

Entscheidenden Einfluß hat hierbei die Erziehung.

Steigerung der Produktion ist für Deutschland das dringendste, Hebung der Wirtschaftlichkeit der Weg dazu.

Neben der wissenschaftlichen Erziehung wird die Erziehung zur Wirtschaftlichkeit die Grundlage der Ausbildung an den Technischen Hochschulen. Planmäßiger Ausbau der Wirtschaftsabteilungen aller Technischen Hochschulen ist deshalb eine dringende Forderung zum Wohl der deutschen Volkswirtschaft.“

Aus Vereinen und Versammlungen.

4. Technische Tagung des Mitteldeutschen Braunkohlen-Bergbaus, Leipzig.

Leipzig, den 3. und 4. 4. 1925.

In der Universität Leipzig fand eine überaus gut besuchte Technische Tagung des Mitteldeutschen Braunkohlenbergbaues statt, welche vom Vorsitzenden des deutschen Braunkohlenindustrievereins, Generaldirektor Dr.-Ing. E. h. Piatscheck, eröffnet wurde.

Dr. Steinbrecher vom Staatlichen Braunkohlenforschungsinstitut der Bergakademie Freiberg sprach über: „Explosionsversuche mit Braunkohlenstaub“.

Die unheimlichen Explosionskatastrophen unter und über Tage, von denen in letzter Zeit die Kohlenbetriebe heimgesucht worden sind, weisen darauf hin, wie notwendig es ist, den Ursachen dieser Explosionen nachzugehen. Es müssen nicht nur die Ursachen, sondern auch die Vorgänge bei den Explosionen genau erforscht werden. Die Staubexplosionen sind von viel mehr Ursachen abhängig als die gewöhnlichen Gasexplosionen, auf die man die Gesetze der Gastheorie anwenden kann. Die Hauptmomente der Explosionsfähigkeit des Kohlenstaubes sind chemischer und physikalischer Natur, sie beeinflussen sich aber gegenseitig so sehr, daß es überaus schwierig ist, auf experimenteller Grundlage Richtlinien für die Entstehung und Verhütung dieser Explosion aufzustellen. Vor allem sind thermodynamische Gleichungen für die Kohle nicht bekannt, wie sie sich bei den Gasexplosionen anstellen lassen.

Die Grundbedingung für die Entstehung einer Staubexplosion ist das Vorhandensein einer Staubwolke. Ruhig lagernder Kohlenstaub ist nicht zur Explosion zu bringen, selbst nicht mit Dynamit und anderen Sprengmitteln. Erst wenn durch Anwendung eines Sprengstoffes eine Staubwolke aufgewirbelt ist, kann eine zweite Sprengung eine Explosion bewirken. Im Lichtbild zeigt der Vortr., wie in einem Braunkohlenstaubhaufen von 10 kg durch eine Schwarzpulverpatrone wohl eine Zündung, aber keine Explosion auftritt. Auch nicht mit Dynamit tritt Explosion auf. Wichtig für das Auftreten der Explosionen ist der richtige Abstand der Staubteilchen voneinander, oder die Konzentration der Staubwolke. Mit zunehmender Konzentration steigert sich die Möglichkeit einer Explosion. Bei fortgeschrittener Konzentration kommt es zu einem Punkt, bei dem eben noch die Explosion eintreten kann, es ist dies die untere Explosionsgrenze. Mit zunehmender Konzentration werden die Staubexplosionen häufiger und erreichen ein Maximum bei der oberen Explosionsgrenze, unter der man den Punkt der höchsten Konzentration versteht, bei der das Luft- und Staubbgemisch noch zur Explosion ausreicht. Die Explosionsstrecken lassen sich messen durch ziemlich einfache Apparate und man kann durch diese die untere und obere Explosionsgrenze bestimmen. Ein solches Beispiel wurde durchgerechnet und hierbei der Einfluß der Konzentration der Staubwolke auf die Explosionsfähigkeit gezeigt. Es zeigte bei 105° getrocknete Braunkohle von einer Korngröße, daß sie noch durch ein Sieb von 11 000 Maschen pro qcm durchging, keine Explosion, wenn 1492 g Staub in 1 cbm Luft enthalten waren und auch wieder keine Explosion, wenn der Gehalt von 1 cbm Luft an Kohlenstaub 298 g betrug. Es muß also ein bestimmtes Mischungsverhältnis von Luft und Kohlenstaub vorhanden sein, damit keine Explosion mehr eintreten kann. Man muß die Gefahren der Explosion herabdrücken durch möglichste Vermeidung von Kohlenstaub, leider lassen sich aber an manchen Orten des Betriebes die Staubbentwicklungen nicht vollkommen verhindern. Da die Explosionsgrenzen für bestimmte Kohlenarten nicht konstant sind, ist für die Entstehung der Staubwolken die Kenntnis dieser

Grenzen von untergeordneter Bedeutung. Das Hauptaugenmerk muß man richten auf die Erforschung der Ursachen der Staubexplosion und diese werden beeinflusst durch die Feinheit des Staubes, durch die Feuchtigkeit des Staubes, durch die Temperatur und die Größe der Zündquellen und von dem Vorhandensein brennbarer Gase. Das wichtigste ist die Feinheit des Staubes. Je feiner das Kohlenstaubkorn ist, desto leichter explodiert es. Es nimmt mit fortschreitender Feinheit die Übertragung der Wärme stark zu, ferner bewirkt die große Feinheit ein leichteres Schweben des Kornes in der Luft. Weiter zeigen fein verteilte Stoffe die Fähigkeit der Absorption, und zwar absorbieren nach Zsigmondy am stärksten die Bestandteile, die sich am leichtesten komprimieren lassen, das ist in Luft der Sauerstoff. Der Einfluß der Feinheit des Kornes auf die Explosionsfähigkeit konnte im Laboratorium, wie auch im Großbetrieb nachgewiesen werden. So wurden in der Versuchsstrecke in Beuthen Versuche durchgeführt, indem vier Staubsorten zur Explosion gebracht wurden, die chemisch gleich zusammengesetzt waren und auch den gleichen Feuchtigkeitsgehalt hatten, sich nur in der Korngröße unterschieden. Der Versuch zeigte deutlich die stärkere Explosionsfähigkeit des feineren Kohlenstaubes. Ein ähnlicher Versuch wurde auch durchgeführt mit dem bei 105° getrockneten Braunkohlenstaub aus der Sammelnschnecke der Brikettfabrik der Grube Augusta bei Bitterfeld und auch hier zeigte sich beim Absieben durch Siebe mit größeren Maschenzahlen die zunehmende Explosionsfähigkeit, die bei Braunkohle, welche durch das 10 000-Maschensieb hindurchging, schon Explosionsfähigkeit ergaben bei einem Gehalt von 370 g Kohlenstaub in 1 cbm Luft.

Die Explosionsfähigkeit wird weiter beeinflusst durch den Feuchtigkeitsgehalt des Kohlenstaubes und zwar hemmt ansteigende Feuchtigkeit die Explosion. In der Praxis wird ja schon von dieser Eigenschaft Gebrauch gemacht, indem man ausge dehnte Berieselung in den Bergwerken vorsieht. Das mikroskopische Wasser spielt hierbei nur eine untergeordnete Rolle, deutlicher ist der Einfluß der groben Feuchtigkeit. Ein bestimmter Wassergehalt, bei dem die Explosion eintritt, ist nicht anzugeben.

Maßgebend für das Auftreten von Braunkohlenstaubexplosionen ist auch die Größe und Natur der Zündquelle. So konnte mit einem sehr feinen Staub der Grube Elisabeth die Beobachtung gemacht werden, daß bei Zündung mit Ammonit die untere Explosionsgrenze schon bei 130 g Kohlenstaub in 1 cbm Luft lag, bei offenem Holzfeuer war die untere Explosionsgrenze bei 450 g und bei einem drei zentimeterlangen Induktionsfunken bei 750 g Kohlenstaub in 1 cbm Luft. Eine gleiche Abhängigkeit von der Temperatur der Zündquelle ließ sich auch bei Zuckerstaub erkennen. Es ist hieraus zu ersehen, daß die Explosion als eine Funktion der Temperatur der Zünd- bzw. Wärmequelle anzusehen ist. Aber auch die Größe der Zündquelle ist von Einfluß, und es ist dies von Bedeutung bei Sprengungen in Gruben. Auch die Größe der Räume ist für die Explosion von Einfluß. Bei kleinem Querschnitt der Räume liegen die Zündgrenzen niedriger und man kann sagen, daß die Zündgrenzen ungefähr proportional dem Flächenquerschnitt sind. Daraus ist die Folgerung zu ziehen, daß die Orte der größten Staubbentwicklung mit möglichst großem Querschnitt zu halten sind.

Nicht explodierte Kohlenstaubwolken können zur Explosion befähigt werden durch das Vorhandensein oder das Auftreten von Grubengas. Es sind aber nicht nur physikalische Momente für das Auftreten der Explosion maßgebend, auch chemische Einflüsse sind zu berücksichtigen. Verschiedene Kohlenstaubsorten geben verschiedene Explosionsfähigkeiten, und zwar kommen weniger die elementaren Zusammensetzungen als der Gehalt an Asche und flüchtigen Bestandteilen, sowie die Schweltemperaturen in Frage. Mit zunehmendem Aschegehalt der Kohle wird die Explosionsfähigkeit verringert, da die Asche die Entzündung fördernden Teile verringert. Die künstliche Erhöhung des Aschegehaltes durch Gesteinsstaubwolken ist für die Eindämmung der Explosionsgefahren wichtig. Hierbei ist aber auch die Form der Gesteinsstaubwehren von Einfluß. Es konnte ferner gezeigt werden, daß der Gehalt der Kohlen an flüchtigen Bestandteilen die Explosionsfähigkeit beeinflusst, und zwar ist derjenige Kohlenstaub am explosionsfähigsten, der den höchsten Gehalt an Schwelprodukten und flüchtigen Bestandteilen aufweist. Es konnte dies gezeigt werden durch Unter-

