimmte Länge mit Porzellanscherben gefüllt wurde. Hierauf wurde ein Pfropfen von ausgeglühter Asbestschnur eingeschoben und der Brennstoff eingeführt. Die Feststellung der Schichtlänge erfolgte mit Hilfe eines vor und nach der Füllung eingeschobenen Maßstabes. Den Abschluß bildeten wieder ein Asbestpfropfen und eine Füllung von Porzellanscherben. In das Glührohr ragten durch die seine Enden abschließenden Gummistopfen gesteckte Glasrohrstäbe für die Zu- und Ableitung des Dampfes bzw. der Gase. Das von einer dünnen Porzellanröhre umschlossene Thermoelement des Le-Chatelier-Pyrometers wurde durch eine in der Mitte des Ofenmantels befindliche Öffnung an das Silundumrohr gelegt. Die Öffnung gestattete auch, die Thermometerröhre so weit seitlich von der Ofenmitte an das Heizrohr anzulegen, daß eine gleichmäßige Erhitzung des Rohres auf die bei den Versuchen angewendete Brennstofflänge als sicher angenommen werden konnte. Bei der Durchführung der Versuche war die Öffnung durch einen durchbrochenen Pfropfen verschlossen, durch den das Thermometerrohr ging, und an dem es seitlich gestützt wurde.

In den von der Hausleitung abgezweigten Stromkreis waren außer dem Silundumrohr noch ein Rheostat und ein Amperemeter eingeschaltet. Durch Änderung des Widerstandes konnte das Heizrohr mit einer Stromstärke von 12–25 Amp bei 110 V Spannung der Hausleitung auf Temperaturen von 550–870° erhitzt werden.

Nachdem der Ofen gleichmäßig durchwärmt war, blieb die Temperatur im allgemeinen ohne weitere Regelung gleichmäßig. Um einen leicht regelbaren Wasserdampfstrom zu erzielen, fand ein Verdampfer mit elektrischer Innenbeheizung Verwendung. Ein Glaskolben von etwa $\frac{1}{4}$ l Inhalt wurde in einen Kasten gestellt und darin zur Vermeidung von Wärmeabgabe nach außen vollständig mit Holzwolle umhüllt. Außer dem Ableitungsrohr ragten durch den Verschlußstopfen ein oben durch ein Gummistück mit Quetschhahn verschließbares dünnes Glasrohr, das als Druckbeobachtungs- und Sicherheitsrohr gedacht war, sowie zwei Kupferdrähte hinein, die durch eine Platindrahtspirale miteinander verbunden waren. Mit Hilfe eines in den Stromkreis eingeschalteten regelbaren Widerstandes und eines Amperemeters konnte die der Heizspirale zugeführte, der Hauptleitung entnommene Strommenge beliebig eingestellt werden. Die für die Versuche erforderliche Dampfmenge wurde mit Stromstärken von 4,5–9 Amp erzielt. Der aus dem Verdampfer abströmende Dampf erfuhr noch eine Überhitzung in einer zwischen ihm und dem Glührohr eingeschalteten, von einer kleinen Gasflamme beheizten Kupferrohrspirale.

Die Abführung und Sammlung der Gase hinter dem Glührohr bot mancherlei Schwierigkeiten. Zunächst konnte Wasser als Sperrflüssigkeit für die Versuche, bei denen die Gasentwicklung schwach war, nicht in Frage kommen, weil die Sättigung des Sperrwassers mit dem Gase unverhältnismäßig viel Zeit erfordert hätte.

Bei der Verwendung von Quecksilber als Sperrflüssigkeit war es nicht möglich, den Widerstand, den die Sperrflüssigkeit dem zuströmenden Gase bot, gleichmäßig zu halten.

Daher wurde der Ausweg gewählt, von einem größeren Sammelgefäß ganz abzusehen und die Gase unmittelbar in der Bürette aufzufangen. In der Folge zeigte sich, daß bei der überwiegenden Anzahl der Versuche der dem Gasstrom durch die Sperrflüssigkeit gebotene Widerstand einfach durch Senken des einen Schenkels der Bürette entsprechend dem Sinken des Flüssigkeitsspiegels im andern Schenkel gleichmäßig zu erhalten war. Für die Fälle einer sehr langsamen Gasentwicklung wurde zum Senken des einen Büettenrohres eine alte Wanduhr benutzt, an deren Kette an Stelle des Gewichtes eine das Senkrohr der Bürette tragende Holzplatte angehängt war. Durch eine entsprechende weitere Belastung der Tragplatte mit Gewichten konnte die Senkgeschwindigkeit innerhalb gewisser Grenzen eingestellt werden.

Das aus dem Glührohr abströmende Gas- und Dampfgemisch wurde durch einen wassergekühlten kleinen Meßzylinder geleitet, in dem sich der Wasserdampf niederschlug. Die Menge des in einem bestimmten Zeitabschnitt niedergeschlagenen Wasserdampfes bot einen Maßstab zum Vergleich der bei den Versuchen angewandten Strömungsgeschwindigkeit des Dampfes durch das Glührohr. Die Menge des Wasserdampfes war im Verhältnis zu der des erzeugten Gases so groß, daß die Menge des gleichzeitig abströmenden Gases für die Beurteilung der Strömungsgeschwindigkeit des

Dampf- und Gasgemisches nicht in Betracht gezogen zu werden brauchte.

Bei geringer Gasentwicklung machte die Anwendung des Meßzylinders insofern Schwierigkeiten, als er bereits mit Kondenswasser gefüllt war, noch bevor sich in der Gasbürette zur Analyse genügende Mengen von Gas angesammelt hatten. Für diese Fälle wurde vor dem die Verbindung zwischen Kühlzylinder und Bürette bildenden oben abgeboenen Haarrohr ein Zweigrohr eingeschaltet, das zu einem zweiten, etwas größern Meßzylinder führte. Dieser war mit Wasser gefüllt und stand durch ein zweites durch den Verschlussstopfen geführtes Glasrohr, das bis auf den Boden des Gefäßes reichte, mit der Atmosphäre in Verbindung. Nach Feststellung der zur Füllung des ersten Zylinders erforderlichen Zeit konnte das weitere Kondenswasser in den zweiten Zylinder abfließen, wobei der in dem Anschlußrohr herrschende Gasdruck eine der zufließenden Menge von Kondenswasser entsprechende Menge von Sperrwasser aus dem zweiten Zylinder herausdrückte.

Bei der Durchführung eines Versuches wurden der Verdampfer und der Ofen angeheizt, hierauf das mit Brennstoff beschickte Quarzrohr in das Heizrohr geschoben und mit den Teilen der Einrichtung auf der Verdampferseite verbunden. Sobald Dampfentwicklung zu beobachten war, wurde auch der Überhitzer angestellt. War die im Ofen beabsichtigte Temperatur erreicht, so wurde zur Erzielung möglichst gleichbleibender Bedingungen noch einige Zeit (zumeist etwa $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ st) ohne Gasentnahme gearbeitet und alsdann der Kühlzylinder für das Kondenswasser eingeschaltet. War hinreichend Gas durchgeströmt, so daß sämtliche Luft aus dem Kühlzylinder und der anschließenden Leitung verdrängt sein mußte, so wurde die Gasbürette angeschaltet und die Gasprobe entnommen.

Die in den Büretten aufgefangenen Gasproben wurden nach dem Hempelschen Verfahren analysiert und der Reihe nach der Gehalt an Kohlensäure, Sauerstoff und Kohlenoxyd festgestellt. Die nach neuer Beschickung des Glührohres entnommenen ersten Proben wurden auch in der Brompipette auf schwere Kohlenwasserstoffe geprüft. Diese waren aber in keinem Falle nachzuweisen. Die Wasserstoffbestimmung erfolgte nach dem neuerdings von K. A. Hofmann¹ ausgebildeten Verfahren, das auf der Absorption des Wasserstoffs in einer mit Hilfe von Osmiumdioxid in Gegenwart von Palladium und Platin aktivierten Natriumchloratlösung beruht. Vor Einführung in die Chloratpipette wurde der nach der Behandlung in der Kupferchlorürpipette bis zur Volumkonstanz erhaltene Gasrest zur Beseitigung der letzten Spuren des Kohlenoxyds in einer besondern Pipette der Einwirkung von Quecksilberchromat ausgesetzt. Die Anwendung dieses bequemen Wasserstoffbestimmungsverfahrens hat die Durchführung der Versuche wesentlich erleichtert.

Von einer Bestimmung des Methangehaltes wurde abgesehen. Für den verfolgten Zweck war sie von untergeordneter Bedeutung.

Für das Dichtsein der Versuchseinrichtung und die Brauchbarkeit der Proben ergab sich aus der Größe

des Gasrestes sowie aus der Annäherung der bei der Analyse gefundenen Werte an die stöchiometrische Forderung 1 Vol. $H_2 = 1$ Vol. $CO + 2$ Vol. CO_2 eine gute Nachprüfmöglichkeit. Der Gasrest ($CH_4 + N_2$) war mit Ausnahme der bei den niedrigsten Temperaturen abgezogenen Gase fast durchweg verhältnismäßig gering.

Die Bestimmung der innerhalb einer bestimmten Zeit gesammelten Mengen von Kondenswasser und Gas gestattete, den Anteil des zersetzten Wasserdampfes zu berechnen. Diese Berechnung sollte nur eine angenähert richtige Vorstellung von der Geschwindigkeit geben, mit der sich die Reaktion vollzieht, und kann auf größere Genauigkeit für die Versuche keinen Anspruch erheben, bei denen die Zeit, während der eine Gasprobe von etwa 50–100 ccm gesammelt wurde, nur einen Bruchteil der Zeit betrug, innerhalb deren eine mit dem Meßzylinder genauer meßbare Menge von Kondenswasser festgestellt werden konnte.

Die Ergebnisse der Versuche sind in den Zahlentafeln 1–6 zusammengestellt.

Zahlentafel 1.
Versuche mit Gaskoks.
Aschengehalt 8,5 %.

Nr.	Länge der Brennstoffschicht cm	t °C	100 ccm Gas, aufgefangen in min	Gasanalyse			
				CO ₂	CO	H ₂	Rest
1 ¹	24	775	1½	26,8	8,6	60,4	4,2
2 ¹	24	792	1½	20,1	20,3	56,1	4,5
3 ²	24	810	9	16,4	22,6	56,3	4,7
4 ³	24	830	14	12,6	32,0	50,5	4,9
5 ³	24	838	14	10,0	32,5	49,2	8,3
6 ⁴	24	840	¼	9,5	.	.	.
7 ⁴	24	855	¼	10,0	.	.	.
8
9 ⁵	12	800	½	17,2	23,3	56,0	3,5

¹ Größere Dampfgeschwindigkeit. ² Sehr geringe Dampfgeschwindigkeit; Kondenzwasserzunahme während längerer Zeit sehr gering. ³ Geringe Dampfgeschwindigkeit. ⁴ Große Dampfgeschwindigkeit; viel unzersetzter Dampf. ⁵ Mit Hüttenkoks, große Dampfgeschwindigkeit; viel unzersetzter Dampf.

Bei der ersten Versuchsreihe (s. Zahlentafel 1), die mit Koks ausgeführt wurde, erfolgte noch keine genauere Bestimmung der Dampfgeschwindigkeit; auch wurde noch mit höhern Temperaturen gearbeitet. Der Anteil der Kohlensäure war selbst bei Anwendung großer Dampfgeschwindigkeiten verhältnismäßig hoch. Diese Versuche zeitigten gegenüber den Ergebnissen früherer Versuche nichts Neues.

Das Glührohr wurde darauf mit einem fast aschereifen Brennstoff, nämlich mit Bogenlampenkohle von Gebr. Siemens & Co. beschickt, die zur Vergrößerung der Oberfläche in kleine Zylinder geteilt worden war. Bei dieser Versuchsreihe wurde ein völlig abweichendes Verhalten des Wasserdampfes bei seiner Einwirkung auf die glühende Kohle festgestellt, das besonders bei den tiefern Temperaturen in schroffem Gegensatz zu den Ergebnissen der ältern Untersuchungen stand.

Wie aus der Zahlentafel 2 hervorgeht, hatte das Gasgemisch schon bei den ersten drei bei 830° ange-

¹ Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft 1916, S. 1650.

stellten Versuchen nach Abscheidung des Wasserdampfes einen Kohlenoxydgehalt von mehr als 40% und zeigte demnach bereits die Zusammensetzung des gewöhnlich im Betriebe erzeugten Wassergases. Die Mengenverhältnisse von Kohlenoxyd und Kohlensäure wurden

Zahlentafel 2.
Versuche mit Lampenkohlenstiften.
Aschengehalt 0,1%.

Nr.	Länge der Brennstoffschicht cm	t °C	100 ccm Gas, aufgefangen in min	Kondenswasser in 10 min ccm	Zer-setzter Dampf %	Gasanalyse			
						CO ₂	CO	H ₂	Rest
10	13,5	830	1 1/2	5,7	4,3	5,1	41,6	49,9	3,4
11 ¹	13,5	830	1	10,0	3,7	4,0	41,1		
12	13,5	830	3/4	18,0	2,7	3,7	42,2	49,8	3,7
12	13,5	830	12			10,4	32,4	52,4	4,8
14	13,5	838	1	8,0	4,6	4,2	4,8		
15	12	750	3 1/2	4,0	2,6	3,2	43,8	49,0	4,0
16	12	750	2 1/2	6,0	2,5	4,0			
17	12	745	4	5,0	1,8	3,7	43,8	48,3	4,2
18	12	725	4	10,0	0,9	4,6			
19	12	690	2 1/2	3,2	4,5	4,2			
20	12	670	2 3/4	9,0	1,5	4,3			
21	12	610	70	7,0	0,08	4,7	39,2	49,6	6,5
22	12	610	80	10,0	0,05	5,0	42,1	47,1	5,7
23	12	560	360			8,6	39,5	40,0	11,9

¹ Sehr geringe Dampfgeschwindigkeit und wenig Kondenswasser.

durch die angewandten verschiedenen Dampfgeschwindigkeiten noch kaum merklich beeinflusst. Erst als mit einem so langsamen Dampfstrom gearbeitet wurde, daß auch nach längerer Zeit nur eine geringe Kondenswassermenge abgeschieden war, stieg der Kohlensäuregehalt etwa auf den doppelten Betrag an (Versuch 13). Bei der Temperatur von 830° konnte demnach unter sonst gleichen Bedingungen ein Ansteigen des Kohlensäuregehalts und eine Abnahme des Kohlenoxydanteils bei sehr langer Berührungsdauer unzweifelhaft festgestellt werden, was zu der Folgerung berechtigt, daß die Kohlensäurebildung nur von sekundärer Art sein kann.

Als nun bei den folgenden Versuchen die Temperatur immer tiefer gewählt wurde, ergab sich die überraschende Beobachtung, daß bei ähnlichen Bedingungen wie denen der Versuche 10 bis 12 bis zu den Temperaturen von 610° herab keine merkliche Änderung der Gasbeschaffenheit eintrat und der Kohlenoxydgehalt nach wie vor sehr hoch blieb. Selbst bei dem unter sehr geringer Gasentwicklung angestellten Versuch von 560° (Nr. 23) betrug der CO-Gehalt noch 39,5% bei 8,6% CO₂¹.

Um zu prüfen, ob sich andere Kohlenarten von ähnlicher Beschaffenheit ebenso wie die Lampenkohle verhielten, wurden der Reihe nach noch Zuckerkohle, Elektrodengraphit und Retortengraphit angewendet. Die in den Zahlentafeln 3-5 aufgeführten Gas-

¹ Hier sei bemerkt, daß die Gaszusammensetzung bei Versuch 23 der stöchiometrischen Forderung wenig entspricht. Ob dies auf einen Fehler in der Analyse zurückzuführen ist (was nicht zu verwundern wäre, da nach einstündiger Versuchsdauer nur etwa 16 ccm Gas gesammelt werden konnten) oder ob hier vielleicht Nebenreaktionen, wie etwa Methanbildung, eine größere Rolle gespielt haben, sei dahingestellt. Immerhin ist auch hier der gefundene hohe CO-Anteil recht bemerkenswert.

analysen lassen erkennen, daß auch bei diesen Kohlen sehr hohe Kohlenoxydhalte erzielt wurden. Der CO₂-Anteil war allerdings in allen Fällen schon merklich höher, am meisten beim Retortengraphit, am wenigsten bei der Zuckerkohle.

Zahlentafel 3.
Versuche mit Zuckerkohle.
Aschengehalt 0,3%.

Nr.	Länge der Brennstoffschicht cm	t °C	100 ccm Gas, aufgefangen in min	Kondenswasser in 10 min ccm	Zer-setzter Dampf %	Gasanalyse			
						CO ₂	CO	H ₂	Rest
24 ¹	8,0	730	4			8,7	34,9	51,7	4,7
25	4,0	674	18	3,3	0,67	11,5	31,6	52,3	4,6
26	4,0	674	15	3,3	0,8	10,4	32,8	52,5	4,3
27	4,0	674	15	6,7	0,38	9,8	34,1	49,5	6,6
28 ²	3,5	670	5	10,0	0,8	12,6	31,1	52,9	3,4

¹ Geringe Dampfgeschwindigkeit; wenig Kondenswasser. ² Zuckerkohle, mit ein wenig Holzkohlensasche gemischt.

Die pulverförmige Zuckerkohle konnte nicht ohne weiteres in das Glührohr gefüllt werden, da sie dem Gasstrom einen zu starken Widerstand geboten hätte. Sie wurde daher mit Asbestwolle vermischt. Die Unterschiede der Gaszusammensetzung bei den verschiedenen Versuchsbedingungen sind nicht erheblich.

Zahlentafel 4.
Versuche mit Elektrodengraphit.
Aschengehalt 0,2%.

Nr.	Länge der Brennstoffschicht cm	t °C	100 ccm Gas, aufgefangen in min	Kondenswasser in 10 min ccm	Zer-setzter Dampf %	Gasanalyse			
						CO ₂	CO	H ₂	Rest
29	16	745	4	5	12,00	13,8	30,1	53,2	2,9
30	16	740	11	10	0,36	10,7	34,6	52,0	2,7
31 ¹	16	755	6 1/2			6,5			

¹ Große Dampfgeschwindigkeit.

Die amerikanische Elektrodenkohle (Achesongraphit) reagierte zwischen 600 und 700° noch recht träge, trotzdem sie zur Vergrößerung der Oberfläche in kleinern Stückchen und in einer Schicht von 16 cm Länge angewendet wurde.

Zahlentafel 5.
Versuche mit Retortengraphit.
Aschengehalt: Spur.

Nr.	Länge der Brennstoffschicht cm	t °C	100 ccm Gas, aufgefangen in min	Kondenswasser in 10 min ccm	Zer-setzter Dampf %	Gasanalyse			
						CO ₂	CO	H ₂	Rest
32	4	674	55	3,3	0,24	16,6	18,2	55,9	9,3
33	4	674	50	10,0	0,09	13,0	23,7	55,0	8,3
34	16	670	10	8,3	0,52	18,8	20,8	56,4	4,0

Bei den Versuchen mit Retortengraphit tritt neben dem Einfluß der Dampfgeschwindigkeit derjenige der

Schichtlänge erkennbar hervor. In der längern Brennstoffschicht des Versuches 34 ist die Gasbildung erheblich stärker und die CO_2 -Konzentration um mehr als 5% höher als bei dem Versuch 33, bei dem die Dampfgeschwindigkeit nur um wenig höher als in dem andern Falle war.

Nach diesen Versuchen mit Graphitkohle sollte das Verhalten der Holzkohle, namentlich unter Benutzung verschiedener Schichtstärken, näher untersucht werden.

Zahlentafel 6.
Versuche mit Holzkohle.
Aschengehalt 1,4%.

N ^r .	Länge der Brennstoffschicht cm	t °C	100 ccm Gas, aufgefangen in min	Kondenswasser in 10 min. ccm	Zersetzer Dampf %	Gasanalyse			
						CO_2	CO	H_2	Res.
35 ¹	24	790	1	3,1	11,70	17,3	23,3	54,2	5,2
36	24	764	3	6,7	2,30	28,7	5,6	63,4	2,3
37	16	674	15	5,6	0,55	26,0	8,0	61,4	4,6
38 ²	16	674	15	10,0	0,32	25,3	6,4	61,4	6,9
39	4	674	7	6,0	1,10	25,2	11,0	60,2	3,6
40 ³	4	678	10	.	.	25,7	9,4	60,1	4,8
41	5	590	7	4,3	1,30	28,8	5,3	61,6	4,2
42	24	570	5	2,4	3,80	28,7	4,3	62,2	4,8
43	24	560	18	2,3	.	29,0	3,9	.	.
44 ⁴	7	680	6 1/2	1,7	5,10	27,2	4,2	60,4	8,2

¹ Die Temperatur nicht ganz konstant. ² Etwas zu wenig CO_2 . ³ Dampfgeschwindigkeit ein wenig höher als bei Versuch 39. ⁴ Probe von Vorversuch mit dem Gasofen. Der Querschnitt des Glührohres war beträchtlich größer als beim Hauptversuch.

Schon aus den Vorversuchen ließ sich erkennen, daß bei Temperaturen unter 770° ausnahmslos nur hohe CO_2 - und niedrigere CO-Konzentrationen zu erzielen waren (vgl. Zahlentafel 6, Versuch 44). Da dasselbe Verhalten auch jetzt beobachtet wurde (vgl. die Versuche 36–38), sollte versucht werden, durch Anwendung geringer Brennstoffschichten den Verhältnissen der primären Zersetzung des Wasserdampfes näher zu kommen. Die Versuche 39–41 lassen jedoch bezüglich der CO_2 -Konzentrationen gegenüber den übrigen Versuchen keine beträchtlichen Unterschiede erkennen. Der CO-Gehalt bei den Versuchen 39 und 40 ist allerdings etwas höher als bei dem mit viermal längerer Brennstoffschicht ausgeführten Versuch 38. Die Unterschiede sind jedoch nicht so groß, um hieraus weitere Schlüsse ziehen zu können. Bei den tiefen Temperaturen zeigte sich noch eine weitere Abnahme des CO-Gehalts bei entsprechender Zunahme der CO_2 -Konzentration. Der Kohlenoxydgehalt betrug aber bei 560° immerhin noch 3,9%.

Die früher mehrfach, so besonders von Lang¹, ausgesprochene Vermutung einer ausschließlichen primären Zersetzung des Wasserdampfes nach der Reaktion $\text{C} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2$ ist somit als unzutreffend erwiesen. Sie wird aber nicht nur durch diese, sondern auch durch die übrigen, besonders die mit Lampenkohle angeestellten Versuche als endgültig abgetan anzusehen sein. Berücksichtigt man die außerordentliche Trägheit des Vorganges $\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$ selbst noch bei Temperaturen von 700° , so erscheint es als ausgeschlossen, daß diese

Reaktion bei den tiefen Temperaturen hinsichtlich der CO-Bildung noch irgendwie nennenswert in Betracht kommen könnte.

Ein weiteres wichtiges Ergebnis der vorstehenden Untersuchungen ist die Erkenntnis, daß bei der Zersetzung des Wasserdampfes an glühender Kohle die Bildung der Kohlensäure keineswegs, wie man bisher annahm, durch die Temperatur bestimmt wird. Sie ist vielmehr, wie gezeigt wurde, in erster Linie von der Beschaffenheit der Kohle abhängig. Allerdings war das Auftreten des hohen Kohlenoxydgehaltes bei Anwendung niedriger Temperaturen nur an solchen Kohlenarten zu beobachten, die für die gewöhnliche Gas-erzeugung nicht in Frage kommen dürften. Ferner entsprechen die gewählten Versuchsbedingungen besonders hinsichtlich der Einwirkungs-dauer nicht den im praktischen Wassergasbetriebe obwaltenden Verhältnissen. Trotzdem dürften die Versuchsergebnisse zu einer deutlicheren Vorstellung der Vorgänge bei der Wassergasherstellung und, wie weiter unten erläutert wird, besonders auch zu einem bessern Verständnis der für die Generator-gaserzeugung geltenden theoretischen Grundlagen führen.

Die beim Arbeiten mit den reinern Kohlenarten gefundenen Zahlen legten die Frage nahe, ob nicht die primäre Zersetzung des Wasserdampfes überhaupt ausschließlich nach der Reaktion $\text{C} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + \text{H}_2$ erfolge. Eine Bildung des Kohlenoxyds durch Reduktion der Kohlensäure nach der Gleichung $\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$ konnte über die für das Gleichgewicht mit der Kohle geltenden Mengenverhältnisse nicht in Frage kommen, und diese letztern schienen mindestens in den Fällen unterhalb von 700° erheblich überschritten zu sein. Nach den von Boudouard u. a. für das Gleichgewicht des Generator-gases ermittelten Zahlen müßte für 680° das Verhältnis für CO: CO_2 etwa gleich 1 sein und würde, wie leicht angenommen werden könnte, auch durch den geringern Teildruck von CO + CO_2 im Gasgemisch nicht allzu stark beeinflußt werden. Aber diese Annahme erweist sich bei rechnerischer Behandlung der Frage als irrig, indem sich herausstellt, daß der Teildruck von $\text{CO}_2 + \text{CO}$ unter den gewählten Versuchsbedingungen doch eine maßgebliche Rolle spielt.

Für den Gleichgewichtszustand gilt die von Le Chatelier in die nachstehende Form gekleidete Gleichung

$$\frac{1}{R} \int \frac{Q}{T^2} dT + (N' - N) \ln P + \ln K = \text{Konst.}$$

In der Gleichung ist:

R die Gaskonstante (= 1,98 oder rd. 2).

T die absolute Temperatur.

Q die Wärmetönung der Reaktion bei der Temperatur T,

P der Druck in Atmosphären,

N' die Anzahl der bei der Reaktion auftretenden und

N die Anzahl der bei ihr verschwindenden Moleküle, ln der natürliche Logarithmus,

Konst. die thermodynamisch unbestimmte Konstante, die sich dadurch ermitteln läßt, daß für eine bestimmte Temperatur der Wert für K durch den Versuch festgestellt wird.