suchung verschiedener Kohlenarten, wie Braunkohlen, Torf- und Steinkohlen, die alle sehr trocken und fein gemahlen waren. Auch der Einfluß des Bitumengehaltes wurde untersucht und dann gefunden, daß Bitumen einen die Explosionsfähigkeit erhöhenden Anteil bilden, die harzreichen Bitumensorten sind die explosivsten. Ausschlaggebend sind dann die Mengen der Schwelgase. Die Erdharze zeigen eine größere Explosionsfähigkeit als Montanwachs. Auch der Sauerstoff- und Wasserstoffgehalt der Kohle ist von Einfluß, der disponible Wasserstoff liefert explosionsfähige Verbindungen, der Sauerstoff bildet meist explosionshemmende Kohlensäure. Mit zunehmendem Sauerstoff sinkt daher die Explosionsfähigkeit, aber es ist die Art der Bindung des Sauerstoffes auch zu berücksichtigen. Wird der Sauerstoff verwendet zur Bildung von Kreosoten, dann wird die zur Bildung der Kohlensäure zur Verfügung stehende Sauerstoffmenge verringert, und die Menge des zur Methanbildung geeigneten Wasserstoffes vermehrt. An einer Tabelle wird nun gezeigt, wie die Explosionsfähigkeit steigt mit Zunahme der flüchtigen Bestandteile und Schwelgasmengen und Mengen der brennbaren Gase. Je nach dem Gehalt der Gase an explosionsfähigen Produkten kann die Explosion herabgedrückt werden; wird bei einer bestimmten Zündquelle ein Staub abgeschwult unter Bildung von vielen explodierbaren Gasen, dann ist dieser Kohlenstaub auch leichter explodierbar. Gaskoks und Grudekoks sind schwerer zur Explosion zu bringen. Bei Versuchen auf der Versuchsstrecke konnte Steinkohlenstaub erst zur Explosion gebracht werden bei der doppelten Menge von Sprengstoff. Das Ergebnis der zahlreichen Versuche ist, daß durch die starke Beeinflussung der Explosionsfähigkeit und die große Zahl der explosionshemmenden und fördernden Bedingungen sich nur schwer die richtigen Bedingungen für das Eintreten der Explosionen von Braunkohlenstaub aufstellen lassen. Die auf Grund der chemischen Zusammensetzung an erster Stelle stehenden Kohlen müssen nicht unbedingt wirklich die explosivsten sein; es kann der für am harmlosesten angesehene Staub oft durch eine Verschiebung der Bedingungen am gefährlichsten werden. Die Explosionsfähigkeit mit Induktionsfunken am feinsten Staub untersucht, ergab eine Reihenfolge, die im Einklang stand mit dem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen. Wurde aber der Originalstaub einmal mit Induktionsfunken und das andere Mal mit Sprengstoff gezündet, so ergab sich eine andere Reihenfolge. Es wurden die Staubsorten mit der geringsten Rückstandsmenge auf dem Sieb dann die explosionsfähigsten. Zum Schluß noch ein Wort über die Nachschwaden der Explosion. Wegen der Giftigkeit des Kohlenoxyds interessiert am meisten der Gehalt der Schwaden an diesem. Es ergab sich, daß je nach der Sorte der Kohlen der Gehalt an Kohlenmonoxyd verschieden ist. Die Nachschwaden des feinsten Staubes enthielten am meisten Kohlenoxyd. Je weniger fein der Staub ist, desto unvollkommener wird er durch das Zubodensinken der schweren Anteile gezündet. Der Kohlenoxydgehalt gibt ein Mittel an Hand, um den Nachweis zu erbringen, ob eine Kohlenstaubexplosion oder eine solche durch schlagende Wetter stattgefunden hat. Der nach der Explosion abgelagerte Staub hat einen geringeren Gehalt an flüchtigen Bestandteilen als der ursprüngliche Staub.

Es ist leider erst ein Teil der Fragen der Entstehung der Explosionen durch Braunkohlenstaub geklärt, doch ist zu hoffen, daß durch die in der Versuchsstrecke in Freiberg geplanten Großversuche eine weitere Klärung dieser so überaus wichtigen Frage erreicht werden wird.

Dr.-Ing. Rosin vom Sächsischen Oberhüttenamt, Freiberg:
„Die thermodynamischen und wirtschaftlichen Grundlagen der Kohlenstaubfeuerung“.

Den Untersuchungen war eine Kohle zugrunde gelegt, welche folgende Zusammensetzung zeigte, C 0,58, H 0,04, O 0,16, S 0,015, N 0,005, H₂O 0,13, Asche 0,007. Die Feinheit des Kohlenstaubes ist gekennzeichnet durch die Rückstände auf Sieben von verschiedener Maschenweite.

So hat ein Korn, das noch durch das 4900-Maschensieb geht, eine Kantenlänge von 0,095 mm. Durch Angabe der Rückstände sind aber die Kohlen nur zum geringsten Teil bestimmt. Es sind alle Rechnungen, die sich auf ein Korn von bestimmter Kantenlänge beziehen, nur von Grenzcharakter und mit diesem Vorbehalt sind die durchgeführten Rech-

nungen aufzunehmen. Es ist aber das Grenzverhalten der Verbrennung.

Die Oberfläche des Kohlenstaubes spielt für die Verbrennung eine große Rolle und es sind die Beziehungen zwischen Oberfläche und Brennzeit ermittelt worden. Um welche Dimensionen es sich bei der Vermahlung der Kohle handelt, erkennt man daraus, daß 1 kg Kohle, das so vermahlen wird, daß es durch das 4900-Maschensieb geht, 972·10⁶ Staubkörnern enthält. Bei einem Rückstand von 0,095 ist die Oberflächenvergrößerung auf einem Kilogrammwürfel das Tausendfache, bei einem Rückstand von 0,075 kommen wir schon auf das Millionfache. Eine direkte Beziehung zwischen Brennzeit und Oberfläche konnte nicht gefunden werden, erst wenn man die Oberfläche des einzelnen Kornes zu seinem Gewicht in Beziehung setzte, erhielt man bei der Ermittlung der Brennzeit eine Kurve von Hyperbelform, deren Gleichung ermittelt wurde. Auch der Gasgehalt beeinflusst die Brennzeit, und das ermittelte Gesetz ist gültig auch für größere Dimensionen des Kohlenstaubkorns, und es wurden die Untersuchungen bis auf Briketts ausgedehnt. Auch da stiegen die errechneten Brennzeiten. Wie bei anderer Kohle ist die Kohlenstaubverbrennung eine Oberflächenreaktion. In einer Kurvenschar waren diese Verhältnisse gezeigt und die Abhängigkeit der Brennzeit von der Korngröße. Die Brennzeit, die für die Korngröße von 0,1 mm, 0,1 Sekunden beträgt, fällt dann sehr scharf ab. Der störende Einfluß der Asche auf die Verbrennung ist nicht auf thermische Einflüsse zurückzuführen, vielmehr darauf, daß die wirksame Oberfläche der Kohle durch die Asche verringert wird. Eine Kohle mit 50% Asche hat eine um 55% längere Brennzeit. Bei genügend feiner Ausmahlung wird der Einfluß der Asche auf die Brennzeit aber zu vernachlässigen sein, denn es entsteht bei feiner Vermahlung eine Scheidung in aschereiche und aschearme Kohlen, so daß von einer gewissen Mahlfeinheit an die Asche keinen Einfluß mehr auf die Brennzeit ausübt. Dies alles gilt aber nur so lange, als der Kohlenstaub sich freischwebend erhält. Man muß daher der Kohle einen Raum zur Verfügung stellen, in dem sie sich ausdehnen kann. Wenn man die Asche in den Arbeitsraum bringt, dann ist es nicht notwendig in der Verbrennungskammer die Abscheidung von der Asche vorzunehmen. Bei vielen Vorgängen aber, wie z. B. bei metallurgischen Prozessen, muß die Flamme angebrannt sein, und man braucht deshalb den Ascheabscheidungsraum. Der Ascheabscheidungsraum wird auch deshalb angewandt, weil im Flugstaub eine Anreicherung an Kieselsäure stattfindet, und es hat sich die Konstruktion der Verbrennungsräume zur Kardinalfrage der Kohlenstaubfeuerung herausgestellt. An die Kohlenstaubverbrennungskammern sind folgende Forderungen zu stellen: Der Staub muß in der Kammer vollständig ausbrennen, er muß freischwebend erhalten werden und darf nirgends anprallen. In der Kammer muß ein stetiger Unterdruck vorhanden sein, und die Temperatur der inneren Wand muß unterhalb der Erweichungstemperatur der Wandmaterialien liegen. Es muß die Brennzeit und Geschwindigkeit der Rauchgase auch mit dem Brennweg in Einklang gebracht werden. Man hat in manchen Fällen versucht, den Brennweg zu vergrößern nicht durch Vergrößerung der Verbrennungskammer, sondern durch Flammenumwege, aber die Geschwindigkeit des Gaseintritts wurde dadurch herabgesetzt. Es würde in der Kammer ein Überdruck entstehen, der leicht zu Zerstörungen führt. Zwischen der Brennzeit, der Kammerbelastung und dem Zug bestehen gewisse Beziehungen.

Es sind Rechnungen durchgeführt worden. Für die Belastung wurde eine Formel errechnet, es ist die höchste Belastung umgekehrt proportional der Brennzeit.

Man muß aber bedenken, daß die Verbrennungen für gewöhnlich mit einem Luftüberschuß vor sich gehen, wodurch eine Temperaturverminderung eintritt. Man erhält dann andere Kammerbelastungen. Größer noch als der Einfluß der Temperatur auf Brennzeit und Kammerbelastung ist der Einfluß des Gasgehalts. Nach Eintritt des Kohlenstaubs in die Verbrennungskammer tritt eine Entgasung ein, und das Verhältnis Oberfläche zu Gewicht wird verändert. An zwei Kohlen sind die Verhältnisse durchgerechnet worden, die Brennzeit des Flammkokes war 21/2 mal so groß wie die der getrockneten Braunkohle. Will man auf die gleichen Brennzeiten kommen, so muß man auf ein größeres Verhältnis von Oberfläche zu Gewicht heruntermahlen.

Die letzte Bedingung, die bei Kohlenstaubeuerung zu erfüllen ist, ist die, daß die Temperatur der inneren Kammerfläche nicht über dem Erweichungspunkt des feuerfesten Materials liegen darf. Es muß sofort nach der Flammenbildung ein Wärmeübergang auf das Arbeitsgut stattfinden, sperrt man die Wärme in die Kammer ein, so darf man sich nicht wundern, wenn die Kammern dauernd geschädigt werden. Der Übergang der Wärme kann stattfinden durch Strahlung oder Berührung. Bei der Oberflächenfeuerung ist die einzige Möglichkeit der Wärmeübertragung die Strahlung. Wir müssen also einen bestimmten Teil der Wärme abstrahlen, damit die Temperatur in der Kammer nicht über die Erweichungstemperatur des feuerfesten Materials steigt. Die abstrahlende Wärme läßt sich auf Grund des Stephan-Boltzmannschen Gesetzes berechnen, und es wird dies an einem Zahlenbeispiel durchgeführt.