Eine genaue Bestimmung der thermodynamisch unbestimmten Konstante ist einmal durch die richtige Bestimmung der Gleichgewichtskonstante K für eine bestimmte Temperatur und sodann auch durch die Zuverlässigkeit der für die Berechnung der Wärmetönung Q zugrunde gelegten Werte der spezifischen Wärme der beteiligten Stoffe bedingt. Demgemäß bestehen noch gewisse Unterschiede auch in den von den einzelnen Beobachtern aufgestellten Werten für die thermodynamisch unbestimmte Konstante der Reaktion $\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$. Für die vorliegende Berechnung wurde der von Rhead und Wheeler¹ ermittelte Wert 18,75 gewählt, der zwischen dem von Boudouard und dem von Mayer und Jacobi angegebenen Wert liegt. Die Gleichung von Le Chatelier nimmt mit den von Rhead und Wheeler benutzten Zahlen die nachstehende Form an:

$$\frac{1}{2} \frac{38\,055 + 2,02T - 0,0031T^2}{T} + \ln P + \ln K = 18,75.$$

Die Rechnung ergibt für die beiden Temperaturen 750° und 610° die nachstehenden Werte, und zwar einmal für den Gesamtdruck $\text{CO}_2 + \text{CO} = 1$ bzw. 0,1 at und das andere Mal für den aus den Versuchen 12 und 21 ermittelten Wert für den Teildruck von $\text{CO}_2 + \text{CO}$ in dem Gas- und Dampfgemisch. Für den Gesamtdruck des letztern wurde der Wert 1,01 at angenommen. Er war bei den Versuchen zumeist etwas höher. Jedoch hat die Abweichung in den der Rechnung unterzogenen Fällen nur eine geringe Bedeutung.

t	T	P at	log K	K	CO	CO ₂
750	1023	1,0	0,295297	1,978	0,7305	0,2695
750	1023	0,009537	2,335887	216,71	0,995	0,005
610	883	1,0	0,940323 - 2	0,08716	0,1345	0,8655
610	883	0,1	0,040323 - 1	0,10973	0,3906	0,6084
610	883	0,0007272	2,078673	119,86	0,99	0,01

Aus diesen Zahlen erkennt man deutlich den außerordentlichen Einfluß, den eine starke Abnahme des Teildrucks von $\text{CO}_2 + \text{CO}$ auf das Mengenverhältnis dieser beiden Gasbestandteile im Gleichgewichtszustande ausübt. Beträgt das Verhältnis von $\text{CO}_2 : \text{CO}$ bei einem Druck von 1 at noch etwa 1:3, so sinkt der Kohlen säuregehalt bei derselben Temperatur unter den für den Versuch 15 geltenden Druckverhältnissen auf den geringen Betrag von 0,5% herab. Auch bei den Bedingungen des Versuches 21 (610°) beträgt er erst 1%. Hieraus geht hervor, daß der im Vergleich zu den für Atmosphärendruck geltenden Zahlen so niedrige CO_2 -Gehalt bei den Versuchszahlen keineswegs hinter dem für das Gleichgewicht geltenden Betrag zurückbleibt, ihn vielmehr noch überschreitet.

Betrachtet man die CO_2 -Konzentration für den Gleichgewichtszustand der Versuche 12 und 21, so hat man in der geringen Abweichung trotz der Temperaturunterschiede von 140° auch eine Erklärung für die mäßige Zunahme der Kohlen säure bei den Versuchen mit Lampenkohle unterhalb von 750°.

Man erkennt also, daß auch der für niedrige Temperaturen so außerordentlich hohe CO -Gehalt der Gase, wie er bei diesen Versuchen zum ersten Male erzielt werden konnte, nicht notwendig zu der Annahme einer ausschließlich primären Bildung von Kohlenoxyd führt. Man kann nur sagen, daß die Kohlen säurekonzentration bei sehr niedrigem Teildruck der Kohlenstoff-Sauerstoffverbindungen sehr gering wird. Da in keinem Fall eine geringere als die dem Gleichgewicht entsprechende Kohlen säurekonzentration festgestellt worden ist, ist auch die Voraussetzung einer Zersetzung des Wasserdampfes unter gleichzeitiger primärer Bildung von CO und CO_2 in dem für das Gleichgewicht mit der Kohle maßgeblichen Verhältnis nicht von der Hand zu weisen.

Diese letztere Annahme der gleichzeitigen Bildung beider Oxyde des Kohlenstoffs könnte in Versuchen ihre Stütze finden, die Rhead und Wheeler vor einigen Jahren zur Klärung der alten Streitfrage, ob bei der Einwirkung von freiem Sauerstoff primär Kohlen säure oder Kohlenoxyd entsteht, bei Temperaturen von 250–500° angestellt haben¹. Sie fanden, daß bei der Oxydation von Kohle bei niedrigen Temperaturen gewisse Mengen von Kohlenoxyd gebildet würden, und zwar unter Bedingungen, die die Annahme einer Reduktion von Kohlen säure ausschließen, und daß andererseits unzweifelhaft bei niedrigen Temperaturen Kohlen säure in solchen Mengenverhältnissen entsteht, die mit der Annahme einer ausschließlich primären Bildung von Kohlenoxyd und darauf folgender Oxydation des letztern nicht in Einklang zu bringen wären.

Die bei der Wassergasbildung obwaltenden Verhältnisse werden höchstwahrscheinlich am richtigsten durch die Annahme gekennzeichnet, daß sich das aus dem Wasserdampfmolekül abgespaltene Sauerstoffatom zunächst mit dem Kohlenstoff zu Kohlenoxyd verbindet, worauf ein Teil des letztern jedoch sofort durch weitem Wasserdampf in dem Maße zu Kohlen säure oxydiert wird, daß sich alsbald das Gleichgewicht der Gasbestandteile Kohlen säure und Kohlenoxyd mit der Kohle einstellt. Daneben ist aber auch bei allen Kohlenarten ein Reaktionsbestreben wirksam, das auf die weitere Bildung von Kohlen säure unter entsprechender Verminderung des Kohlenoxydgehaltes abzielt, und das sich als in hohem Maße von der Art der Kohle abhängig erwiesen hat. Am stärksten tritt es bei den natürlichen Brennstoffen (Holzkohle, Koks), am schwächsten bei den künstlichen Kohlen (Lampenkohle, Zuckerkohle) hervor. Es scheint nicht wesentlich von der Reaktionsfähigkeit der Kohle bedingt zu sein, denn die Gasbildung erwies sich bei der Lampenkohle keineswegs so sehr viel träger als bei der Holzkohle, während andererseits letztere erheblich leichter vergaste als der Elektrodengraphit. Hingegen findet die bereits von Haber ausgesprochene Mutmaßung, daß den Aschenbestandteilen der Kohle an der raschen Einstellung des Wassergleichgewichtes ein wesentlicher Anteil zufällt, in den Versuchsergebnissen ihre Stütze. Denn die Kohlen säurebildung trat im Gegensatz zu der praktisch aus reinem Kohlenstoff bestehenden künst-

¹ J. of Chem. Soc. 1911, S. 1140.

¹ J. of Chem. Soc. 1911, S. 846.

lichen Kohle, bei der sie sehr träge erfolgte, bei der aschenhaltigen natürlichen Kohle sehr stark und fast augenblicklich hervor. Allerdings war der Aschenrückstand der verwendeten Weidenkohle gering. Aber hier macht die äußerst feine Verteilung der Asche in der Kohle ihre stark katalytische Wirkung erklärlich.

In den Zahlentafeln 1–6 sind die bei der Versuchungsprobe für die angewandten Kohlenarten gefundenen Werte aufgeführt. Bestand demnach ein großer Unterschied in der Kohlensäurebildung zwischen den aschereichern natürlichen Brennstoffen einerseits und den künstlichen Kohlen andererseits, so ließ doch der Aschengehalt der letztern, der allerdings, wie ersichtlich, in allen Fällen sehr gering war, keinen regelmäßigen Einfluß auf das Auftreten der Kohlensäure erkennen. Am auffälligsten ist das Auftreten des höchsten CO_2 -Gehaltes dieser Versuchsreihe beim Retortengraphit, der bei der Aschenprobe nur Spuren eines Rückstandes hinterließ. Es wäre gewiß von Nutzen, den Einfluß des Gehaltes und der Beschaffenheit der Asche auf die Gasbildung noch weiter zu verfolgen.

Zieht man den bei den aschehaltigen Kohlen selbst bei der kürzesten Einwirkungsdauer beobachteten außerordentlich hohen Kohlensäuregehalt der Gase in Betracht, der, wie nach den frühern Versuchen von Harries geschlossen werden kann, so weit ansteigt, bis sich in der Gasphase das Gleichgewicht der Bestandteile H_2 , O , CO , H_2 und CO_2 eingestellt hat, so wird auch durch die vorliegenden Versuche bestätigt, daß unter den Vorgängen im gewöhnlichen Gaserzeugerbetriebe das Bestreben zur Einstellung des Wassergasgleichgewichtes eine führende Rolle spielt.

Es bleibt noch die Frage zu erörtern, welchen Einfluß die Größe der wirksamen Kohlenoberfläche und die Dampfgeschwindigkeit besitzen. Aus der Tatsache, daß die Gasbildung an der Berührungsfläche von Wasserdampf und Kohle erfolgt, geht zunächst hervor, daß für eine bestimmte Temperatur und Dampfgeschwindigkeit die Dampfersetzung desto weiter vorschreitet, je länger die Brennstoffschicht ist. Mit der zunehmenden Gasbildung steigt nun der Teildruck der Gasbestandteile CO und CO_2 ; dementsprechend verschiebt sich das Gleichgewicht zugunsten der Kohlensäure. Das Ansteigen der CO_2 -Konzentration wird aber noch dadurch gefördert, daß auch die Wirksamkeit der Wassergasreaktion mit der Berührungsdauer wächst. Gasbildung und Anwachsen des Verhältnisses $\text{CO}_2:\text{CO}$ gehen so nebeneinander her, bis der Wasserdampf soweit zersetzt ist, daß die Wassergasreaktion ihren beherrschenden Einfluß verliert und die CO_2 -Reduktion an der glühenden Kohle in den Vordergrund zu treten vermag. Man kann daher mit zunehmender Länge der Brennstoffschicht oder wachsender Größe der Kohlenoberfläche sowohl ein Ansteigen als auch ein Abnehmen des Verhältnisses von Kohlensäure und Kohlenoxyd erhalten, und die einander widersprechenden ältern Beobachtungen über den Einfluß der Schichtlänge auf die Gasbildung sind daher nach der jetzt gewonnenen Kenntnis sehr wohl miteinander in Einklang zu bringen.

Die Bedeutung der Dampfgeschwindigkeit ergibt sich aus folgender Betrachtung. Da die Zersetzung

des Wasserdampfes durch den festen Kohlenstoff nur von der Geschwindigkeit dieses Vorganges und der Diffusionsgeschwindigkeit abhängt, so ist unter der Voraussetzung, daß sich die letztere nicht wesentlich ändert, die Vergasung der Kohle von der Dampfgeschwindigkeit unabhängig. Da also in der Zeiteinheit gleiche Gasmengen auftreten, mag nun die Dampfgeschwindigkeit größer oder geringer sein, so wird im erstern Falle ein bestimmtes Dampfvolumen weniger Gas enthalten und abführen als im zweiten. Der geringere Teildruck von $\text{CO}_2 + \text{CO}$ wird demnach bei größerer Dampfgeschwindigkeit eine Verschiebung des Gleichgewichts zugunsten des Kohlenoxyds und damit eine Verzögerung des Auftretens der Kohlensäure zur Folge haben.

Da nun weiterhin die Wirksamkeit der Wassergasreaktion von der Berührungsdauer des Gas- und Dampfgemisches mit der Kohle, also auch von der Dampfgeschwindigkeit abhängt, so muß eine Verringerung der letztern auch eine Zunahme der Kohlensäure auf Kosten des Kohlenoxyds bedingen. Bei den Versuchen konnte indessen diese Wirkung der Wassergasreaktion nicht scharf nachgewiesen werden. Immerhin ist aus den mitgeteilten Zahlen ersichtlich, daß in allen miteinander vergleichbaren Fällen die größere Dampfgeschwindigkeit von einem geringen CO_2 - und einem höhern CO -Gehalt begleitet war (vgl. z. B. die Versuche 10–12 und 13, 29 und 30, 32 und 33).

Aus vorstehendem ergibt sich auch ohne weiteres der Einfluß, den das Verhältnis der in der Brennstoffschicht vorhandenen Dampfmenge zur Größe der wirksamen Kohlenoberfläche auf die primäre Gasbildung besitzt. Denn je größer dieses Verhältnis ist, desto geringer wird der Teildruck von $\text{CO}_2 + \text{CO}$ in dem Gas- und Dampfgemisch, woraus sich die mehrfach erörterten Folgen für die Gasbildung ergeben.

Andererseits ist aus dem Vorhandensein großer Dampfmengen bei einer verhältnismäßig geringern gasbildenden Brennstoffoberfläche nicht ohne weiteres auf eine starke Wirksamkeit der Wassergasreaktion zu schließen. Diese ist vielmehr, wie aus den Versuchen gefolgert wurde, wenigstens bei weniger hohen Temperaturen wesentlich von der Natur des Brennstoffes abhängig.

Aus den vorliegenden Versuchsergebnissen lassen sich auch hinsichtlich der Vorgänge im gewöhnlichen mit Luft und Dampf betriebenen Gaserzeuger mancherlei Folgerungen ziehen. Wie gezeigt worden ist, wird das Verhältnis von Kohlensäure zu Kohlenoxyd bei der Umsetzung des Wasserdampfsauerstoffs in hohem Maße durch die Wirksamkeit der Wassergasreaktion bedingt. Bei der Generatorgaserzeugung unter Einführung von Luft und Dampf gelangt nun auf die Kohlenoberfläche neben dem Wasserdampf auch die infolge der Verbrennung von Kohle durch den Luftsauerstoff gebildete Kohlensäure zur Einwirkung. Mit deren wachsendem Anteil muß das Bestreben zur Umsetzung des an der Kohlenoberfläche gebildeten Kohlenoxyds nach der Wassergasreaktion geringer werden.

Man kann bei der Mischgasherstellung zwei wesentlich verschiedene Betriebsweisen unterscheiden, nämlich

die gewöhnliche mit geringem Dampfzusatz durchgeführte Vergasung einerseits und die Gaserzeugung mit hohem Dampfzusatz andererseits, die zumeist bei den Anlagen mit Nebenproduktengewinnung üblich ist (Mondverfahren). Hinsichtlich der chemischen Vorgänge in einem Gaserzeuger der erstern Art haben die bekannten Versuche von K. Neumann¹ wichtige Aufklärungen gebracht. Sie wiesen besonders nach, daß der Wassergasreaktion während des gesamten Verlaufes der Vergasung eine führende Rolle zukommt. Dabei zeigte sich, daß die Zusammensetzung der aus den einzelnen Brennstoffschichten abgesaugten Gasgemenge dem Wassergasgleichgewicht desto mehr entsprach, je geringer der Anteil des zugesetzten Wasserdampfes in dem Dampf-Luftgemisch gewählt und je heißer der Gang des Gaserzeugers war. Hier war also die hohe Temperatur, die die Umsetzung der Kohlensäure zu Kohlenoxyd beschleunigte, für die rasche Einstellung des Gleichgewichtes in der Gasphase maßgeblich. Beim Ansteigen der Anfangskonzentration des Wasserdampfes lagen die Verhältnisse so, daß in dem Ausdruck $\frac{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}_2][\text{H}_2]} = K'$ die Werte für K' bis zu hinreichender Reduktion der Kohlensäure hinter den entsprechenden K -Werten zurückblieben, um weiterhin letztere in den obern Brennstoffschichten mehr oder weniger zu überschreiten. Die Wassergasreaktion hatte demnach in den weniger heißen Schichten nicht mehr die Kraft, um im Sinne des Vorgangs $\text{H}_2\text{O} + \text{CO} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$ eine Oxydation des vornehmlich in den untern Schichten gebildeten Kohlenoxyds bis zu den für das Wassergasgleichgewicht geltenden Mengenverhältnissen zu bewirken. Beim Mondgasverfahren liegen nun die Temperaturen noch um einige hundert Grad tiefer als bei den mit größtem Wasserdampfzusatz durchgeführten Versuchen von Neumann. Hieraus erklärt sich die Tatsache, daß beim Mondschen Verfahren noch verhältnismäßig hohe CO -Mengen erhalten werden. Diese Beobachtung läßt aber auch die Annahme gerechtfertigt erscheinen, daß auch bei diesem mit niedrigeren Temperaturen durchgeführten Verfahren die Zersetzung des Wasserdampfes vornehmlich unter CO -Bildung erfolgt. Im Einklang hiermit steht auch die im Betriebe gemachte Erfahrung, daß die Belastung des Mondgaserzeugers unbeschadet der Gaszusammensetzung in weitem Grenzen schwanken kann als beim gewöhnlichen Gaserzeugerbetriebe.

Die Vorgänge bei der Verbrennung und Vergasung der Kohle behandelt auch ein kürzlich von W. Nusselt² veröffentlichter Aufsatz. Darin wird die Ansicht ausgesprochen, daß an der Kohlenoberfläche die beiden Vorgänge $\text{C} + \text{CO}_2 = 2\text{CO}$ und $\text{C} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + \text{H}_2$ sehr schnell bis zum chemischen Gleichgewicht verlaufen, daß aber ein Vorgang, wie die sogenannte Wassergasreaktion, die vielfach als ausschlaggebend für die Vergasung im Gaserzeuger bezeichnet werde, in der Brennstoffschicht nicht stattfinden könne, weil für den Eintritt dieser homogenen Reaktion die Temperaturen im Gaserzeuger zu tief und die Zeiten zu klein seien. Nach Nusselt erfolgt also die Gasbildung lediglich nach

den beiden vorstehend angegebenen Reaktionen, indem die an der Kohlenoberfläche gebildeten Gase CO und H_2 in das an der Kohle entlang strömende Gas diffundieren, während aus dessen Kern CO_2 und H_2O gegen die glühende Kohle diffundieren und dort die Kohle vergasen, so daß die Schnelligkeit der Vergasung lediglich von der Diffusionsgeschwindigkeit abhängt. Es dürfte beim Mischgasprozeß schwierig sein, diese Ansicht versuchsmäßig nachzuprüfen. Sie steht aber in Widerspruch zu den Ergebnissen der vorliegenden Versuche und erscheint durch diese widerlegt, weil das, was für die Mischgaserzeugung gilt, auch für die Wassergaserzeugung zutreffen muß, die ja nur den Sonderfall der erstern darstellt, bei dem die Anfangskonzentration des Luftsauerstoffs bzw. der aus ihm nach der Verbrennung gebildeten Kohlensäure gleich Null ist. Nach Nusselt müßte also bei der Wassergaserzeugung zunächst die Reaktion $\text{C} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + \text{H}_2$ auftreten und sich alsdann das Gleichgewicht $2\text{CO} = \text{CO}_2 + \text{C}$ an der Kohlenoberfläche einstellen. Kämen weitere Vorgänge als die von Nusselt angenommenen in der Brennstoffschicht nicht in Frage, so müßte aus letztern ein Gasgemisch abziehen, das CO_2 und CO in dem den jeweiligen Versuchsbedingungen entsprechenden Gleichgewichtsverhältnissen mit der Kohle enthielte. Bei den Versuchen wurden aber die Werte für $\frac{\text{CO}_2}{\text{CO}}$ stets höher gefunden. Das bei den aschereichern Kohlen beobachtete Auftreten großer Mengen von CO_2 ist daher mit Nusselts Auffassung nicht in Einklang zu bringen.

Wie weiter oben angegeben worden ist, war bei den vorliegenden Versuchen die reagierende Kohleschicht in dem Glührohr beiderseitig von einer längern Schicht von Porzellanscherben eingeschlossen, die auf einen großen Teil ihrer Länge auf die jeweilige Versuchstemperatur erhitzt wurde. Aus der Tatsache, daß bei Verwendung der aschearmen Brennstoffe der Kohlenoxydgehalt der Gase trotz des sehr großen Dampfüberschusses selbst bei Temperaturen, die von 900° nicht mehr weit entfernt waren, nicht merklich beeinflußt wurde, ist zu schließen, daß auch in den Regeneratoren der Gasfeuerungen ein nennenswerter Einfluß der Wassergasreaktion im Sinne einer Oxydation des Kohlenoxyds durch überschüssigen Wasserdampf bis zu der angegebenen Temperatur nicht besteht, es sei denn, daß der üblichen Steinfüllung der Wärmespeicher eine stärkere katalytische Wirkung zukäme als den angewendeten Porzellanscherben.

Zusammenfassung.

Es wird über neue Laboratoriumsversuche zur weiteren Aufklärung der bei der Wassergasbildung auftretenden chemischen Vorgänge berichtet. Im Gegensatz zu frühern Beobachtungen konnte selbst bei sehr niedrigen, nur wenig oberhalb der beginnenden Wechselwirkung von Wasserdampf auf Kohle liegenden Temperaturen unter geeigneten Versuchsbedingungen, zu denen besonders die Verwendung einer möglichst aschefreien Kohle gehört, ein so starkes Überwiegen des Kohlenoxyds über die Kohlensäure erzielt werden,

¹ Mitteilungen über Forschungsarbeiten, H. 140.

² Z. d. Ver. d. Ing. 1916, S. 201.

daß dadurch die bisher herrschende Auffassung über die Abhängigkeit der Bildung des Kohlenoxyds und der Kohlensäure von der Temperatur, soweit wenigstens

die primären Vorgänge bei der Zersetzung des Wasserdampfes an glühender Kohle in Betracht kommen, als unrichtig erwiesen ist.

Rechtsvergleichende Darstellung der Entwicklung des preußischen und österreichischen Bergschadenersatzrechtes.

Von Rechtsanwalt Dr. A. Herbatschek, Mähr-Ostrau.

Nach preußischem Recht wird unter Bergschaden aller Schaden verstanden, der dem Grundeigentum oder dessen Zubehörungen durch den unterirdischen oder im Tagbau geführten Betrieb des Bergwerks, nach österreichischem Recht jener Schaden, der durch den Abbau vorbehaltener Mineralien an durch die Erfolgshaftung geschützten Gegenständen zugefügt worden ist. Nach beiden Rechten wird unter Bergschadenersatzanspruch das gesetzlich gewährleistete Recht verstanden, von dem Bergwerksbesitzer die Leistung vollständiger Entschädigung für den Bergschaden zu begehren. Von dieser Entschädigung des Grundeigentümers für erlittene Bergschäden wesentlich verschieden ist seine Abgeltung oder Schadloshaltung für die Überlassung der zum Bergbaubetriebe notwendigen Grundstücke an den Bergbauunternehmer.

Der Unterschied zwischen diesen beiden Rechts-einrichtungen besteht darin, daß die Schadenersatzverbindlichkeit für zufällige Grundsäden eine sogenannte Legalobligation bildet, ihr rechtlicher Grund lediglich auf der gesetzlichen Vorschrift beruht und ihr weder ein Vertrag oder ein vertragähnliches Verhältnis noch eine unerlaubte Handlung zugrundeliegt, während die Grundüberlassung zu Bergbauzwecken und die Gegenleistung des Bergwerksbesitzers entweder durch gütliche Einigung mit dem Grundbesitzer, also durch Abschluß eines Vertrages, festgestellt wird, oder in Ermangelung einer Einigung der Parteien die Entscheidung der zuständigen Behörde über Grundüberlassung und Höhe der Schadloshaltung an die Stelle des Vertrages tritt¹.

Bis gegen die Mitte des 19. Jahrhunderts waren sowohl dem preußischen als auch dem österreichischen Bergrecht Wesen und rechtliche Natur des Bergschadenersatzanspruches vollständig unbekannt; seiner geschieht in den ältern Bergordnungen überhaupt keine Erwähnung.

Die Besitzergreifung des zu Schürf- und Abbauzwecken erforderlichen, dem Bergbauunternehmer nicht gehörenden Grund und Bodens erfolgte in Preußen und Österreich durch Okkupation, die Schadloshaltung entweder durch Ausgleichleistung, nämlich durch Einräumung eines oder mehrerer Erbkuxe, die frei von Zubeße anteilig verbaut wurden, oder aber durch Geldentschädigung, wie besonders in den innerösterreichischen Ländern, wobei hier nur für die Inanspruchnahme von eingezäuntem oder zu Getreidebau oder Heumachen verwendetem, später nur für versteuerten Grund Ver-

gütung geleistet werden mußte, während offener und kein Erträgnis abwerfender bzw. nicht in Steuervorschreibung stehender Grund ohne jede Vergütung zu Bergwerkszwecken okkupiert werden durfte. Dieser Vergütung wohnte aber keineswegs der Charakter eines Bergschadenersatzes inne; sie bildete vielmehr die angemessene Schadloshaltung für die Enteignung fremden Grund und Bodens zu Abbauzwecken.

Diese Erscheinung findet darin ihre Erklärung, daß zur Geltungszeit der ältern Bergordnungen der Flözbergbau unbekannt und die Berggesetzgebung nur auf den Gangbergbau berechnet war, daß ferner Grund und Boden, der überdies geringen Wert besaß, nur ausnahmsweise nicht im Eigentum des Bergbautreibenden stand, und der Bergbau hauptsächlich in den Bergen betrieben wurde. Fälle, in denen Schadloshaltung für die Okkupierung fremden Grund und Bodens geleistet werden mußte, ergaben sich daher so selten, daß der Widerstreit der Interessen zwischen Bergbau und Grundbesitz in manchen Bergordnungen überhaupt keine Regelung erfuhr. Bildeten somit mangelhafte Entwicklung des Bergbaues sowie sonstige äußere Umstände die Ursachen, daß ein Interessenstreit zwischen Bergbautreibenden und Grundbesitzern gar nicht in Erscheinung treten konnte, so waren andererseits gegen Ende des 18. Jahrhunderts die preußische und in Anlehnung daran gegen die Mitte des 19. Jahrhunderts die österreichische Berggesetzgebung bemüht, die Entstehung von Bergschadenersatzansprüchen dadurch zu verhindern, daß in Bergbaugebieten durch gesetzliche Bestimmung die Errichtung von Bauten über Tage an eine vom Bergamt zu erteilende besondere Bewilligung geknüpft und für Schäden an den ohne diese Bewilligung hergestellten Anlagen kein Ersatz gewährt wurde. So heißt es im § 116 b des 2. Teiles ALR.: »Hat jemand Gebäude usw. in einem Revier, wo ein Bergbau schon in solcher Nähe getrieben wird, daß eine weitere Ausdehnung desselben bis zu diesen neuen Anlagen vernünftigerweise vorausgesehen werden konnte, dennoch angelegt, ohne sich von dem Bergamte die Stelle, wo es ohne Gefahr geschehen kann, anweisen zu lassen, so ist er, wegen der durch den fortgehenden Bergbau daran entstehenden Schäden, zu keiner Vergütung berechtigt«.