Aus diesen thermodynamischen Grunddaten folgen wirtschaftliche Betrachtungen für die technische Durchbildung der Kohlenstaubeuerung. Kohlenstaub, der einen wesentlichen Rückstand auf dem 900-Maschensieb hat, ergibt sehr geringe Kammerbelastungen. Es steigen die Gefahren der Zerstörung und die Schwierigkeiten durch Flugasche. Nach den bisherigen Versuchen ist die höchste Brennzeit von zwei Sekunden erreicht, wenn der Kohlenstaub keinen Rückstand auf dem 900-Maschensieb und 10% Rückstand auf dem 4900-Maschensieb ergibt. Es entsteht nun die Frage, ob die Herstellung eines solchen Staubes noch wirtschaftlich ist, d. h. ob die Kosten der Herstellung nicht größer sind, als die wirtschaftlichen Vorteile, die man durch die Staubkohlenfeuerung erzielen kann. Weiter ist zu berücksichtigen, daß jedes Prozent mehr an Feuchtigkeit den Mahlaufwand erhöht. Nach den bisherigen Versuchen liegt die obere Grenze für den Feuchtigkeitsgehalt bei 10%. Wenn wir das Verhalten von getrockneter Braunkohle betrachten, so sehen wir, daß hierin entscheidende Momente liegen. Wenn man auf 10% heruntertrocknet, dann besteht die Gefahr der hygroscopischen Wasseraufnahme und der Selbstentzündung. Es müssen die Trocknung und die Mahlung örtlich und zeitlich miteinander verbunden werden, d. h., die Braunkohlenlieferanten müssen die Lieferanten des Kohlenstaubs werden. Zu erörtern wäre dann noch, wie sich Dampf- und direkte Trocknung hinsichtlich der Sicherheit und Wirtschaftlichkeit stellen. Außer der getrockneten Braunkohle kommt für die Kohlenstaubeuerung noch Grudestaub in Frage, und vielfach ist man der Ansicht, daß Grudestaub für die Kohlenstaubeuerung das gegebene ist. Man muß aber bei Grudekoks feiner vermahlen, Grudekoks hat die Neigung, Wasser aufzunehmen und sich auf 7% Feuchtigkeit einzustellen, außerdem neigt er zur Selbstentzündung. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, die Schwelung und die Stauberstellung örtlich und zeitlich zu verbinden. Für getrockneten Grudekoks hat man einen höheren Mahlaufwand zu leisten als bei getrockneten Braunkohlen, man muß auch feiner ausmahlen. Im allgemeinen ist der Kraftaufwand für die Verarbeitung von Grudekoks für Staubkohlenfeuerung doppelt so groß wie bei Braunkohle und es läuft daher die Frage darauf hinaus, ob es möglich ist, Grudekoks so wirtschaftlich herzustellen, daß der Staub nicht teurer wird als der Staub aus getrockneter Braunkohle. Die Entscheidung darüber ist von rein wirtschaftlichen Bedingungen abhängig und hängt ab von dem Schwelprozeß und dem Preis, den man für die Teerprodukte erzielen kann. Die Beantwortung der wirtschaftlichen Fragen ist nicht so einheitlich möglich wie die der thermodynamischen Fragen. Die Wirtschaftlichkeit ist der Ausgleich zwischen dem Naturgesetz und der mit der gewinnbringenden Gestaltung ringenden Praxis. Wir haben es deshalb mit einer Gleichung mit verschiedenen Veränderlichen zu tun, die je nach deren Wert zu verschiedenen Ergebnissen führt.

Bergwerksdirektor Dipl.-Ing. von Delius, Plessa: „*Bauart und Wirtschaftlichkeit der ersten Abraumförderbrücke*“.

Dr. von Gruber, Jena: „*Der neue Theodolit der Zeißwerke und Erfahrungen in der Anwendung der Photogrammetrie in Braunkohlentagebauen*“.

Dr.-Ing. W. Pothmann, vom Deutschen Braunkohlenindustrieverein Halle a. d. S. sprach dann über: „*Die Grundzüge der wissenschaftlichen Betriebsführung*“.

Mit der Erforschung der menschlichen Arbeitskraft hat man in Deutschland erst in den letzten Jahren begonnen, Amerika

ist uns hier weit vorangegangen, was erklärlich ist durch die erheblich höher gewesenen Löhne und dadurch bedingte Notwendigkeit, die menschliche Arbeitskraft auszuschöpfen, soweit dies ohne Schädigung der Gesundheit möglich war. Der Begründer der wissenschaftlichen Betriebsführung ist Taylor, dessen Bestrebungen ausgingen von dem Grundsatz, einen Einblick zu gewinnen in die technische Seite des Arbeitsprozesses, um die beste Leistungsfähigkeit zu erzielen. Der Vortr. geht des näheren auf die Arbeiten Taylors ein, verweist dann auf die Arbeiten Kraepelin, sowie des eigentlichen Schöpfers der Psychotechnik Münsterberg, um dann auf die psychologischen Untersuchungen einzugehen. Man muß sich aber auch der Grenzen dieses Verfahrens bewußt sein. Je höher qualifiziert eine Arbeit ist, desto mehr lohnt es sich, die psychologischen Untersuchungen vorzunehmen. Ist die Auswahl der Personen getroffen, dann kommt es darauf an, das beste Verfahren für die Arbeit zu finden. Diesem Punkt haben wir in Deutschland größere Aufmerksamkeit geschenkt als Amerika. Der Vortr. verweist sodann auf die Gründung des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Arbeitsphysiologie, um dann noch auf das Verhalten der Arbeiterschaft zu diesen neuen Arbeiten einzugehen. Erwähnt sei, daß der 10. Gewerkschaftskongreß den Beschluß gefaßt hat, die psychotechnische Lehrlingsprüfung einzuführen, und daß sich auch Lenin sehr lebhaft dafür eingesetzt hat. Die von der Arbeiterschaft zum Teil angeführten Bedenken, wie z. B., daß der Einfluß der Arbeiter verschwinde, wenn die Arbeitgeber erst einen Einblick in die Arbeitsprozesse gewinnen, oder daß verbrauchte Arbeiter entlassen würden, ist für Deutschland, wo die Arbeitskraft so geschätzt ist, hinfällig. Auch der Einwand, die psychotechnischen Methoden seien gewerkschaftsfeindlich, ist hinfällig. Die wissenschaftliche Betriebsführung ist weder gewerkschaftlich feindlich, noch gewerkschaftsfreundlich, sie verlangt ein harmonisches Zusammenarbeiten von Arbeitgebern und Arbeitnehmern und es sei darauf hingewiesen, daß Taylor selbst sagte, in seinem Betrieb sei niemals ein Streik ausgebrochen nach Einführung dieses Systems.

Prof. Kegel von der Sächsischen Bergakademie Freiberg: „*Anwendung der wissenschaftlichen Betriebsführung auf den Braunkohlenbergbau*“.

Dr. Harm vom Deutschen Ausschuß für technisches Schulwesen, Berlin, über: „*Neuzeitliche Facharbeiterausbildung in Werkstatt und Schule*“.

Die Zeit nach dem Kriege hat das Menschenproblem in den Vordergrund aller Betrachtungen in der Wirtschaft gestellt. Das Problem der Erziehung technischer Facharbeiter steht mehr denn je im Vordergrund des Interesses. Der Deutsche Ausschuß für technisches Schulwesen, der 1908 vom Verein deutscher Ingenieure und vom Verein deutscher Maschinenbauanstalten gegründet wurde, hat das Ziel, die moderne Facharbeiterausbildung in Werkstätten und Schule zu erreichen. Es wird nun ein Bild über die Lehrpläne des Datsch gegeben. Die Lehrgänge geben genaue Anweisungen für die Lehrlingsausbildung, in mustergültigen Zeichnungen sind alle Handgriffe festgelegt. Diese Lehrgänge sollen Richtlinien sein, jede Werkstatt wird nach ihnen ihre eigenen Arbeitsgänge schaffen können. An einer Reihe von Bildern wurden solche Lehrgänge gezeigt.

Kohlentagung in Essen

vom 25. bis 27. April 1925.

Der Gauverband Rheinland und Westfalen des Vereins deutscher Ingenieure hat unter Mitwirkung des Vereins für die bergbäulichen Interessen, der Ruhrkohle A.-G., des Dampfkesselüberwachungsvereins der Zechen im Oberbergamtsbezirk Dortmund und des Vereins der Gas-, Wasser- und Elektrizitätsfachmänner Rheinlands und Westfalens nach Essen eine Tagung einberufen, die von über 1000 Teilnehmern besucht war. Wie der Vorsitzende, Bergwerksdirektor Lwowski, in seiner Begrüßungsrede hervorhob, handelte es sich um eine Tagung rein technischer Art, doch sind die zu behandelnden Probleme eng verwoben mit den Problemen der Wirtschaft und Kultur, denn ohne die Hilfe des Technikers ist eine Entwicklung der Wirtschaft gar nicht möglich. Der Steinkohlenbergbau ist in den letzten Jahrzehnten etwas geworden, das weit über den

Rahmen des alten Bergbaues hinausgeht und heute nicht nur bergmännische Tätigkeit umschließt. Die Wirtschaftlichkeit des Bergbaues verlangt Mechanisierung und Zusammenarbeit von Bergingenieuren, Maschineningenieuren, Elektroingenieuren und Chemikern. Der Verein deutscher Ingenieure betont diesen Gedanken der Notwendigkeit des Zusammenschlusses im Interesse der Vervollkommenheit der Technik und der gedeihlichen Entwicklung der Wirtschaft. Eine der wichtigsten Aufgaben ist in dieser Richtung die Erziehung der studentischen Jugend, und es muß deshalb eine Zusammenarbeit der Technischen Hochschulen und Bergakademien erfolgen. Sehr zu begrüßen ist es, daß in Preußen die Bergakademie Berlin der Technischen Hochschule Charlottenburg angegliedert worden ist, und daß auch die Technischen Hochschulen Aachen und Breslau eigene Bergabteilungen besitzen. Nur Claustal und Freiberg stehen noch allein, da bei ihnen eine Angliederung an die Technischen Hochschulen Hannover und Dresden auf Widerstand stößt.

Den ersten Vortrag hielt Prof. Dr.-Ing. Herbst, Essen: „Der heutige Stand der maschinellen Kohलगewinnung in technischer und wirtschaftlicher Beziehung“.

Vortr. gab einen Überblick über die maschinellen Anlagen zur Kohलगewinnung und deren Entwicklung in den letzten 10 Jahren. Für die Wirtschaftlichkeit erfolgreiche Verwendung der verschiedenen maschinellen Hilfsmittel ist die sorgfältige Berücksichtigung der geologischen Verhältnisse, die Lagerungsverhältnisse, sowie die Beschaffenheit der Kohle wichtig. Ein Vorteil der maschinellen Gewinnung ist immer der stückreiche Fall der Kohle und die Schonung des Nebengesteins. Zur maschinellen Gewinnung der Steinkohle kommen in neuerer Zeit nur einige Bauarten in Betracht; die Säulen-Stoßschrämmaschinen, die Stangenschrämmaschinen und die Kettenschrämmaschinen. Der Preßluftbetrieb ließ die Bohrhämmer und die Preßluftpicken in die Grubenbetriebe eindringen. Das einfachste Hilfsmittel ist die Ausnutzung des Gebirgsdruckes auf die Kohle, der durch zweckmäßige Führung des Abbaues nach Möglichkeit unterstützt wird. Die Schießarbeit ist durch die Zunahme der maschinellen Gewinnung zurückgedrängt worden, namentlich infolge Gefährdung durch Zunahme des Steinfalles sowie durch Schlagwetter- und Steinkohlenexplosionen. Die Keilarbeit kann, wie die Schießarbeit, mit oder ohne Zuhilfenahme der Schrämarbeit ausgeführt werden.

Um die Maschine möglichst günstig auszunutzen, müssen die Maschinen möglichst lang beschäftigt sein. Das gilt besonders für die Schrämmaschinen, während bei den Abbauhämmern die Abhängigkeit von der Arbeitszeit nicht so groß ist. Vortr. sprach zum Schluß den Wunsch aus, daß der Bergbau in seinem eigenen Interesse in größerem Maße zur Verwendung akademisch gebildeter Kräfte übergehen solle.

Prof. Dr.-Ing. E. H. Philipp, Charlottenburg: „Der elektrische Antrieb beim Abbau in Schlagwettergruben“.

Die technische Entwicklung des Rheinisch-Westfälischen Bergbaues ist gekennzeichnet durch die in den Jahren 1914–24 stark angestiegene Zahl der Maschinen. Die geringe Verwendung des elektrischen Antriebes in Deutschland hat ihren Grund in den Bedenken, hinsichtlich der Möglichkeit der Zündung schlagender Wetter, der Feuergefahr und Gefahr durch die Berührung der Hochspannungsleitung. Der elektrische Antrieb ist jedoch jetzt derartig ausgebildet, daß auch in Schlagwetter gefährdeten Gruben praktisch vollkommene Sicherheit besteht. Erwähnt wurden auch die schlagwetterssicheren Kapselungen und die Verwendung des Plattenschutzes. Vorsicht ist bei der Verwendung von Öl, das in den Ölschaltern und Transformatoren nicht immer zu vermeiden ist, geboten. Hinsichtlich der Feuersicherheit werden die ganzen Anlagen durchgeführt nach den Richtlinien des Verbandes deutscher Elektrotechniker. Bezüglich der Berührungse Gefahr ist darauf hinzuweisen, daß alle Teile, die der zufälligen Berührung ausgesetzt sind, gut geerdet werden müssen.

Dr. Lepsius, Berlin: „Ein neues elektrisches zündschnurloses Zeitzündverfahren“, welches in jüngster Zeit auf einigen Steinkohlenzechen des Ruhrreviers praktisch erprobt und eingeführt worden ist.

Der neue Zünder verzichtet ganz auf Zündschnur; es ist vielmehr ein besonderer Verzögerungssatz eingebaut, der einmal viel weniger Gas als die Zündschnur abgibt, einen kaum

nennenswerten Raum verbraucht, und überdies so exakt arbeitet, daß Zeitfolgen von nur einer halben Sekunde mit Sicherheit eingehalten werden, da die Fehlergrenze nur höchstens $\frac{1}{10}$ Sekunde beträgt.

Das wesentliche Verdienst der Konstruktion dieses Zünders gebührt Wilhelm Eschbach in Kroisdorf und die Hauptschwierigkeit war die, ein Material zu finden, das stets in gleicher Korngröße herstellbar und so stark komprimierbar war, daß sich eine gleichmäßige fortschreitende Verbrennung ergab. Die bei dieser Verbrennung freiwerdenden geringen Mengen Gase können durch einen kleinen Schlitz am Strom-eintrittende entweichen. Die Herstellung machte anfangs sehr große Schwierigkeiten, da das Material mit mehreren tausend Atmosphären angepreßt werden muß, um die erwähnten kleinen Räume zu ergeben. Und das Resultat ist, daß elektrische Zündschnurzünder bei Brenndauerdifferenzen von einer Sekunde um je zwei Zentimeter länger sind, während diese zündschnurlosen elektrischen Zeitzünder bei gleicher Brenndauerdifferenz von je einer Sekunde nur je drei Millimeter länger zu sein brauchen. Es können mit Sicherheit gleichzeitig gezündete Schüsse in Abständen von je einer halben Sekunde zur Entladung gebracht werden. Diese Frage ist nämlich für Schlagwettergruben von besonderer Wichtigkeit und die Bergbehörde hat die Zünder unter der Bedingung in Steinkohlenbergwerken ausdrücklich zugelassen, daß die einzelnen Zünder in einer Zünderreihe sich höchstens um eine halbe Sekunde in der Brenndauer unterscheiden und höchstens zehn Zeitzünder zu einer Zünderreihe vereinigt werden. Der Effekt dieser Vorschrift ist der, daß Gase, die in einer halben Sekunde freiwerden, durch den folgenden Schuß, also nach einer halben Sekunde, noch nicht gezündet werden können und daß in der Gesamtzeit von fünf Minuten, nämlich zehn Zeiten von je einer halben Sekunde, die freigewordenen Gase sich noch nicht so mit der Stollenluft haben mischen können, daß Explosionsgefahr bestände.

Prof. Dr. Groß, Breslau: „Steinkohlenaufbereitung auf Grund physikalischer Eigenschaften ihrer Gemengteile, dargestellt nach dem gegenwärtigen Stand der Technik“.

Bei allen Aufbereitungsvorgängen ist die Frage zugrundegelegt, wie die größte Leistung bei reinstem Ausbringen mit dem geringsten Geldaufwand zu erreichen ist. Zwischen der Erzaufbereitung und der Kohlenaufbereitung ist ein Unterschied. Der Erzaufbereiter will seine Verfahren stets nach der technischen Seite vervollkommen, um auf Grund seiner Verkaufsbestimmungen entsprechende Produkte zu liefern. Die Verkaufsformel trägt der Reinheit des Erzes Rechnung. Bei der Kohlenaufbereitung ist ein solches Streben nach Verfeinerung der Produkte nicht vorhanden, denn nur selten geschieht der Verkauf nach Calorigehalt, noch werden Kohlenprämien für den gerinsten Asche- und Schwefelgehalt bezahlt. Je mehr aber die Kohle statt rohes Feuerungsmaterial als chemisches Rohprodukt angesehen wird, desto mehr nähern sich die Aufbereitungsmethoden der Kohle jener der Erze. Von den bis jetzt nutzbar gemachten physikalischen Eigenschaften kommen bei der Kohlenaufbereitung für die Trennung der sie zusammensetzenden Stoffe die Farbe, das spezifische Gewicht, die Festigkeit, der Reibungskoeffizient, die Kornform und die Oberflächenenergie in Frage. Magnetische Erregbarkeit und elektrische Leitfähigkeit hat man bis jetzt für die Aufbereitung der Kohle nicht verwenden können. Bei allen Verfahren treten mehrere physikalische Eigenschaften in gegenseitigem Wechsel auf. Neben der Gewinnungsmethode spielen Festigkeit, Spaltbarkeit und Zerreiblichkeit eine Rolle.

Bei der Klaubearbeit des Grobkornes sind auch Farbe und Glanz ausschlaggebend. In der Mehrzahl aller Steinkohlenaufbereitungen vollzieht sich der Rest des Veredlungsverfahrens unter Einhaltung der erforderlichen Klassierung nach der Korngröße auf Grund des spezifischen Gewichtes. Abhäsions- und Absorptionseigenschaften bestimmen die Entwässerungsmöglichkeit in Setzmaschinen, Herden, Spitzkästen, Stromapparaten, Waschrinnen. Bei der Sand-Flotation ist der Erfolg der Trennung in erster Linie von der Spannungsdifferenz in dem spezifischen Gewicht abhängig. Die Kornform kann bei blättriger Ausbildung (Niederschlesien) einen wesentlichen Einfluß auf den Ablauf des Setzprozesses ausüben. Erschwerend wirkt der Einfluß der Kornform bei geringer Differenz der spezi-

fischen Gewichte von Reinkohle und Mittelprodukt. Die Eigenschaften der äußeren Reibung zwischen dem aufzubereitenden Produkt und dem Wasser, sowie die innere Reibung des Schlamms sind bis jetzt noch sehr wenig auf ihre Bedeutung für die sogenannte *naßmechanische* Aufbereitung untersucht worden. Sie kommen aber bestimmt bei all den Verfahren in Frage, die die Oberflächenenergie der Kohlenbestandteile zur Trennung benutzen. Der Einfluß der inneren und äußeren Reibung ist besonders bei den neueren Verfahren der Schlammkohlensaufbereitung und den besonders in Amerika ausgeführten Öl-Adsorptions-Verfahren wesentlich.

Vortr. wendet sich nun den einzelnen Verfahren zu. Besondere Aufmerksamkeit ist dem Transport zu schenken, und eine wichtige Neuerung ist die Einschaltung richtig bemessener Bunker. Immer größere Ausbreitung erlangt die Staubabsaugung. Ist sie durch die Feuchtigkeit der Kohle nicht möglich, so ist die nasse Entfernung aller Feinkohle zwischen Bunker und Setzwäsche zu empfehlen. Klassierapparate und Setzmaschinen arbeiten nach dieser Vorentschlammung wesentlich besser. Durch die Schwimmaufbereitung sind wir jetzt in der Lage, reines Gut herzustellen, falls die durchgebraute Kohle nicht aschearm genug sein sollte, um unmittelbar der Kokskohle zugesetzt zu werden.

Es wird nun das Gebiet der Setzmaschinen erörtert. Nach Ansicht des Vortr. sind die jetzt verwendeten Setzmaschinen Produkte der augenblicklichen Zeitverhältnisse. In den letzten Jahren ist entschieden eine Bevorzugung der Stromsetzmaschine wegen ihrer größeren Leistungsfähigkeit zu bemerken. Auch schenkt man der Form des Setzgutträgers und dem Austrag erhöhte Aufmerksamkeit.

Einen wesentlichen Fortschritt hat das Rheo-Waschverfahren gebracht. Die Rheowäsche will Grobkohle bis zu 18 mm, Feinkohle bis zu 12 mm und Schlamm bis zu 5 mm aufbereiten. Für die Wirksamkeit der Rheowäsche ist ein gleichmäßiges Aufgeben nach Menge und Stoffzusammensetzung notwendig, sonst sind die leichter regulierbaren Setzmaschinen vorzuziehen. Bei der Aufbereitung von Steinkohlen und Schlämmen wird bei den Austragschlitzen Klarwasser-Gegenstrom eingeführt. Wechselt die Zusammensetzung des Roh-Haufwerkes häufig, so können sich Setzmaschinen zweckmäßiger erweisen.

Vortr. wendet sich dann den trockenen Aufbereitungsverfahren der Steinkohle zu, die in Deutschland trotz der vielen Patente noch nicht über die Staubabsaugung hinausgekommen sind. Anders in Amerika, wo der Fliehkraftseparator in Anwendung gekommen ist, der Kohle bis auf 1–2% von Schiefer reinigen können soll, bei einer Stundenleistung von 5–8 t, sowie das Drucklufttherdverfahren, welches Kohle von 30–40 mm pneumatisch aufbereiten will.

Alle Verfahren sind nicht in der Lage, Kohlschlamm unter 0,4 mm, in einzelnen Fällen unter 0,25 mm, wirkungsvoll aufzubereiten. Zur Schlammaufbereitung führt man die Schlämme über Feinsiebschüttelrinnen. Gleichzeitig wird in der Nähe der Aufgabe Frischwasser aufgebraut, das die tonige Substanz durch die Siebe hinwegführen soll. Die Kohle wird in gereinigtem und stark vorgetrocknetem Zustand ausgetragen. Die Grenze für das Verfahren besteht darin, daß man durch feinere Siebe als etwa 0,25 mm Maschenweite die Tontrübe nicht genügend zum Durchlauf bringen kann.