Der Grundgedanke dieser Gesetzesstelle hat im § 106 des österreichischen ABG., nach dem für die Beschädigungen an solchen Gebäuden, die nach der Verleihung des Grubenfeldes ohne Baubewilligung errichtet worden sind, der Bergwerksbesitzer nicht verantwortlich ist, Aufnahme gefunden, wie sich aus seiner Entstehungs-

¹ s. Klostermann, 6. Aufl. S. 405.

geschichte ergibt. In der Beratungskommission wurde nämlich in Anlehnung an den genannten § 116 b des ALR. der Antrag gestellt, daß die politischen Behörden Baubewilligungen für Neubauten innerhalb eines verlienen Grubenfeldes nur im Einverständnis mit der Bergbehörde zu erteilen hätten. Der Bergwerksbesitzer sei gegen die Folgen neuer Bauführungen innerhalb seines Grubenfeldes zu schützen. Der auf Grund einer Verleihung begonnene Bergbau begründe das Recht, ihn sachgemäß zu betreiben und könne durch spätere Unternehmungen des Grundbesitzers weder gefährdet noch beschränkt werden, denn sonst würden besonders die meisten Kohlenbaue zur Unmöglichkeit. Scheuchstuel¹ bemerkt, daß diese Vorschläge im § 106 des österreichischen ABG. berücksichtigt worden seien. Diese Gesetzesstelle bildet daher lediglich die Ausführungsbestimmung zu der bergbaupolitischen Maßregel, die zum Zwecke der ungestörten Entwicklung des Bergbaues die Errichtung von Bauten in seinem Gebiet über Tage nach Möglichkeit verhindern will.

Dieses bis gegen die Mitte des vorigen Jahrhunderts sowohl von der preußischen als auch von der österreichischen Berggesetzgebung verfolgte Bestreben führte zu dem Ergebnis, daß Streitigkeiten zwischen Bergbau- und Grundbesitzern gar nicht in Erscheinung traten. Die Aufrechterhaltung dieses Rechtszustandes war jedoch nur so lange möglich, als sich der Bergbau in sehr bescheidenen Entwicklungsgrenzen hielt, noch nicht über die neuzeitlichen technischen Hilfsmittel verfügte und vorwiegend unter dem eigenen Gebiet des Bergbautreibenden geführt wurde. Als jedoch gegen die Mitte des vorigen Jahrhunderts infolge des Fortschreitens der Technik ein lebhafter Flözabbau auf Kohle einsetzte und der Bergbau dadurch, daß er aus den Bergen in die Ebene stieg, einen ungeahnten Aufschwung nahm, wurde der Bergbautreibende in die Zwangslage versetzt, den Abbau in unmittelbarer Nähe von bebautem Gebiet oder darunter zu betreiben, was zur Folge hatte, daß die Frage nach der Entschädigung des Grundeigentümers für die durch den unterirdischen Abbau an Bauten über Tage hervorgerufenen schädlichen Veränderungen dringend eine Lösung verlangte.

Auf dem Gebiete des preußischen Bergschadenersatzrechtes gelang es der Rechtsprechung, durch vertiefte Auslegung der bestehenden Gesetze Mittel und Wege für diese Lösung zu finden und auf diese Weise die künftige Gesetzgebung vorzubereiten².

Das ALR. enthält nämlich im 16. Titel des zweiten Teiles nachstehende gesetzliche Bestimmungen:

§ 109. Der Grundeigentümer muß an die Bergbauenden den Grund und Boden überlassen, welcher zur Grube selbst, zu den Stollen, zu Halden und Wegen und zu den Gebäuden über der Erde notwendig ist, in gleichen das zum Betriebe der Kunst-, Poch-, Wasch- und Hüttenwerke erforderliche Wasser.

§ 112. Dagegen muß für alles, was der Grundeigentümer zum Bau und Betriebe des Werks abgetreten und verloren hat, demselben vollständige Entschädigung

nach Vorschrift des ersten Teils, Tit. VI, § 7, geleistet werden.

§ 113. Für den abgetretenen Grund und Boden muß der Eigentümer sich damit begnügen, daß ihm die nach gedachter Vorschrift auszumittelnde jährliche Abnutzung in jedem Jahre so lange vergütet werde, bis der Boden wieder in solchen Stand gesetzt ist, daß er gehörig genutzt werden kann.

§ 117. Dem Grundeigentümer wird ferner der Erbkux ohne Unterschied der Metalle und Mineralien gegeben.

Gemäß dem § 113 hatte also der Enteignende dem Grundeigentümer für den abgetretenen Grund und Boden »die jährliche Entschädigung«, wie sie im § 103 des österreichischen ABG. in entsprechender Weise vorgesehen ist, zu vergüten; überdies stand dem Enteigneten nach § 117 ALR. das Recht auf den Erbkux zu.

Für alle sonstigen durch den Abbau an der Oberfläche entstandenen Schäden scheint das ALR. nach den angeführten Gesetzesstellen keinen Ersatzanspruch des Grundeigentümers vorgesehen zu haben.

Das preußische Obertribunal sprach jedoch im Gesamtbeschluß vom 7. November 1849 seine Rechtsüberzeugung wie folgt aus: der oben wiedergegebene § 112 des ALR. sei dahin zu verstehen, daß der Bergwerksbesitzer nicht nur für die dauernde Entziehung, sondern auch für die bloße Beschädigung der Oberfläche dem Grundeigentümer Schadenersatz zu leisten habe, und zwar auch dann, wenn sich die Beschädigung bei gehöriger Aufmerksamkeit nicht hätte vorhersehen lassen.

In Österreich enthielt das mit kaiserlichem Patent vom 23. Mai 1854 erlassene ABG. keinerlei Bestimmungen über den Ersatz von Bergschäden. Die von mehreren Schriftstellern zum Beweise für die Richtigkeit der gegensätzlichen Anschauung herangezogenen §§ 27, 84, 104, 105 und 127 dieses Gesetzes haben nicht die Lösung der Frage des Schadenersatzes für Grundbeschädigungen, sondern die Schadloshaltung des Grundeigentümers bei zwangsweise verfügten Grundüberlassungen im Auge, zumal an allen angeführten Gesetzesstellen ausdrücklich auf die für die bergrechtliche Eignung erlassenen Vorschriften verwiesen wird. Auch mit dem oben genannten § 106 verfolgte der Gesetzgeber lediglich den Zweck, den Schutz des Bergbautreibenden gegen den Versuch der Errichtung von Bauten im Grubengebiet zu bewirken. Diese Anschauung findet abgesehen von der Entstehungsgeschichte dieser Gesetzesstelle in deren Fassung ihre Stütze, zumal § 106 nur von Anlagen über Tage, aber nicht von Grundstücken selbst spricht. Die Verfasser des geltenden österreichischen Berggesetzes dachten mit Rücksicht auf den damaligen Tiefstand des Kohlenabbaues gar nicht an die Möglichkeit des Eintritts von Bergschäden, und zwar umsoweniger, als nach ihrer Anschauung einerseits sich der Bergbautreibende mit Hilfe der Enteignung die zum Bergbaubetriebe erforderlichen Grundstücke verschaffen konnte, andererseits durch den § 106 der Errichtung von Neubauten im Grubengebiet ein wirksamer Riegel vorgeschoben zu sein schien.

¹ Motive zu dem Allgemeinen österreichischen Berggesetze, 1855, S. 193.

² s. Westhoff: Bergbau und Grundbesitz, S. 3 ff.

Als nun in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts allort große Industrieunternehmungen entstanden und infolgedessen auch die Bautätigkeit einen lebhaften Aufschwung nahm, trat infolge der Bestimmungen der §§ 17 und 99 des österreichischen ABG., wonach Gebäude, Gärten, mit Mauer umgebene Fluren sowie die im Umkreise von 38 m die erwähnten Gegenstände umgebenden Grundstücke nicht zu Bergbauzwecken enteignet werden dürfen, die Notwendigkeit ein, den Abbau in der Nähe bebauter Gegenden oder darunter zu führen, wodurch naturgemäß Schäden an Grundstücken und Bauten entstehen mußten, ohne daß eine gesetzliche Bestimmung für die Regelung der hierdurch begründeten Bergschädenerersatzansprüche bestand.

Bis zum Beginn der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts standen Rechtsprechung und Schrifttum, von deutschen Schriftstellern besonders Daubenspeck, Leuthold und Westhoff, auf dem Standpunkt, daß der Bergbautreibende nur dann für den dem Grundbesitzer zugefügten Schaden hafte, wenn ihm bei der Führung des Abbaues ein vertretbares Verschulden zur Last falle. Diese Anschauung fand ihre Stütze in der Tatsache, daß das Berggesetz über den Ersatz von Bergschäden keine Bestimmung enthielt, daß nach § 2 dieses Gesetzes die Bestimmungen des BGB. über Schadenersatz ergänzend heranzuziehen sind, dieses Gesetzbuch nur den Grundsatz der Verschuldenshaftung kennt und der Bergbautreibende daher Bergschäden nur in jenem Falle zu ersetzen verpflichtet ist, wenn ihm ein Verschulden zur Last fällt. Da nun der dem klagenden Grundbesitzer obliegende Verschuldensnachweis nur in den seltensten Fällen erbracht werden konnte, begegnete die sogenannte Verschuldenslehre alsbald in Theorie und Praxis dem heftigsten Widerstand, und es machte sich eine mächtige Bewegung geltend, der Erfolgshaftungslehre zum Siege zu verhelfen. Gestützt auf das berühmte Werk Ungers¹ schlossen sich Rechtslehre und Gerichte allmählich der Anschauung an, daß der Bergbauunternehmer unbedingt für den durch den Betrieb des Bergbaues verursachten Schaden hafte, und vertraten die österreichischen Gerichtshöfe im Zeitraum von 1882 bis 1916, dem Zuge der Zeit folgend, in ihren Rechtsprüchen die Überzeugung, daß die zum Betriebe eines Bergbaues notwendige Rechtsausübung nur gegen gleichzeitige Verpflichtung zum Ersatz des gesamten durch diese Rechtsausübung zugefügten Schadens gestattet sei. In Preußen hielten die Gerichte in den spätern Entscheidungen, wie Daubenspeck und Westhoff ausführen, beharrlich an der vom preußischen Obertribunal im angeführten Gesamtbeschluß vom 7. November 1849 niedergelagten Rechtsüberzeugung fest. Sie bildeten diesen Rechtsstoff auch in den übrigen Teilen in einer der rechtsbergbaulichen und wirtschaftlichen Entwicklung so vortrefflich Rechnung tragenden Weise aus, daß die Regelung, die der Bergschädenerersatzanspruch in der ursprünglichen Fassung der §§ 148–153 ABG. gefunden hat, im wesentlichen nichts anderes als die Wiedergabe der vom preußischen Obertribunal eingeleiteten Recht-

sprechung darstellt. Nach den angeführten §§ 148–153 ABG., die durch die spätere Gesetzgebung nur in einer für die vorliegenden Darlegungen verhältnismäßig unwesentlichen Hinsicht Abänderungen erfahren haben, ist der Bergbaubesitzer verpflichtet, für allen dem Grundeigentum und dessen Zubehörungen durch den Betrieb des Bergwerks zugefügten Schaden vollständige Entschädigung zu leisten, und zwar ohne Unterschied, ob die Beschädigung vom Bergwerksbesitzer verschuldet wurde und von ihm vorausgesehen werden konnte oder nicht.

In Österreich wurde mit kaiserlicher Verordnung vom 19. März 1916¹ die am 1. Januar 1917 in Kraft getretene sogenannte dritte Teilnovelle zum allgemeinen bürgerlichen Gesetzbuch erlassen, deren §§ 11 und 12 das Nachbarrecht regeln. Durch diese Novelle erfuhr das österreichische Bergschädenerersatzrecht zum ersten Male eine gesetzliche Regelung. Mit den §§ 11 und 12 dieser Novelle, die in das österreichische bürgerliche Gesetzbuch als § 364, Abs. 2, und als § 364 a eingereiht worden sind, erscheint verfügt, daß der Eigentümer eines Grundstücks dem Bergbautreibenden die durch dessen Bergwerksanlage verursachten, das Grundstück schädigenden Einwirkungen selbst dann nicht untersagen dürfe, wenn sie das nach den örtlichen Verhältnissen gewöhnliche Maß überschreiten und die ortsübliche Benutzung des Grundstücks wesentlich beeinträchtigen; er ist vielmehr nur berechtigt, den Ersatz des zugefügten Schadens bei Gericht zu begehren. Nach österreichischem Recht muß also der Grundbesitzer eine Beschädigung seines Grundstückes dulden, die durch eine Bergwerksanlage in einem das nach den örtlichen Verhältnissen gewöhnliche überschreitenden Maße verursacht worden ist und durch welche die ortsübliche Benutzung des Grundstücks wesentlich beeinträchtigt wird. Ihm steht gegen diese Einwirkungen kein Verbotrecht zu, er erlangt vielmehr nur den Anspruch, mittels obligatorischer Klage bei Gericht den Ersatz des ihm zugefügten Schadens zu begehren.

Die Voraussetzungen dieser Klage bilden bei erfolgter Schädigung von Grundstücken der Eintritt des das gewöhnliche Maß überschreitenden Schadens, eine wesentliche Beeinträchtigung der ortsüblichen Benutzung des Grundstücks und der ursächliche Zusammenhang zwischen der Beeinträchtigung und der Bergwerksanlage, bei Beschädigung von baukonsensbedürftigen Bauten überdies das Vorliegen der von der zuständigen Baubehörde erlassenen Baugenehmigung.

Die Frage, ob der Grundbesitzer überdies ein dem Bergbautreibenden bei der Führung seines Betriebes unterlaufenes Verschulden nachzuweisen habe, ist in der dritten Teilnovelle nicht beantwortet worden, jedoch muß mit Rücksicht auf den Umstand, daß durch diese Teilnovelle der tatsächlich bereits bestehende Rechtszustand gesetzlich festgelegt worden ist, angenommen werden, daß der Gesetzgeber mit den genannten §§ 11 und 12 die Erfolgshaftungslehre zur Anwendung bringen wollte.