Die Öladsorptionsverfahren haben endlich die Lösung des Kohlschlammproblems gebracht. In Deutschland hat nur das Schaum-Schwimmverfahren Eingang gefunden, und zwar stehen sich hier das Druckluft- und das Rührwerksverfahren gegenüber. Der wesentliche Unterschied besteht in der Erzeugung des Schaumes. Beim Druckluftverfahren wird Druckluft in das Gemisch eingeblasen. Beim Rührwerksverfahren wird die Luft in die Flüssigkeit eingeweicht. Bei diesem Verfahren liegt ein Vorteil in der weitgehenden Emulgierung des Flotationsmittels. Das Rührwerksverfahren ist bis zu Korngrößen von 2 und sogar 3,5 mm anwendbar, die Druckluftflotation bis zu 0,4–0,5 mm. Die Schaum-Schwimmverfahren sind aber nicht in allen Fällen der Druckluftflotation überlegen. Man wird wohl meist versuchen, dem Verfahren nicht unnötig große Mengen zuzuführen, sondern das Korn bis 0,5 mm auf Setzmaschine und Stromwäsche vorzubereiten. Nur aus betrieblichen Gründen oder bei schlechten Flotationsergebnissen des Schlamms wird

man sich entschließen, bis zu den Maximalkorngrößen in die Flotation zu gehen. Vielfach ist man bei Schlämmen mit hochdispersen Tonen überhaupt nicht in der Lage, durch Rührwerksverfahren im ersten Gang Kohle unter 14–16% Asche zu erzielen; dann wirken Druckluftzellen besser, weil bei ihnen der Ton nicht wie bei Rührwerken nachzerkleinert wird.

Es scheint heute technisch stets möglich, aus jedem Kohlschlamm reine Kohle auszufлотieren. Das Verfahren findet aber bei einem Ausbringen von weniger als 33% Edelkohle mit unter 7–8% Asche seine Grenze durch die Anlage- und Betriebskosten.

Der Trent-Amalgam-Prozeß wird hauptsächlich im Ausland angewandt. Kohle und Öl ballen sich durch heftiges Rühren mit Heizöl (15%) zu kaviarähnlichen Knollen zusammen, die nahezu frei von Wasser sind. Die Bergbestandteile werden dann durch Klassieren getrennt. Hierbei wurde ein Produkt von 8890 kg/cal. erreicht. Das Verfahren verdient Beachtung, weil man die Kohle nahezu wasserfrei erhält und weil für das Kohlenverflüssigungsverfahren nach Bergius eine ähnliche Amalgamierung als Vorbereitung dient.

Über die Entwässerung der groben Kohlenklassen ist nichts Neues zu berichten.

Direktor C a n t i e n y, Berlin: „Der gegenwärtige Stand der Steinkohlenschwelung in Deutschland“.

Ueber die Tieftemperaturbehandlung oder die Schwelung der Steinkohlen ist in den letzten Jahren viel gesprochen und geschrieben worden. Während man in England schon vor dem Kriege anfang, an die Schaffung eines rauchlosen Brennstoffes zu gehen, hat man in Deutschland das Interesse den flüssigen Brennstoffen zugewandt, als wir vom ausländischen Ölmarkt abgeschnitten waren. Die an die Tieftemperaturbehandlung gestellten hohen Erwartungen sind nicht voll erfüllt worden. Vortr. behandelt die Frage, ob die Schwelung an sich berechtigt ist und was für Möglichkeiten sie mit Rücksicht auf die deutsche Kohlenwirtschaft bietet. Die Frage der Tieftemperaturbehandlung der Brennstoffe kann heute nur noch unter dem Gesichtspunkt des Wärmeinhaltes und des Umsetzungswirkungsgrades der bei der Schwelung anfallenden Erzeugnisse bei ihrer Verbrennung in Feuerungen oder Motoren betrachtet werden. Die Gewinnung chemisch hochwertiger Erzeugnisse ist ebenso wie diejenige von Schmierölen aus dem Teer zwar sehr aussichtsreich, aber ihr Umfang ist gegenwärtig noch nicht groß genug, um die Wirtschaftlichkeit der Steinkohlenschwelung zu beeinflussen. Maßgebend für die Schwelung ist in Deutschland nur der Preis der Stoffe. In den Siegerstaaten, in England, Japan und Amerika liegen die Verhältnisse anders, da diese aktive Politik treiben können und Industrien schaffen können, die im Falle kriegerischer Verwicklungen die Möglichkeit geben, Öl im Inland zu produzieren, wobei der Preis keine Rolle spielt.

Heute werden 5% der Menge oder 6% des Wertes des Urteers in der chemischen Industrie verarbeitet. Die Schwelung ist letzten Endes nichts anderes, als Wärmeübertragung auf die Kohle. Hierzu gibt es verschiedene Möglichkeiten, die man zusammenfassen kann in den Weg der Innenheizung und den Weg der Außenheizung. Die Innenheizung, bei der die Wärmeträger die Kohle durchstreifen, ist theoretisch der beste Weg; sie eignet sich für die mitteldeutschen Braunkohlen, bei denen man ohne nennenswerte Gasentwicklung arbeiten kann, und die während des Schwelprozesses nicht zusammenbacken.

Auf der anderen Seite stehen die Verfahren der Außenheizung, bei der die Kohlen irgendwie auf einer Platte, die von außen geheizt wird, verschwelt werden. Hierbei erhält man unverdünnte Erzeugnisse.

Vorteilhaft ist ein ständiges Umwälzen der Kohle, damit jedes Teilchen mit der heizenden Wand in Berührung kommt. Die Temperaturgrenzen sind leicht einzuhalten und man kann auf große Durchsätze kommen.

Mit Hilfe der Drehtrommel, die sich in der Zementindustrie als sehr betriebssicher erwiesen hat, ist ein gleichmäßiges Umwenden und eine gleichmäßige Wärmezufuhr möglich. Verbunden ist damit das gleichzeitige Durchfördern des Gutes durch die Schweißeinrichtungen. Man kann in der Drehtrommel auch Staubkohle verschwelen, bituminösen Schiefer, Ölkalk usw., sowie Braunkohle, wenn vorher der Wasserballast ausgetrieben ist. Ferner bietet die Drehtrommel die Möglichkeit, einen ständigen Betrieb durchzu-

führen. Der Durchsatz, das Einfüllen und Entleeren gehen automatisch vor und es entfallen die sogenannten ungaren Öfenköpfe. Eine Frage ist noch zu berücksichtigen bei der Außenheizung, nämlich die Festigkeit des Materials. Bei der Außenbeheizung ist es nur möglich, die Trommel an beiden Enden zu stützen. Bei der angewandten Temperatur von 500–600° läßt aber die Festigkeit des Eisens nach und es entstehen Beanspruchungen, denen das Material nicht ohne weiteres gewachsen sein dürfte. Um die erhitzten Wände von der Tragarbeit zu entlasten nimmt man ein gekühltes Gas. In die normale Trommel wird ein zweites Rohr eingebaut; die Kühlung erfolgt, indem die Kohle erst die Innentrommel durchwandert und dann erst in die Außentrommel tritt.

Eine Verwendungsmöglichkeit des Halbkokes ist die Verwendung in den Kupolöfen der Gießereien, wobei man 25 % Brennstoffersparnis erzielen kann und ein leicht flüssiges Eisen erhält. In dem Brennstoff ist zwar der Schwefelgehalt abgestiegen, im Eisen selbst aber um 10–12 % zurückgegangen, weil man mit einer geringeren Brennstoffmenge auskommt und 30 % des Schwefels des Kokes im Kupolofen in das Eisen übergehen. Ein endgültiges Urteil über die Schwefelfrage ist erst nach ausgedehnten Großversuchen möglich. Die Schwelung wird in Zukunft dort am Platze sein, wo durch die Vershwelung eine Veredlung möglich ist.

Man soll nicht schwelen, wo man die Kohle verkoken kann. Durch die Einführung der trockenen Kokskühlung in die Schweltechnik ist zu erwarten, daß die Schwelung zur Erzeugung von Magerungsmitteln für guten Koks, als Reduktionsstoff für Erze angewendet wird, ferner dort, wo behördliche Vorschriften das Verbrennen eines vorhandenen bituminösen Brennstoffes verbieten. Bei Kohlen mit hohem Schwefelgehalt scheint die Möglichkeit zu bestehen, den Schwefelgehalt herabzusetzen, so daß eine Verwertbarkeit gegeben ist, die vorher wegen der Anfressungen der Kessel nicht möglich war.

Generaldirektor Dr. Bergius, Heidelberg: „Die Verflüssigung der Kohle“.

Das Interesse an der Aufbereitung der Kohle kommt von zwei Seiten, von den Kohlenproduzenten, die minderwertige Kohlen verarbeiten wollen, und von den Kreisen, die sich Sorge zu machen haben, woher der Bedarf an flüssigen Brennstoffen gedeckt werden soll. Bei einem Versiegen der Erdölquellen können die flüssigen Brennstoffe nur aus der Kohle kommen. Welche Bedeutung die Frage der flüssigen Brennstoffe hat, ersieht man aus einem Überblick über die Entwicklung des Ölkonsums der letzten Jahre, die bedingt ist durch die Entwicklung der Motorfahrzeuge und der Ölfeuerung auf den Schiffen. Während vor dem Kriege 1914 in der Welt rund zwei Millionen Motorfahrzeuge vorhanden waren, wird ihre Zahl heute auf etwa 20 Millionen geschätzt. Während vor dem Kriege nur etwa 4 % der Schiffsheizung durch Ölfeuerung erfolgt, werden heute nach englischen und amerikanischen Zahlen ungefähr 38 % des Heizbedarfes der Schiffe von Öl gedeckt. Der Bedarf an flüssigen Brennstoffen wird mit der Zeit wohl noch wesentlich steigen, denn die Entwicklung des Dieselschiffes ist erst in den Anfängen, und auch der wachsende Bedarf der Luftschifffahrt wird noch größere Anforderungen an flüssige Brennstoffe stellen. Die Hoffnungen, die man auf die Ölgewinnung aus Schwel-, Generator- und Tieftemperaturteeren gesetzt hatte, haben sich nicht erfüllt. Die Schwelung ist wohl eine Methode, um gewisse minderwertige Brennstoffe zu veredeln, und wenn man bedenkt, daß selbst die Kokerei nur 1 % der Weltproduktion an flüssigen Brennstoffen liefert, so kann man sich ein Bild davon machen, wie lange es dauern wird, bis die Vershwelung auch nur 1/10 % der Weltproduktion an flüssigen Brennstoffen zu liefern vermag. Ein Verfahren, welches nur 5 % der Kohle in Teer verwandelt, kann unmöglich den Weltbedarf an flüssigen Brennstoffen decken. Man hat sich bemüht, Kohle sehr fein zu mahlen und in Öl zu suspendieren, erhält jedoch so nur ein durch festen Kohlenstaub verdünntes Öl, aber keinen Motortreibstoff. Es fragt sich nun, ob man Kohle in einem Lösungsmittel auflösen kann, um eine echte beständige Lösung zu erhalten. Die Kohle ist sehr wenig löslich. Man kann in ge-

wissen Kohlen bis zu 20 % herauslösen. Um die Kohle chemisch aufzuschließen, hat man versucht sie zu oxydieren, ohne jedoch hierdurch flüssigen Brennstoff zu gewinnen.

Als weiteres Mittel, die Kohle chemisch anzugreifen, kommt der Wasserstoff in Frage. Schon vor 30 Jahren ist von Berthelot der Versuch gemacht worden, den Kohlenstoff mit Jodwasser zu reduzieren, wobei er kohlenwasserstoffartige Verbindungen erhielt; das Verfahren ist aber technisch nicht brauchbar. 1912 anlässlich einer Versammlung zur Gründung des Kohlenforschungsinstituts hat Emil Fischer erwähnt, daß es zweckmäßig wäre, Kohle mit Wasserstoff zu vereinigen. Vortr. hat gefunden, daß Wasserstoffgas bei sehr hohen Drucken mit Kohle zur Reaktion gebracht werden kann, wenn man die Kohle auf Temperaturen erhitzt, bei denen sie anfängt, sich zu zersetzen. Wird die Kohle mit elementarem Wasserstoff in einer Hochdruckbombe erhitzt, so wird der größte Teil der Kohlensubstanz in Öle und Gase aufgespalten, und man kann 80 % auf diese Weise in Gase, Öle und lösliche Stoffe verwandeln. Bewegung beschleunigt den Prozeß, der deshalb im drehbaren Hochdruckautoklaven vorgenommen wurde; hierbei wird die Kohle zerlegt und man erhält 30–40 % als Öl, 20–25 % als Gas, hauptsächlich Methan, 7 % als Wasser; etwa die Hälfte des in der Kohle enthaltenen Stickstoffes wird als Ammoniak erhalten, also eine größere Menge als bei den übrigen Kohlenaufbereitungsverfahren, weil bei der Temperatur von 400–500° das Ammoniak stabil ist. Der Schwefel der Kohle wird als Schwefelwasserstoff entwickelt. Ein gewisser Anteil der Kohle blieb noch als organische, benzolunlösliche, kohlenstaubartige Substanz zurück. Bei diesem Prozeß vermag der Wasserstoff bei der Temperatur, bei der das Kohlenstoffmolekül anfängt aufzubrechen, einzutreten. Würde kein Wasserstoff da sein, dann würde Koks entstehen.

Der Vortr. macht nun einige Angaben über die Entstehung des Verfahrens. Bei seinen 1910 in Hannover gemachten Versuchen über die Entstehung der Kohle hat es sich gezeigt, daß durch den reinen Zeitprozeß die pflanzliche Substanz sich entkohlt und kohlenstoffreichere Substanzen entstehen. Diese Reaktion führt zu einer gewissen Grenze. Der Kohlenstoff reicht sich an und dies hört auf, wenn eine Kohle mit 84 % Kohlenstoff erreicht ist. Diese vom Vortr. „Endkohle“ genannte Substanz wurde näher untersucht. Er kam hierbei zu einer Arbeitshypothese, nach der die Körper mit Wasserstoff reagieren und kohlenwasserstoffphenolartige Körper geben müßten. Es war klar, daß man hierbei nicht mit Katalysatoren arbeiten konnte, es wurde deshalb die Hochdruckmethode angewandt, weil gefunden worden war, daß bei einem Druck von 100–200 Atmosphären die Kohlen sich aufspalteten und hydrierten. Daraus entstand die erste Patentanmeldung vom Jahre 1913. Auf Grund des Hochdruckverfahrens von Bergius und Billwiller, das dann im Laufe der Jahre in etwa 2000 Versuchen im Laboratorium der deutschen Bergin Akt.-Ges. für Kohle und Erdölchemie näher studiert wurde, ist in dem Werk Mannheim-Rheinau die großtechnische Ausführungsform für diese unter hohem Druck verlaufende Reaktion gefunden worden, eine schwere Aufgabe, zumal Apparat und die Hilfseinrichtungen zum größten Teil neu geschaffen und betriebstechnisch erforscht werden mußten.

Die Reaktion verläuft schnell und ist bei 480° in 15 Minuten beendet.

Einer Steigerung der Temperatur entspricht eine Herabsetzung der Reaktionsdauer. Auch der Einfluß des Druckes wurde untersucht. Wurde Wasserstoff in der Kälte bei 100 Atmosphären eingepreßt, so war 11 % Restkohle, bei 75 Atmosphären 17 %, bei 50 Atmosphären wurde kein Öl gebildet, sondern Koks. Es ist vielfach gesagt, das entstehende Öl sei nur Tieftemperaturteer und die Reaktion gehe vielleicht ohne Wasserstoff aus. Es sind deshalb Versuche unter Wasserstoff- und Stickstoffdruck gemacht worden. Bei Wasserstoffdruck erhielt man 67 % Gesamtöle, bei Stickstoffdruck 90 % Koks und nur etwas Gas. Es hat sich für den Verlauf der Reaktion als zweckmäßig erwiesen, wenn die Kohle mit einem öligen Verteilungsmittel zusammen behandelt wird. Die Reaktion zwischen Wasserstoff und Kohlenstoff ist exothermisch. Wenn die Kohle in einem flüssigen Verteilungsmittel schwebt, dann wird die Wärme leichter abtransportiert und die Gefahr

der Überhitzung und Koksbildung wird dadurch vermieden. Auf die Ausbeute hat aber das Verteilungsmittel keinen Einfluß. Beim Arbeiten im großen, im kontinuierlichen Betrieb muß man mit dem Verteilungsmittel arbeiten, um die gefährliche Verkokung zu verhindern. Ein weiteres Hilfsmittel zur Verhinderung der Gefahr der Verkokung ist der Zusatz von etwas Eisenoxyd. Durchschnittlich sind 45–70 % Öl aus verschiedenartigen Kohlen gewonnen worden. Eine direkte Parallelität zwischen Ölausbeute und flüssiger Substanz ist nicht vorhanden. Für die Eignung der Kohle zur Behandlung nach dem Bergin-Verfahren ist nicht allein die Ölausbeute maßgebend, auch bei weniger als 40 % Ölausbeute kann das Verfahren oft geeignet sein, wenn die wirtschaftlichen Verhältnisse dafür sprechen. Kohlen mit wenig Öl enthalten oft wertvolle Schmierölfractionen, man muß also die Qualität der erhaltenen Öle berücksichtigen.

Der Prozeß muß kontinuierlich durchgeführt werden. Gearbeitet wird bei 450 % und etwa 150 Atmosphären Druck. Da die Kohle sich nicht pumpen läßt, wird sie gemahlen und mit dickem Öl, z. B. Weichpech, dem Rückstand des Steinkohlenteeröles, gemischt. Die dicke Paste kann dann mit einem Stempel aus einem Zylinder herausgedrückt werden. Man braucht auf 100 Teile Kohle 30–40 Teile Öl, dieses zieht man aus dem Betrieb heraus, es zirkuliert dauernd im Betrieb. Die Temperaturen, bei denen die Paste gemacht wird, sind verschieden. Die kontinuierliche Apparatur, bewältigt 300–1000 kg Kohle täglich. An die Pastenmischanlage schließt sich die Einpreßluftvorrichtung für die Paste. Sie wird aus der Presse durch einen Stempel in den ersten Apparat gedrückt, wo der Wasserstoff zugeführt wird, dieser Apparat ist mit einem Rührer versehen und wird von außen geheizt. Öle, Asche, nicht verarbeitete Kohle, gebildete Gase und nicht verbrauchter Wasserstoff verlassen den Apparat und gehen in den zweiten Apparat, wo das fertig verarbeitete Produkt unter Druck gekühlt und dann durch ein besonderes Ventil extrahiert wird. Das ganze Material geht in einen Mischkasten, die Gase verlassen den Apparat; eine Ölwäsche ist eingeschaltet. Die Reaktionsgefäße stehen in einem abgesonderten Raum. Die Ausbeuten waren bei einer Tonne Trockenrohkohle mit 4 % Aschengehalt, bei Verwendung von 5 % Wasserstoff und Eisenoxyd, 455 kg Öle, 210 kg Gas, 75 kg Wasser, 5 kg Ammoniak und 350 kg öl- und kohlenhaltiger Rückstand, welcher bei der Verkokung noch 80 kg Öl, 240 kg Koks und 25 kg Gas liefert. Das Öl bestand aus 150 kg Benzin (raffinierte Motorbetriebsstoffe), 200 kg Dieselöle, 60 kg Schmieröle, der Rest Heizöle. Diese Öle sind die Handelsware. Das Gas, das den Apparat verläßt, kann wieder gespalten werden, man erhält aus den methanreichen Gasen der Kohle wieder den Wasserstoff, den man für den Prozeß braucht in ausreichender Menge und Qualität. Es ist für dieses Verfahren nicht notwendig, reinen Wasserstoff zu nehmen; es genügt, wenn er einen Reinheitsgrad von 70–80 % hat. Verunreinigungen des Wasserstoffs haben chemisch auf die Reaktion keinen Einfluß, man muß nur stärker komprimieren. Die Produkte, die in den Prozeß eingehen, sind Kohlen, Eisenoxyd, Wasserdampf, Wärme und Kraft. Für 1 kg Öl verbraucht man 2 kg Kohle. Außerdem ist für die Krafterzeugung, für die Spaltung des Gases und Dampfes ein weiteres Kilogramm Kohle erforderlich, so daß im ganzen 3 kg Kohle notwendig sind, um 1 kg Öl herzustellen. An Chemikalien verbraucht man sehr wenig; es kommen also für das Verfahren noch in Frage die Löhne und die Amortisation der Anlage. Ein Bild über die Wirtschaftlichkeit der Apparatur ergibt sich aus dem Durchsatz. Die Reaktion dauert nur 15 Minuten, im kontinuierlichen Betrieb geht sie allerdings nicht so schnell. Für jedes Kilogramm Kohle, das man in der Stunde verarbeitet, werden 3 l Gefäßraum gebraucht. Die Tonne der erzeugten Öle ist mit 200 M zu bewerten. Verbraucht werden hierzu 3 t Kohle. Man kann für dieses Verfahren der Kohlenverflüssigung auch Staubkohlen verwenden.

Bei Durchführung der Reaktion im Großbetrieb ist eine straffe Temperaturkontrolle notwendig, da bei zu hoher Temperatur Verkokung eintritt. Die Festigkeit des Eisens ist bei der Reaktionstemperatur nicht mehr sehr hoch. Das Überhitzen des Eisens wird dadurch vermieden, daß die Heizung von innen erfolgt. Durch einen Doppelmantelraum wird das

komprimierte Gas durchgeschickt, das auf demselben Druck steht wie das Reaktionsgefäß. Die Anordnung wirkt wie eine Heißwasserheizung, wird aber angewandt bei einer Temperatur, bei der man Heißwasserheizung nicht mehr anwenden kann. Durch jahrelange Versuche ist der Prozeß zur praktischen Brauchbarkeit entwickelt worden; jetzt ist eine Apparatur vorhanden, die der technischen Einheit entspricht, nämlich 3–4 cbm. Die normalen Systeme bestehen aus 3–4 solcher Apparate, die ihre Pump- und Heizeinrichtungen für sich haben. Die Anwendung des Verfahrens ist sehr verschieden; es kommt nicht darauf an, nur die Kohlen zu verarbeiten, die die besten Ölausbeuten geben. Man kann gut und wirtschaftlich Abfallkohle mit 30 % Ölausbeute verarbeiten, wenn die Kraftverhältnisse sehr günstig sind, oder diese Kohle sonst nicht zu verwerten ist. Anlagen, die direkt an Kohlenzechen bestehen, sollen nur möglichst gute Kohle verarbeiten. Günstig ist eine Kombination mit der Kokerei. An Stelle des Wasserstoffes kann man den wasserstoffreichsten Anteil des Kokereigases verwenden, oder ärmeres Kokereigas etwas kracken. Es ist auch möglich, unter Umständen den Koks, der im Überfluß vorhanden ist, zur Wasserstoffherzeugung zu benutzen, indem man Wassergas erzeugt und dann spaltet. Mit dem Wasserstoff macht man das Bergingas frei und wandelt so also den Koks in Gas um. In den Gasanstalten der Städte kann man einen Teil des Kokses benutzen, um so Gas zu machen, es wird auch Bergingas frei und kann als Leuchtgas benutzt werden. Die Anstalten arbeiten dann auf Gas und Öl, statt auf Gas und Koks.