¹ Handeln auf eigene Gefahr. Beitrag zur Lehre vom Schadenersatz

¹ RGBl. Nr. 69.

Zusammenfassung.

In der vorstehenden Abhandlung wird versucht, den rechtsgeschichtlichen Nachweis zu erbringen, daß sich das preußische und das österreichische Bergschadenersatzrecht, die auf denselben Grundsätzen beruhen, gleichmäßig entwickelt haben, und daß diese Entwicklung in beiden Reichen im innigen Zusammenhang mit der Änderung der bergbaulichen und wirtschaftlichen Verhältnisse steht. Solange der Bergbau in den Kinderschuhen steckte, konnte die Abgeltung des Grundbesitzes für die Grundüberlassung zu Bergbauzwecken durch Ausgleichentschädigung (Erbkux) erfolgen. Mit dem Übergang der Tausch- beziehungsweise Natural-

wirtschaft zum Geldverkehr wurde diese Schadloshaltung durch Geldentschädigung bewirkt. Sie war jedoch vom neuzeitlichen Schadenersatz grundverschieden. Mit dem Aufschwung der Industrie versuchte die Gesetzgebung die Entwicklung des Bergbaues durch die Eindämmung des Baurechtes in Bergbaugebieten zu fördern. Als jedoch die gewerbliche Erschließung des Landes ungeahnte Fortschritte machte, mußte die Gesetzgebung zur Lösung der Bergschadenersatzfrage schreiten und tat dies auf die Weise, daß sie den Bergbautreibenden mittels Legalobligation zur Entschädigung des Grundbesitzers selbst für nicht verschuldete Schäden verpflichtete.

Mineralogie und Geologie.

Deutsche Geologische Gesellschaft. Sitzung am 1. Mai 1918. Vorsitzender: Geh. Bergrat Pompeckj.

Der Vorsitzende besprach die eingegangenen Schriften und erteilte hierauf Dr. Schmidt das Wort zu seinem Vortrage über »Neue Aufschlüsse im Kieslager von Meggen«.

Das Schwefelerz des Lagers ist zum größten Teil Markasit, nicht Pyrit, was vor allem aus der schnellen Zersetzlichkeit des Erzes hervorgeht; das dabei entstehende Schwefeldioxyd hat vielfach zu schweren Gasvergiftungen der Bergleute geführt.

Von einigen Forschern wird das Lager, von andern nur sein Kiesanteil für sedimentär, sein Schwerspatanteil dagegen für metasomatisch gehalten; noch andere endlich halten sowohl den Kies- als auch den Schwerspatanteil für metasomatisch nach Kalk.

Der im Abbau 62 auf der I. Tiefbausohle der Grube Halberbracht östlich vom südlichen Querschlag liegende wichtigste der neuen Aufschlüsse beweist, daß die Anschauung von der rein sedimentären Entstehung von Kies und Schwerspat richtig ist. Dieser Aufschluß zeigte im Juni-Juli 1917 im hangenden Packen des Lagers innerhalb von Bänderzern und kiesgebänderten Tonschiefern eine handbreite Schwerspatbank, die nach Osten und Westen auskeilte, gegen Westen aber durch vereinzelte Schwerspatknollen in derselben Lage bis zu einer mächtigen Tonschieferbank weiter verfolgt werden konnte, die vereinzelte Schwerspatknollen in Menge umschloß. Diese Schwerspatknollen zeigen im Innern Schrumpfungssprünge, sind also Septarien, und besitzen eine oolithische und sphärolithische Struktur, sind also offenbar primäre Bestandteile der Tonschieferbank. Dünnsliffe lassen außerdem eine große Zahl von kreisrunden, hellen Flecken erkennen, die überall in den stark pigmentierten Schwerspatsonnen liegen; diese hellen Flecke werden als fossile Gasblasen gedeutet. Bei der Bildung der Schwerspatknollen haben vermutlich Schwefelbakterien mitgewirkt, auf deren Tätigkeit vielleicht auch das Gas jener Bläschen zurückzuführen ist; ursprünglich werden den Knollen Gele beigemischt gewesen sein, die durch das Schwinden ihrer Substanz die Septariensprünge entstehen ließen. Da die Schwerspatknollen demnach offenbar primäre Gebilde sind, muß der gesamte Lagerschwerspat für syngenetisch gehalten werden.

Am westlichen Ende des Abbaues 62 lag unter der Schwerspatknollen führenden Tonschieferbank eine gebänderte Schwerspatbank, die im Streichen nach Osten in gebänderte Tonschiefer überging. Diese Tonschiefer besitzen als wesentlichen Bestandteil winzige Schwerspatkristalle. Beide Gesteine unterscheiden sich nur durch das Mengenverhältnis ihrer Komponenten voneinander.

Die Entstehung des Lagers ist so zu denken, daß sich im obren Stringocephalenkalk in der Gegend von Meggen infolge von tektonischen Senkungen eine beckenartige Einsenkung des Meeresbodens herausbildete, die mit den schweren sulfatischen Lösungen von Fe, Zn und Pb erfüllt war. Die auf den Bruchspalten aufsteigenden Quellen hatten zunächst Lösungen von Fe-, Zn- und Pb-Salzen gefördert, in einem spätern Abschnitt vorwiegend BaCl₂-Gänge, die BaSO₄ und, untergeordnet mit FeS₂, ZnS und PbS führen, kennt man in der Gegend von Meggen nur aus Schichten, die älter als das Lager sind. Durch die Mitwirkung von Schwefelbakterien entstand auf dem Grunde des Beckens eine sulfidische Lagerstätte von Fe, Zn und Pb, während die im letzten Zeitabschnitt von den Randspalten hauptsächlich geförderten BaCl₂-Lösungen auf den Böschungen des Beckens nach dem Beckentiefsten flossen, beim Zusammentreffen mit den gelösten Sulfaten aber als Schwerspat ausgefällt werden mußten. Daher rührt die scharfe Scheidung von Kies und Schwerspat, der nur auf den Rand, die frühere Böschung des Beckens, beschränkt ist.

Die neuen Aufschlüsse im sogenannten Neuen Lager haben gezeigt, daß auch innerhalb des Kiesfeldes Schwerspat im ursprünglichen Hangenden insel- oder wahrscheinlich halbinselartig hineinragt.

Zum Schluß wurden einige neu aufgeschlossene tektonische Erscheinungen an Profilen erläutert. An den Störungen, die im Speziatsattel zwischen beiden Mulden die Verdreifachung des Lagers bewirkt haben, hat keine senkrechte, sondern eine seitliche, von West nach Ost gerichtete Bewegung stattgefunden; es handelt sich also um zweimalige Überlappung. Auf der Halberbrachter Störung, die schon zur Zeit der Faltung als Querstörung bestanden hat, muß in sehr junger Zeit eine Absenkung erfolgt sein, weil auf ihrem Westflügel im Neuen Lager die Oxydationszone in die Tiefe gesunken ist, während auf ihrem Ostflügel der Kies bis dicht unter die Tagesoberfläche reicht. Endlich wurden zwei Verdopplungen des Lagers besprochen, denen gemeinsam ist, daß sie durch das Zusammenwirken von Faltung und streichenden Störungen entstanden sind. An der anschließenden Besprechung beteiligten sich die Herren Krusch, Bornhardt, Zimmermann und der Vortragende.

Hierauf sprach Geh. Bergrat E. Zimmermann über Arsenkies und Turmalin führende Quarzgänge mit exogenem Kontaktsalband von Glimmerfels im Glimmerschiefer bei Ruhla im Thüringer Wald. Auf der Verbindungslinie zwischen den Gneisgebieten des Spessarts und Kyffhäusers taucht im nordwestlichen Thüringer Wald zwischen Ruhla, Brotterode und Liebenstein ein

Glimmerschiefergebiet unter Rotliegendem und Zechstein empor, das auch mächtige Intrusionen von Granit und Orthogneisen umschließt. Von der Rotliegendendecke aus ist der Glimmerschiefer vielfach nachträglich gerötet. Auffälligerweise ist bisher dort aber noch nicht von einer Kontaktmetamorphose durch den Granit gesprochen worden. In der Tat fehlen auch sowohl Knötchen- und Fruchtschiefer als auch Glimmer- und Andalusithornfelse, also die für Granitkontakt üblicherweise als typisch angesehenen Mineralien Cordierit und Andalusit, mindestens makroskopisch. Es ist aber nicht zu verkennen, daß der Glimmerschiefer in der Richtung vom Granit weg in Phyllit übergeht, also mikrokristallin wird, in der Richtung auf den Granit zu aber den Glimmer- und Quarzbestandteil in makroskopisch deutlich individualisierten Schuppen und Körnern und oft auch in scharf voneinander geschiedenen Lagen darbietet, nicht selten quergestellte porphyrtartige Glimmertafeln, endlich auch, zuweilen sogar massenhaft, porphyrische Einsprenglinge von rotbraunem Granat (bis erbsengroß) und von Turmalin (3 bis 12 mm lange schlanke Säulchen) führt. In diesen Erscheinungen sieht der Vortragende auch eine kontaktmetamorphe und stellt sie als einen zweiten Typus der cordieritisch-andalusitischen Metamorphose gegenüber. Der auffällige Umstand, daß die Dünnschieferigkeit des Glimmerschiefers bis an den Granit heranreicht, beruht vielleicht darauf, daß die Schieferung der Granitintrusion nicht, wie sonst gewöhnlich, vorausgegangen, sondern mit ihr vielleicht gleichzeitig erfolgt ist. Die gneisige Ausbildung des Granits und die mit der Schieferungsrichtung des Glimmerschiefers parallele Streckung des in demselben (Ruhlaer) Gebiet gangförmig auftretenden Thaler Granitporphyrs sprechen vielleicht auch in diesem Sinne.

Nachdem in diesem Glimmerschiefergebiete schon früher (von Senft und E. Weiß) grobkörnige, massig struierte, also ungeschieferte, aus reinem Muskovit bestehende Stücke von Glimmerfels lose entdeckt worden waren, gelang es jetzt dem Vortragenden, diesen auch anstehend zu finden. Er ist stets an kurze (bis 14 m Länge beobachtet) und dünne (höchstens 3 dm), also linsenförmig sich schnell auskeilende Quarzgänge gebunden, die den normalen Schiefer oder (am zweiten Fundort) eine amphibolitische Einlagerung oder (am dritten Fundort) eine feldspatreiche, gneisähnliche Einlagerung in herzynischer Richtung (Stunde 7-9) durchsetzen, und zwar tritt er als deren äußeres Salband auf beiden Seiten auf und geht aus den genannten drei verschiedenen Nebengesteinen durch Verlust der Schieferung und mineralogische Umwandlung allmählich, im Raume weniger bis 20 Zentimeter, hervor. Zuweilen ist dieser Muskovittfels mehr oder minder quarzreich und dann als Greisen zu bezeichnen. Das Vorkommen im gewöhnlichen Glimmerschiefer ist außerdem noch reich an kleinen Turmalinsonnen, wie auch der zugehörige Quarzgang von Nestern und Trümchen, die aus solchen Sonnen bestehen, durchzogen wird; außerdem führt dieser Quarzgang auch faustgroße und größere Nester von Roteisenerz, das in Eisenglanz übergeht. Eben dieses Erz und außerdem derben Arsenkies in bis 12 cm dicken, bis mehrere Meter langen Trümmern führt ferner einer der drei den Amphibolit durchsetzenden Quarzgänge am Engstieg bei Ruhla, und Malachit- und Lasuranflüge deuten hier auch auf primären Kupferkiesgehalt hin. Die genannten Mineralien lassen pneumatolytische Entstehung vermuten; durch dieselben Dämpfe dürfte auch die Glimmerfels- bzw. Greisenbildung neben den Quarzgängen hervorgerufen worden sein. Eine exogene Metamorphose pneumatolytischer Art neben Quarzgängen scheint noch wenig bekannt zu sein; Baumgärtel hat 1911 eine solche aus

Fruchtschiefern des Vogtlandes beschrieben, wo die aus Cordierit bestehenden »Früchtchen« beiderseits in schmalen Salbändern neben dem Quarz zwar spärlicher, aber viel größer sind als in größerer Entfernung. Im Vogtlande zeigen die Quarzgänge die Sondermetamorphose nur soweit neben sich, als sie im allgemeinen Granitkontakthof aufsetzen, nicht aber da, wo unveränderter Schiefer ihr Nebengestein ist; dies ist anscheinend auch bei Ruhla der Fall. Aber nicht jeder Quarzgang, auch nicht im Kontakthof, hat eine Sondermetamorphose neben sich.

Im Anschluß an den Vortrag machte Geh. Bergrat Krusch auf die »zinnerzfreen Zinnsteingänge« des Kontaktgebietes von Christiania sowie auf die Goldquarzgänge bei Ouro-preto aufmerksam, die anscheinend ganz ähnlich seien.

Verkehrswesen.

Amtliche Tarifveränderungen. Niederschlesisch-ungarischer Kohlenverkehr. Tfv. 1282. Die unter dem 1. März 1918 erlassene Bekanntmachung¹ wird dahin ergänzt, daß der feste Zuschlag von 45 h für 1000 kg auch den im Verfügungswege eingeführten oder noch einzuführenden Frachtsätzen hinzuzurechnen ist.

Württ. Binnen-Gütertarif. Seit 20. Mai 1918 ist der Ausnahmetarif 2 (Rohstofftarif) hinsichtlich des Frachtgegenstandes Gaskoks während des Krieges auf Sendungen beschränkt worden, die im Inlande oder in Österreich-Ungarn verbraucht werden.

Binnen-Güterverkehr Heft 1; Bayerisch-Sächsischer Güterverkehr Heft 7 C; Sächsisch-Südwestdeutscher Güterverkehr Hefte 1 bis 4; Verkehr Gera-Meuselwitz-Wuitzer-Eisenbahn-Sächsische Staatseisenbahn. Seit 20. Mai 1918 werden die Frachtsätze des Ausnahmetarifs 2 (Rohstofftarif) auf die Dauer des Krieges für Gaskoks nur noch gewährt, wenn er im Inland oder in Österreich-Ungarn verwendet wird.

Böhmischer Kohlenverkehr nach dem Inland. Frachtberechnung für Sendungen, die nach Eintritt eines Beförderungshindernisses aufgeliefert werden. Vom 1. Juli 1918 bis auf Widerruf bzw. bis zur Durchführung im Tarifwege, längstens jedoch bis 1. Febr. 1919, treten an Stelle der in der Zeitung des Vereins D. E. V. vorgesehenen Einheitssätze für die Ermittlung der Umwegfrachten die nachstehenden Einheitssätze: für Frachtgut in Wagenladungen

	h	Pf.	c
bei Frachtzahlung für mindestens 5 000 kg	0,45	0,3	0,4
bei Frachtzahlung für mindestens 10 000 kg			
oder das Ladegewicht des verwendeten			
Wagens	0,35	0,25	0,3

für 100 kg und 1 km der Mehrrentfernung. Bei Frachtzahlung nach der Ladefläche des verwendeten Wagens für 1 qm und 1 km der Entfernung 1,5 h, 1 Pf., 1,25 c. In diesen Einheitssätzen sind die österreichische Frachtsteuer, der österreichische Kriegszuschlag, die ungarische Transportsteuer, die ungarische Eisenbahnkriegssteuer und der bosnisch-herzegowinische Kriegszuschlag bereits enthalten.

Beseitigung der besonders Saarkohlentariife in den deutschen Wechselverkehren. Am 1. Juli 1918 werden die besondern Saarkohlentarifhefte 1 bis 7 mit den Preußisch-Hessischen Staatsbahnen, mit Bayern (pfälzisches Netz), mit Elsaß-Lothringen, Baden, Württemberg und Bayern rechts des Rheins aufgehoben. Der Ausnahmetarif für

¹ s. Glückauf 1918. S. 182.

Steinkohle, Koks und Preßkohle wird von diesem Zeitpunkt ab in die einzelnen Hefte für den allgemeinen Güterverkehr aufgenommen werden.

Marktbericht.

Höchstpreise für Eisen und Stahl. Der Deutsche Stahlbund, Düsseldorf, Postfach 205, hat mit Genehmigung der Kriegs-Rohstoff-Abteilung am 1. Mai 1918 einen Neudruck seiner Höchstpreisliste herausgegeben, in der Änderungen, Neufestsetzungen, Nachträge und Sonderbestimmungen, die unter die allgemeine Höchstpreisbekanntmachung für Eisen und Stahl Bst 848/6 17 KRA. vom 16. 6. 1917 fallen, zusammengefaßt sind. Es liegt im Interesse sämtlicher Hersteller, Händler, Verbraucher und Verarbeiter, sowohl von Neuem als auch von Alteisen, sich mit dieser Liste eingehend bekannt zu machen, da jeder Verstoß gegen die Höchstpreisbestimmungen, der sich als strafbare Handlung darstellt, verfolgt werden wird.

Patentbericht.

Anmeldungen,

die während zweier Monate in der Auslegehalle des Kaiserlichen Patentamtes ausliegen.

Vom 16. Mai 1918 an:

121. Gr. 1. E. 21 823. Hermann Ebel, Hannover, Wedekindplatz 3. Verfahren zur Verdampfung von Laugen und Sole. 25. 8. 16.

38 h. Gr. 2. M. 59 862. Basilius Malenkovic, Neulengbach (Niederösterreich); Vertr.: C. Gronert und W. Zimmermann, Pat.-Anwälte, Berlin SW 61. Holzkonservierungsmittel. 11. 7. 16.

40 a. Gr. 40. T. 21 347. Hermann Siegel, La Malliene b. Engis, und Dr. Johannes Thede, Engis b. Lüttich; Vertr.: Dr. Max Spannagel, Mannheim-Rheinau, Mülheimerstr. 18. Zinkdestillationsofen mit stehenden Retorten. 25. 4. 17.

82 a. Gr. 19. G. 44 669. Otto Günster, Dillingen (Saar), Gasthof zur Hütte. Trockentrommel, die aus mehreren waggerichten, ineinanderliegenden Trommelmänteln besteht. 9. 12. 16.

Vom 20. Mai 1918 an:

12 i. Gr. 37. P. 35 488. Permutit-A.G., Berlin. Verfahren zur Herstellung von basenaustauschenden Metallatsilikaten; Zus. z. Pat. 300 209. 9. 2. 17.

13 b. Gr. 18. H. 70 709. August Holle, Düsseldorf, Schützenstr. 37. Kesselspeisewasserbehälter mit Einrichtung, das Wasser vor der Aufnahme schädlich wirkender Gase zu schützen. 5. 8. 16.

14 b. Gr. 3. M. 60 493. Rud. Meyer A.G. für Maschinen- und Bergbau, Mülheim (Ruhr). Umsteuerbare Drehkolbenmaschine. 11. 11. 16.

16. Gr. 1. L. 45 003. Dr. Jacob Lütjens und Dr.-Ing. Wilhelm Ludewig, Hannover, Bödckerstr. 82. Verfahren und Einrichtung zur Zerkleinerung und Lagerung von Superphosphat. 14. 2. 17.

23 e. Gr. 1. F. 40 266. Farbwerke vorm. Meister Lucius & Brüning, Höchst (Main). Schmierölersatz. 2. 10. 15.

59 e. Gr. 13. H. 73 570. Dr.-Ing. und Dr. jur. Bruno Hilliger, Berlin, Turmstr. 33. Verfahren zur Leistungsregelung von Strahlapparaten. 21. 1. 18.

59 e. Gr. 17. R. 44 458. Anton Ritter, Darmstadt, Schießhausstr. 33. Vom Ablaufwasser gesteuerter hydraulischer Widder. 30. 4. 17.

78 e. Gr. 15. A. 29 052. Aktiebolaget Carlit, Stockholm; Vertr.: Dr. G. Winterfeld, Pat.-Anw., Berlin SW 61. Ammoniumperchloratsprengstoff. 12. 2. 17.

Zurücknahme von Anmeldungen.

Die am 20. September 1917 im Reichsanzeiger bekannt gemachte Anmeldung:

30 k. M. 59 000. Atmungs- und Sauerstoffbehandlungsmaske zur Sauerstoffbehandlung. ist zurückgenommen worden.

Gebrauchsmuster-Eintragungen,

bekannt gemacht im Reichsanzeiger vom 21. Mai 1918.

1 a. 680 226. K. Bayer, Bergärar, vertreten durch die K. Generaldirektion der Berg-, Hütten- und Salzwerke, München. Fahrbarer Steinbrecher. 3. 4. 18.

5 c. 680 507. Eduard Matrisch, Buer (Westf.). Ausziehbarer, nachgiebiger, dreiteiliger Grubenstempel. 12. 3. 18.

5 d. 680 516. Gebr. Eickhoff, Bochum. Förderhaspel mit wagerecht liegender Treibscheibe für die Förderung in Strecken, Bremsbergen u. dgl. 19. 3. 18.

5 d. 680 586. Fritz Helbig, Roßleben (Unstr.). Spritzapparat mit nach allen Richtungen beweglichem Strahlrohr. 5. 4. 18.

12 a. 680 306. Fa. Eduard Haas, Plüderhausen (Württ.). Apparat zum Reinigen von Benzin, Benzol o. dgl. 21. 6. 17.

12 a. 680 506. Maschinenfabrik Baum, A.G., Herne. Glocke für Abtreibekolonnen u. dgl. 12. 3. 18.

12 a. 680 585. Fa. Eduard Haas, Plüderhausen (Württ.). Abscheider für Apparate zum Reinigen von Benzin, Benzol o. dgl. 4. 4. 18.

12 e. 680 512. Jakob Pistor, Bochum, Feldsieperstr. 108. Vorrichtung für die Abscheidung von Flugstaub aus Gasen. 18. 3. 18.

20 a. 680 622. Kaiser & Co. Maschinenfabrik, A.G., Kassel. Seilklemme für Seilbahnwagen. 10. 9. 17.

24 b. 680 460. A.G. »Weser«, Bremen, Wasserröhrenkessel für Kohlen- und Ölföhrung. 12. 1. 16.

47 d. 680 414. Rudolf Schlichtung, Oelsnitz (Erzgeb.). Seilverbindung für Seilbahnen. 15. 3. 18.

47 g. 680 683. Fa. P. C. Winterhoff, Düsseldorf. Ventil für Schlammumpfen. 15. 4. 18.

47 h. 680 241. Maffei-Schwartzkopff Werke G. m. b. H., Berlin. Selbsttätiger, durch unter Luft-, Gas-, Dampf- oder Flüssigkeitsdruck stehenden Stufenkolben betriebener Schalter. 25. 10. 15.

50 e. 680 461. Internationale Baumaschinenfabrik A.G., Neustadt (Hardt). Steinbrecher mit Bruchsicherungs- vorrichtung. 17. 8. 16.

81 e. 680 206. Maschinenfabrik und Mühlenbauanstalt G. Luther, A.G., Braunschweig. Ortveränderlicher Förder- und Lagerbehälter mit Fuß und Ablaufschnecke. 12. 3. 18.

81 e. 680 213. Max Huppert, Gelsenkirchen, Markgrafenstr. 1. Fahrbare Verladevorrichtung. 18. 3. 18.

Verlängerung der Schutzfrist.

Folgende Gebrauchsmuster sind an dem angegebenen Tage auf drei Jahre verlängert worden:

27 e. 627 297. Ernst Danneberg, Berlin, Frankfurter Allee 76. Flügelrad für Ventilatoren usw. 8. 3. 18.

40 a. 630 359. Fa. G. Polysius, Dessau. Austragvorrichtung für Schachtöfen usw. 22. 3. 18.

47 d. 632 022. Mechanische Draht- und Hanfseilfabrik Paul Volkmann, Berlin-Heinersdorf. Verbindungsglied für Kabel usw. 3. 4. 18.

59 a. 629 558. Otto Malms, Mannheim, Waldparkstr. 9. Regulier- und Vorrichtung usw. 21. 3. 18.

81 e. 630 939. Maschinenfabrik und Mühlenbauanstalt G. Luther, A.G., Braunschweig. Saugdüse für Förderkohle usw. 4. 4. 18.

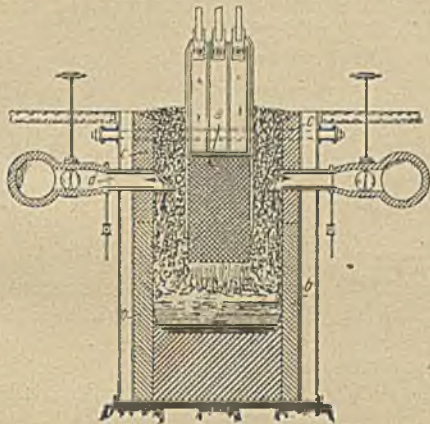
Deutsche Patente.

16 (5). 305 715, vom 25. November 1915. Franz Dahl in Hamborn-Bruckhausen (Rhein). *Verfahren zur Verhinderung des Zusammenballens und Erhärtens von schwefelsauerem Ammoniak während seiner Lagerung.*

Dem schwefelsauerem Ammoniak sollen sofort nach seiner Gewinnung Kali- bzw. Natronsalze, z. B. Sulfate oder Chloride, beigemischt werden.

21 h (6). 305 744, vom 10. Juni 1914. Helfenstein-Elektro-Ofen-Gesellschaft m. b. H. in Wien. *Mehrherdiger elektrischer Ofen mit Schachtaufsatz.* Für diese Anmeldung wird gemäß dem Unionsvertrage vom 2. Juni 1911 die Priorität auf Grund der Anmeldung in Schweden vom 14. Juni 1913 beansprucht.

In dem Schachtaufsatz *c* des Ofens *b*, der die mit ihrem untern Ende fast in den Schmelzherd ragenden Elektroden *a* umschließt, sind von der Seite oder von oben Rohre *d* so



tief eingeführt, daß das den Schachtaufsatz füllende Beschickungsgut den Eintritt von Luft in ihre Mündung verhindert. Durch die Rohre *d* werden die aufsteigenden Gase aus dem Ofen abgesaugt.

26 a (5). 305 721, vom 28. September 1916. Dr. Hugo Strache in Wien. *Verfahren zum Betrieb von Steinkohlengasofen- und Generatoranlagen*. Für diese Anmeldung wird gemäß dem Unionsvertrage vom 2. Juni 1911 die Priorität auf Grund der Anmeldung in Österreich vom 30. September 1915 beansprucht.