Direktor Dipl.-Ing. Schulte, Essen: „*Neuere Erkenntnisse und Richtlinien in der Feuerungstechnik*“.

Verein zur Beförderung des Gewerbefleißes.

Berlin, den 7. 4. 1925.

Im Verein zur Beförderung des Gewerbefleißes hielt der königlich-bulgarische Gesandte Exzellenz Prof. Popoff einen Vortrag über: „*Die Stimulation des Saatgutes durch chemische Einwirkungen*“.

Ausgehend von den Depressionerscheinungen der Geschlechtszellen und den Vorgängen der künstlichen Parthenogenese ist der Vortr. 1914 zu der Schlußfolgerung gelangt, daß die Erscheinungen der künstlichen chemischen Befruchtung der Eizelle als allgemeine Zellstimulationserscheinung aufzufassen sind, bei der durch chemische Einflüsse die deprimierten Organe wieder angeregt werden; er kam dann weiter zu der Auffassung, daß das, was mit Geschlechtszellen möglich ist, auch mit jeder anderen somatischen Zelle möglich sein müsse, und daß die künstliche Parthenogenese nur einen Sonderfall darstellt von jenem größeren Erscheinungskomplex, den wir Zellstimulation nennen, worunter zu verstehen ist die Reizung und Steigerung der integralen Lebensvorgänge durch bestimmte, vor allem chemische Beeinflussung. Um die intimeren Prozesse, die sich im Plasma und in der Zelle abspielen, erklären zu können, mußte erst die Frage gelöst werden, worauf die Depression, die Verlangsamung der Lebensvorgänge in der Zelle, beruht. Die erste Auffassung, daß es sich hierbei um eine Herabsetzung der Oxydationsvorgänge in der Zelle handle, erwies sich als nicht haltbar, denn die sonst zu erwartende Wirkung einer primären Sauerstoffzufuhr tritt nicht ein, die degenerierte Zelle kann mit dem zugeführten Sauerstoff keine Oxydationsvorgänge eingehen. Es wurde dann die Sistierung der Lebensvorgänge erklärt unter Heranziehung der Sauerstoffavidität und der Ehrlichschen Seitenkettentheorie. Es muß zur Anreizung der Lebensvorgänge die Sauerstoffavidität der Zellen wieder erhöht werden, durch chemische oder physikalische Einwirkungen, welche die durch Sauerstoff verstopften Seitenketten wieder frei machen. Es müssen die Zellstimulanzien Stoffe sein, welche desoxydierend auf den Zellinhalt einwirken. Es gibt eine überaus große Anzahl von Stoffen organischer und anorganischer Natur, welche auf diese Weise stimulierend wirken, so vor allem Kohlenoxyd und Kohlensäure, Magnesium-, Mangan-, Natrium-, Calcium-, Eisen-, Quecksilbersalze u. a. m., Alkohole, Säuren der Alkohole, Phenole und ihre leicht oxydierbaren Derivate, Benzolsäuren, Terpen- und Campher-Verbindungen, Hypnotika und Anästhetika und viele andere.

Als physikalisch wirkende Stimulantien haben wir Temperatur-, Licht-, elektrische und Radiumeinwirkungen. Die Wirkungen all dieser Mittel hängen ab von der Konzentration und der Zeit der Einwirkung. Daraus ergibt sich die praktische Schlussfolgerung, daß man immer eine genaue Bestimmung der Konzentration und der Einwirkungszeit vornehmen muß, um das Optimum zu treffen, bei dem die beste Wirkung in Erscheinung tritt. Wird dieses Optimum wieder überschritten, dann hört die günstige Wirkung der Stimulation auf. Es müssen für jede Zellart eingehende Versuche angestellt werden und solche sind vom Vortr. und seinen Mitarbeitern seit 11 Jahren im Gange, es sind eingehende Versuche im Laboratorium und auf dem Feld durchgeführt worden. Deutliche Wirkungen der Zellstimulation waren besonders bei einzelligen Tieren zu beobachten, bei denen die Lebensfunktionen sehr stark beeinflußt werden konnten. Bei Infusorien konnte durch chemische Einwirkung der Zellteilungsvorgang sehr erhöht und beeinflußt werden. Schon 1906 hat der Vortr. versucht, die Vorgänge der Zellreizung anzuwenden bei der Wundbehandlung, und es konnte gezeigt werden, daß die Regeneration des Wundgewebes durch Stimulierungsmittel sehr beschleunigt werden kann. Diese Versuche, die sowohl an Tieren wie an Menschen durchgeführt wurden und zeigen, daß man die Lebenspotenzen des Organismus heben kann, werden nicht nur ihre Auswirkung auf die Chirurgie beschränken, sondern sind auch von Bedeutung für die innere Medizin. So konnte unter anderem die Wirkung der Zellstimulation auf die Bildung von roten Blutkörperchen nachgewiesen werden bei Kaninchen durch subkutane Injektion bestimmter Lösungen. Auch für die Kolloidchemie sind die Stimulationsercheinungen von Bedeutung. Die kolloidchemischen Untersuchungen haben gezeigt, daß die Kolloide die fatalen Eigenschaften haben, zu entquellen, die Stimulationsmittel haben die Fähigkeit, die Quellbarkeit der Kolloide wieder zu steigern. Auch die Ätiologie der Tumoren und Krebsgeschwülste erfährt neue Beleuchtung durch die Zellstimulationsforschung. Die weiteren Forschungen, welche zeigten, daß Seeigeleier auch ohne Zufuhr von Spermatozoen zur normalen Entwicklung angeregt werden können durch chemische Beeinflussung, lassen erkennen, daß man die Natur bei der Befruchtung in günstiger Weise beeinflussen kann. Von besonderer Wichtigkeit sind die Arbeiten über die Saatgutstimulierung, die zu größeren Fruchterträgen führt und durch die wir imstande sind, den Ertrag unserer Kulturpflanzen bei sonst gleichen Bedingungen sehr zu steigern. Durch die Anwendung der Zellstimulation werden die Pflanzen nicht nur zur stärkeren Keimung angeregt, es zeigt sich der günstige Einfluß während der ganzen Vegetationsperiode bis zur Ernte, ja noch in der zweiten Generation ist eine nachhaltige Einwirkung der Zellstimulantien zu sehen, so daß man durch Anwendung der Zellstimulation und Ausdehnung derselben auch noch auf die zweite Generation und durch Heranziehung der selektiven Methoden zu neuen landwirtschaftlich günstigen Erfolgen kommen kann.

An einer Reihe von Lichtbildern veranschaulichte der Vortr. deutlich die Wirkungen der Zellstimulation. So konnte man sehen, wie auch ohne Befruchtung durch Einwirkung von Stimulationsmitteln auf reife Eizellen diese ihre volle Entwicklung erhalten und wie bei Anwendung der Stimulation vor der normalen Befruchtung eine besonders rasche Entwicklung der Eizellen auftritt.

Für die Landwirtschaft von ganz besonderem Interesse war die Wiedergabe der Versuche, welche die deutliche Wirkung der Reizmittel auf die verschiedenen Pflanzen zeigten. So wurden vorgeführt die Ergebnisse der Versuche an Hafer, Gerste, an Zuckerrüben und Kartoffeln, an Buchweizen, Hirse, Reis, Bohnen, Kohlrabi, Zwiebel, Weißkohl, Kürbis. Die Einwirkung der Saatgutbehandlung ist noch während der ganzen Lebensperiode der Pflanze deutlich sichtbar. Die Versuche wurden nicht nur im Laboratorium und im kleinen durchgeführt, auch Großfeldversuche zeigen die günstige Wirkung. Bei Kartoffeln zeigten die stimulierten Parzellen eine Verlängerung der Vegetationsperiode, und die auf drei verschiedenen Gütern durchgeführten Feldversuche im großen ergaben einwandfrei die nachhaltige Wirkung der Vorbehandlung der Samen. Die durchgeführten Versuche zeigen, daß man bei Überschreitung des Optimums stets wieder auf die Ergebnisse der normalen Kontrollversuche zurückkam. Aber immer war der große Unter-

schied zwischen den stimulierten und den nicht stimulierten Pflanzen zu sehen. Die Anwendung der Methode der Zellreizung gibt die Möglichkeit, die Ertragsfähigkeit unserer Kulturpflanzen bedeutend zu steigern, es wurden im Durchschnitt Ertragssteigerungen von 20–30% beobachtet. Trotz der günstigen Resultate dieser Versuche ist sich Prof. Popoff wohl bewußt, daß es lange dauern wird, bis sich das Verfahren in die landwirtschaftliche Praxis eingebürgert haben wird. Es sind noch eine Reihe von Widerständen zu überwinden, und insbesondere haben die Ergebnisse ungenauer Versuche, sowie negativ ausgefallene Versuche, welche durch Nichteinhaltung der richtigen Zeit und Konzentration bedingt waren, Anlaß zu ablehnender Kritik gegeben. Wenn aber die Versuche richtig und in größerem Maße durchgeführt werden, dann wird man unbedingt die Ergebnisse finden, welche die Untersuchungen Popoffs wie auch anderer Forscher ergeben haben; dann wird, wie der Vortr. hofft, kein Saatkorn in die Erde kommen, das nicht vorher stimuliert worden ist, d. h. in eine Lösung eingetaucht wurde, die nach den Erfahrungen der Versuche stimulierend wirkt, dann werden wir von einer Erhöhung der Weltenernten sprechen können. Jetzt stehen wir erst am Anfang dieser Entwicklung, welche wir durch weitere Untersuchungen unbedingt fördern müssen, denn die wirtschaftliche Bedeutung einer Erntesteigerung liegt klar auf der Hand. Alle sozialen Probleme werden dann ihre Lösung finden können, wenn wir erst gelernt haben, zwei Körner zu ernten, wo wir bisher nur eines geerntet haben.

Erster deutscher Farbentag.

Hamburg, den 15.–17. April 1925.

Vorsitzender Oberbaurat Dr.-Ing. N. Hellwög, Hamburg.

Bürgermeister Dr. Schramm eröffnete den Farbentag mit einer Ansprache.