Die Generatoren der Anlagen sollen mit Kohle besichert und mit trockner Luft warmgeblasen werden. Das dabei entstehende Gemisch von Generator- und Steinkohlengas soll zur Beheizung der Steinkohlengasöfen verwendet werden, und dem in den Gasöfen erzeugten Steinkohlengas soll das beim Dampfblasen in den Generatoren entstehende Gemisch von Steinkohlen- und Wassergas beigemischt werden.

42 c (27). 305 717, vom 2. Mai 1916. Paul Borck in Berlin und Heinrich Fitte in Berlin-Steglitz. *Anzeigewerk für Benzinbehälter u. dgl.*

Das Werk hat eine mehrteilige Skala und ein Schaltgetriebe, das einen Zeiger von jedem Teil der Skala auf den folgenden Teil umstellt.

42 k (3). 305 478, vom 10. Mai 1914. Dipl.-Ing. Ernst Lunow in Essen. *Vorrichtung zur Vornahme von Härteprüfungen*.

Die Vorrichtung besteht im wesentlichen aus einer Druckkugel und einem Vergleichskörper von bekannter Härte. Die Druckkugel ist unter dem Vergleichskörper in eine an beiden Enden offene Hülse eingesetzt, in der sich oberhalb des Vergleichskörpers ein Schlagbolzen befindet. Die untere, auf dem Vergleichskörper aufliegende Fläche des Schlagbolzens hat eine mittlere Aussparung, die bewirkt, daß der Eindruck, der nach dem Aufsetzen der Kugel auf den zu untersuchenden bzw. auf seine Härte zu prüfenden Stoff infolge eines Schlages auf den Schlagbolzen in dem Vergleichskörper entsteht, scharf hervortritt.

Bücherschau.

Zur Besprechung eingegangene Bücher.

(Die Schriftleitung behält sich eine Besprechung geeigneter Werke vor.)

Barth, Friedrich: *Wie erzielt man Kohlenersparnisse bei industriellen Feuerungen? Ratschläge zur zweckentsprechenden Wahl, Bedienung und Überwachung von Feuerungsanlagen sowie zur Ausnutzung der Abwärme von Wärmekraftanlagen*. 16 S. mit 9 Abb. Nürnberg, Carl Koch. Preis geh. 70 Pf.

Der Bau des 8134 m langen Hauenstein-Basistunnels 1912 - 1915, mit den anschließenden offenen Strecken zur Verbesserung der Linie Sissach-Olten, ausgeführt durch die Julius Berger Tiefbau-A.G., Berlin. Denkschrift, im Auftrage der Julius Berger Tiefbau-A.G. mit Genehmigung der Generaldirektion der schweizerischen Bundesbahnen verfaßt von E. Wiesmann. 86 S. mit 95 Abb. und 43 Taf. Berlin, Wilhelm Ernst & Sohn. Preis geh. 20 \mathcal{M} , geb. 24 \mathcal{M} .

Belgische Volkswirtschaft. Hrg. von Hans Gehrig und Heinrich Waentig. 344 S. mit 1 Karte. Leipzig, B. G. Teubner. Preis geh. 9 \mathcal{M} , geb. 10 \mathcal{M} .

Davis, William Morris: *Praktische Übungen in physischer Geographie*. Übertragen und neu bearb. von Karl Oestreich. 127 S. mit einem Atlas, enthaltend 38 Taf. Leipzig, B. G. Teubner. Preis des Textheftes 2,80 \mathcal{M} , des Atlas 3,80 \mathcal{M} .

Davis, W. M. und G. Braun: *Grundzüge der Physischeographie*. I. Grundlagen und Methodik zum Gebrauch beim Studium und auf Exkursionen von Gustav Braun. 2. Aufl. 220 S. mit 89 Abb. und 1 Taf. Leipzig, B. G. Teubner. Preis geb. 6 \mathcal{M} .

Friedrich, Georg: *Die staatliche Elektrizitätsversorgung im Königreich Sachsen*. Eine Zusammenstellung der einschlagenden Vorschriften mit Erläuterungen und einer Einleitung versehen. (Juristische Handbibliothek, 445. Bd.) 255 S. Leipzig, Roßbergische Verlagsbuchhandlung Arthur Roßberg. Preis geb. 8,40 \mathcal{M} .

Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, hrg. vom Verein deutscher Ingenieure. H. 203. Weißhaar, E.: *Untersuchungen über den Verlauf der Verbrennung im Dieselmotor*. 61 S. mit 33 Abb. Berlin, Selbstverlag des Vereins deutscher Ingenieure, Kommissionsverlag von Julius Springer. Preis geh. 5 \mathcal{M} .

Zeitschriftenschau.

(Eine Erklärung der hierunter vorkommenden Abkürzungen von Zeitschriftentiteln ist nebst Angabe des Erscheinungsortes, Namens des Herausgebers usw. in Nr. 1 auf den Seiten 17 - 19 veröffentlicht. * bedeutet Text- oder Tafelabbildungen.)

Mineralogie und Geologie.

Der metamorphe Dioritgabbrogang nebst seinen Peridotiten und Pyroxeniten im Spieglitzer Seltene- und Bielengebirge. Von Kretschmer. *Jahrb. Geol. Wien*. 1917. H. 1. S. 1/210*. Die geologischen und tektonischen Verhältnisse, auf Grund deren die fragliche Gesteinszone zum erstenmal als metamorpher Dioritgabbrogang von außerordentlichen Maßen, umgeben im Hangenden und Liegenden von einem sedimentogenen, kontaktmetamorphischen Schiefermantel, aufgefaßt wird.

Bergbau-technik.

Spüleinrichtung im Großtagebaubetriebe. Von Brennecke. *Braunk.* 17. Mai. S. 69/73*. Erörterung der Möglichkeit, die Zahl der Arbeiter im Tagebau durch Verkürzung der Förderwege und Vereinfachung des Verstärkens der gelösten Deckgebirgsmassen zu vermindern. Beschreibung eines entsprechend gestalteten Betriebes, von dem zunächst die Kipp- und Abspritzbunkeranlage behandelt wird. (Forts. f.)

The problem of man power in home iron-ore supply fields: Mechanical appliances the solution. Von Barnes. *Ir. Coal Tr. R.* 5. April. S. 366/8*. Beschreibung der hauptsächlich in Betracht kommenden maschinenmäßigen Vorrichtungen, die im englischen Eisen

erzbergbau zum Ersatz der immer mehr für das Heer benötigten menschlichen Arbeitskräfte geeignet sind.

The possibilities of gas ignition by miners' electric lamps. Von Fokes. Ir. Coal Tr. R. 5. April. S. 363/4*. Besprechung von Versuchen zur Feststellung, ob und unter welchen Umständen die Zündung von Grubengas durch den Akkumulator von elektrischen Grubenlampen möglich ist.

Power plant at by-product coke ovens. Von Harris. Ir. Coal Tr. R. 26. April. S. 450/2*. Betrachtungen, Berechnungen und Erfahrungen über die zweckmäßige und wirtschaftliche Ausnutzung der Kokereigase.

The briquetting of anthracite. Von Frey. Coll. Guard. 5. April. S. 692/3*. Beschreibung des Verfahrens der General Briquetting Co. in Neuyork, bei dem als Bindemittel Schwerölrückstände verwendet werden. □

Spontaneous heating of slack heaps. Von Knox. Coll. Guard. 5. April. S. 693/4. Zur Verhütung der Selbstentzündung von Kohle, die jetzt in England in großen Mengen gelagert werden muß, werden Leitsätze für diese Stapelung und die zweckmäßigen Vorbeugungsmaßnahmen gegen die Selbstentzündung mitgeteilt.

Dampfkessel- und Maschinenwesen.

Die Ausnutzung der Abwärme, insbesondere bei Wärmekraftmaschinen. Von Heilmann. (Forts.) Z. Dampfk. Betr. 17. Mai. S. 156/8*. Kraft- und Wärmebedarf der verschiedenen Industrien. Die wichtigsten Anwendungsgebiete der Abwärmeausnutzung. (Schluß f.)

Über das Heißlaufen von Traglagern und dessen Vermeidung. Von Schürmann. St. u. E. 23. Mai. S. 463/5*. Erklärung des Grundes für das Heißlaufen von solchen Lagern, deren Hauptabmessungen nach Erfahrungswerten scheinbar richtig gewählt sind. Angaben über die Bewährung einer geschlossenen Lagerschale, die durch eine Rippe pendelnd unterstützt ist.

Untersuchungen an den drehbaren Leitschaukeln einer Francisturbine mit stehender Achse in offenem Schacht. Von Herrich. Z. Turb. Wes. 10. Mai. S. 117/20*. Versuchseinrichtungen für die Ermittlung der Größe des Drehmomentes an einer Leitschaukel bei verschiedenen Lichtweiten des Leitkanales und der Veränderungen dieses Drehmomentes an verschiedenen Stellen des Turbinenumfangs. (Forts. f.)

Elektrotechnik.

Regelung von ein- und mehrphasigen Wechselstrom-Kommutatormaschinen mittels Gleichstrom. Von Osnos. E. T. Z. 23. Mai. S. 205/7*. Die Nachteile der bisherigen Regelungen von ein- und mehrphasigen Kommutatormaschinen. Beschreibung der neuen Regelungsart, deren erste Ausführungsmöglichkeit auf der Beeinflussung der Permeabilität der Kommutatormaschine selbst beruht. (Forts. f.)

Hüttenwesen, Chemische Technologie, Chemie und Physik.

Neuere kippbare Herdöfen für Martinstahlwerke. Von Blau. Gieß. Ztg. 15. Mai. S. 146/9*. Beschreibung von kippbaren Martinöfen der Bauart Lauchhammer-Wellmann, die in Größen von 10–100 t Einsatz gebaut worden sind. Aufzählung der Vorzüge von kippbaren Öfen.

Untersuchung einer gerissenen Schiffskesselplatte. Von Bauer. St. u. E. 23. Mai. S. 457/63*. Ergebnisse der Gefügeuntersuchung, der chemischen Untersuchung, der Prüfung auf Zugfestigkeit, der Kerbschlagversuche sowie einiger Versuche, die schädliche Wirkung der Stemmriolen nachzuahmen.

Die Prüfung einiger fester Absorptionsmittel für Kohlenoxyd. Von Glaser. Feuerungstechn. 15. Mai. S. 149/52*. Besprechung und Nachprüfung zweier neuerer Verfahren zur Kohlenoxydbestimmung durch Verbrennung bei verhältnismäßig niedriger Temperatur und Bestimmung der gebildeten Kohlensäure. Feststellung der Einwirkung von Kohlenoxyd auf Silberoxyd als Beginn der vom Verfasser angestellten Versuche. (Forts. f.)

Personalien.

Ernannt worden sind:

die Professoren an der Kgl. Bergakademie Freiberg, Oberbergräte Schiffner und Dr. Brunck zu Geh. Bergräten,

der Oberhüttenverwalter Bergrat Gasch und der Hüttenamtmann Bergrat Wohlfarth in Freiberg zu Oberbergräten,

der Berginspektor Spitzner in Freiberg, der Bergmeister Hartung in Zauckerode, der Dipl.-Bergingenieur Eydam in Dresden, der Hüttenamtmann Dr.-Ing. Schütz in Muldenhütten, der Hüttenamtmann Dr. Lange in Oberschlema zu Bergräten.

Verliehen worden ist:

dem Bergwerksbesitzer k. k. Oberbergrat Dr. Baldauf in Dresden das Offizierskreuz des Kgl. Sächsischen Albrechtsordens,

dem Finanz- und Baurat Hüppner in Muldenhütten die Krone zum Ritterkreuz erster Klasse des Kgl. Sächsischen Albrechtsordens,

dem Bergamtsrat Oberbergrat Borchers in Freiberg das Ritterkreuz erster Klasse mit der Krone des Kgl. Sächsischen Albrechtsordens,

dem Bergdirektor Baudisch in Zwickau, dem Bergdirektor Kneisel in Gersdorf (Bez. Chemnitz) und dem Dipl.-Bergingenieur Ebert in Leubnitz bei Werdau das Ritterkreuz erster Klasse des Kgl. Sächsischen Albrechtsordens.

Die Erlaubnis zur Anlegung der ihnen verliehenen nichtpreußischen Orden ist erteilt worden:

dem Bergrat Czapla, Leiter des Handelsbureaus der Bergwerksdirektion Saarbrücken, der vierten Klasse mit der Krone des Kgl. Bayerischen Verdienstordens vom heiligen Michael,

dem Oberbergrat Duszynski in Halle (Saale) des Fürstlich Schwarzburgischen Ehrenkreuzes zweiter Klasse mit Eichenbruch 1914/15,

dem Geh. Bergrat Richter in Nordhausen des Fürstlich Schwarzburgischen Ehrenkreuzes zweiter Klasse,

dem Grubenvorstandsmitglied der Gewerkschaft Immenrode, Generaldirektor Kain in Nordhausen, des Fürstlich Schwarzburgischen Ehrenkreuzes dritter Klasse,

dem Direktor des Eschweiler Bergwerksvereins Schornstein in Aachen des luxemburgischen Komturkreuzes zweiter Klasse mit der Krone des Nassauischen Militär- und Zivilverdienstordens Adolphs von Nassau.

Dem Bergreferendar Moritz in Halberstadt, Leutnant d. R., ist das Eiserner Kreuz erster Klasse verliehen worden.

Den Tod für das Vaterland fanden:

am 15. Mai der Bergbaubeflissene Heinrich Sanders, Leutnant d. R. und Flugzeugführer, Inhaber des Eisernen Kreuzes,

der Dipl.-Bergingenieur Albert Müller aus Siegen.