Nach kurzen geschäftlichen Mitteilungen sprachen: Stadtbaurat a. D. Bruno Taut, Berlin: „Die Wiedergeburt der Farbe“.

Prof. H. Phleps von der Technischen Hochschule Danzig: „Die farbige Architektur bei den Römern und im Mittelalter“.

Prof. Kanold, Hannover: „Wesen und Beispiele farbiger Architektur in der Zeit der Renaissance und des Barocks“.

Dr. Schmidt verlas den Vortrag Prof. Dr. Eibner: „Die für die Fassadenbemalung geeigneten Farben und Bindemittel“.

In bezug auf die Haltbarkeit unterschied Plinius kalk-echte und kalkunechte Farben. Zur Anwendung kann jede echte Farbe gelangen, die mit dem Untergrund verträglich ist und durch das gewählte Bindemittel nicht beeinflußt wird. Auf Grund der eigenen Untersuchungen über Freskotechnik kommt Eibner zu dem Schluß, daß das Freskoverfahren überall dort angewandt werden kann, wo nicht schon durch schweflige Säure die Freskobindung gestört wird. Das Kasein-Fresko ist gegen Kohlensäure beständiger als Fresko. Bei der Leimkalkmalerei wird erwähnt, daß Plinius schon über die Verwendung schwarzer Farbstoffe berichtet. Die Untersuchungen Eibners an antiken Überresten ergaben das Vorhandensein von Leim, Kalk und Gerbsäure. Die Wachsmalerei ist wohl die früheste Anwendung von Farbe überhaupt. Das Wachs ist nicht nur Bindemittel, sondern auch Konservierungsmittel und wir haben Beweise dafür, daß innerhalb von 4900 Jahren keine Selbstverseifung des Wachses eingetreten ist. Der niedrige Schmelzpunkt des Wachses stört nicht. Ebenso ist Wachsfarbe gegen schweflige Säure unempfindlich. Diese vier antiken Techniken bilden die Grundlage der Fassadenmalerei. Des ferneren kommt noch hinzu die Verwendung hydraulischer gefärbter Putze, die nach Untersuchungen Eibners auch schon im Altertum bekannt gewesen sind. Die neuzeitlichen sogenannten Edelputze sind also Nachahmungen dieses antiken Verfahrens. Auch die Anwendung von Ölfarbe ist im Altertum bereits bekannt gewesen und ebenso auch ihre Mißerfolge. Durch Wasser kann Ölstrich zum Abplatzen gebracht werden, durch Wasserspeicherung kann stufenweise Verseifung eintreten. Die moderne Technik hat sich bemüht, die Nachteile zu beseitigen, es wird hierbei die Imprétechnik erwähnt. Besonders betont muß werden, daß Ölfarbe nur auf gesundem Putz hält. Zur Herstellung eines guten Verputzes ist es erwünscht, daß nur Normenkalk verwendet wird, und daß man Carbidkalk vermeidet. Für Seccoarbeiten ist vollständig abge-

bundener Putz Vorbedingung. Freskomalereien werden zweckmäßig in Fabrikstädten und in Nähe von Bahnhöfen vermieden. Bei Ölfarbe und bei Wachsfarbe muß man besonderen Wert auf trockenen Verputz legen. Bei Bemalung von Backsteinen ist ein vorheriges Auswässern der Steine erforderlich.

Schon bei den alten Schriftstellen finden sich Beschreibungen von Schiffen und Gemälden, die mit Wachsfarbe, mit Enkaustik, bemalt waren.

Kurator Dr. Schmidt, München: „Die Wiederbelebung der antiken Enkaustik und ihre Bedeutung für die Gegenwart“.

Gerade bei der antiken Schiffsbemalung zeigt sich das ausgesprochene Bestreben der Antike, an ihren Schiffen das dauerhafteste und widerstandsfähigste Malmaterial anzuwenden. Es werden als die zwei Hauptpunkte der Enkaustik 1. das Malen mit Wachs, 2. das Einbrennen der Malerei an „Ceri pingere ac picturam insuere“ angegeben.

Die Enkaustik wurde im Altertum überall da angewandt, wo heute ein Anstrich auf Holz oder auf Stein mit Ölfarbe zweckmäßig erscheinen würde. Gerade für Malereien auf Holz besonders fürs Freie verwendete man wegen ihrer großen Haltbarkeit die Enkaustik. Auch die griechischen Marmortempel waren mit Enkaustik bemalt, ebenso die kostbarsten Marmorfiguren. Für die Bemalung des Steines und Marmors haben wir sowohl Funde, z. B. der Akropolis, als auch schriftliche Zeugnisse, die beweisen, daß diese Art von Bemalung allenthalben üblich war. Auch in römischer Zeit haben wir durch die Bemalung der Trajanssäule in Rom einen wichtigen Beweis hierfür, besonders wichtig deshalb, weil noch Überreste der Farben gefunden wurden, aus denen man den Charakter der Enkaustikfarbe einwandfrei feststellen konnte.

Allgemein bekannt sind die antiken Erzählungen von der realistischen Wirkung der Enkaustikbilder.

Die Aufnahme der Enkaustik von den modernen Künstlern würde eine ganze Umwälzung der Technik sowie in der Auffassung der Kunstziele der Malerei bedeuten. Dazu kommt noch die enorme Haltbarkeit. Die spätesten enkaustischen Bilder besitzen wir aus dem 8. Jahrhundert n. Chr., die in ihrem Aussehen an die Bilder von Fayum erinnern, und in einer Publikation von Strykowski abgebildet sind. An Stelle der Enkaustik tritt in der byzantinischen Zeit die Wachstempera und die Ölharzmalerei mit all ihren erst später erwiesenen Nachteilen.

Die Kenntnis der Enkaustik war Geheimgut einzelner Künstlerfamilien und ging mit ihnen verloren. Daß wir von den Werken der Enkaustik so wenig erhalten haben, erklärt sich daraus, daß die römischen Imperatoren mit griechischen Kunstwerken Raubbau trieben. Den größten Teil vernichtete der Brand Roms. Was übrigblieb, wurde teils ein Opfer der durch die Völkerwanderung veranlaßten Verwüstungen, teils ein Opfer der fanatischen Bilderstürmerei. Nur was in Gräbern verborgen war und einige wenige Bilder sind die Überreste einstiger unvergleichlicher Farbenpracht.

Die Technik der antiken Enkaustik war erloschen. Doch erscheint das Wachs auch in der Wandmalerei da und dort zur Erreichung bestimmter Effekte verwendet worden zu sein. In der Folge beschäftigten sich Frankreich, Italien und Deutschland mit der Frage der Enkaustik. Während die philologischen Forschungsergebnisse im Auftrage der Pariser Akademie über Enkaustik im Dictionaire Encyclopédique einen gewissen Abschluß fanden, setzten die Techniker den Hauptzweig der Enkaustik, das Malen mit heißen Farben, als unausführbar hinten, und verloren sich nach zwei Richtungen:

1. in die Vertreter der mit Terpentin gelösten Wachsfarben und 2. der durch Alkalien hergestellten Wachsemulsionen.

Zudem ließ man außer acht, daß das Malen mit heißen Farben nicht nur bei Bemalung der Schiffe, sondern auch bei den in Fayum gefundenen Mumienporträts nachzuweisen ist, ebenso wie gleichzeitig eine Art, ich sage absichtlich eine Art von Wachslösung.

Die Enkaustikfrage ist nach Ansicht des Vortr. gelöst, sobald in Wachsfarben alles gemacht werden kann, was die Antike machen konnte, und sie ist für die Gegenwart von der größten Wichtigkeit, wenn sie leicht zu behandeln ist. Beides ist erreicht. Es ist Votr. gelungen, die antike Enkaustiktechnik nicht nur wieder einzuführen, sondern auch durch moderne Hilfsmittel bedeutend zu erleichtern. Vor mehreren Jahren erhielt Votr. ein Patent auf eine elektrisch heizbare Platte. Nachdem die Schmelz-

und Einbrenntechnik gelöst war, suchte und fand Votr. ein für unser Klima und besonders für die Außenmalerei geeignetes zanes, dehnbares und doch hartes Wachs (siehe Reichspatent des Votr.: Herstellung einer Wachsfarbe).

Die Enkaustik ist berufen in der Gegenwart eine wichtige Rolle zu spielen. Ein Hauptgebiet ist die Bemalung von Stein und Wand, ferner ist sie für den Stein nicht nur zur Bemalung sondern auch zur dauernden Konservierung einzigartig, da sie einen mit dem Stein eng verwachsenen zähen und doch harten Überzug bildet, den weder die schwellige Säure einer durch die Kohlenfeuerung in einer Industriestadt geschwängerten Luft zerstört noch die mechanischen Reibungen des durch die Luft an den Stein geschleuderten Staubes, der in längeren Perioden wie eine Art Sandgebläse zerstörend wirkt, besonders wenn der Stein durch die Luftsäuren und den auf dem Stein lagernden, mit Kohlenruß gemischten schmelzenden Schnee schon angemürbt ist. Durch die Enkaustik können alle bereits eingefressenen Vertiefungen derartig ausgefüllt und mit Wachs glatt übergegangen werden, daß bei dem wasserabstoßenden Charakter des Wachses das Wasser glatt abläuft. Infolgedessen wird es für die Enkaustik jetzt bei der farbigen Architekturbewegung ein Hauptgebiet sein, die Bemalung des Steines zu übernehmen. Auch für die Bemalung der Backsteinfassaden wird hauptsächlich Enkaustik in Frage kommen. Ebenso für die Terrakotten, welche fürs Freie bestimmt sind, und als Zierstücke, Gräberschmuck, Gedenktafeln usw. verwendet werden. Bei Häuserfassaden war es in der Antike im allgemeinen nicht üblich, dieselben in Enkaustik ganz anzustreichen, weil für Häuseranstriche die Kalktechnik wegen ihrer größeren Billigkeit bevorzugt wurde. Außerdem hatte man auch keine Industriestadt mit Kohlenfeuerung, wo an die Haltbarkeit eines Anstriches ganz andere Ansprüche gestellt werden, als wie das in der Antike der Fall war.

Die Forscher über antike Enkaustik sind sich darüber einig, daß die Wachsmalerei die allein herrschende Malweise bis in die letzten Zeiten des Altertums gewesen ist. Wir wissen, daß das Wachs sowohl zur Malerei auf Mauern als auch auf Holz Verwendung gefunden hat. Sogar in Warmwasserräumen römischer Bäder soll für die Deckenbemalung Enkaustik verwendet worden sein. Diese Tatsache bietet eine große Perspektive für die Bemalung unserer Kirchen im Innern, wo durch das Schwitzen der Decken und Wände, Fresko, Kasein, Tempera und andere Techniken in nicht zu langer Zeit zugrunde gehen. Die Enkaustik eignet sich also zur Bemalung von Stein, von Fassaden, von Holz, also beim Fachwerkbau, von Kirchendecken und Wänden vorzüglich. Nachdem wir aus der Antike wissen, daß die Schilde der Krieger aus Bronze ebenfalls mit Enkaustik bemalt waren, ergibt sich der Ausblick der Verwendung der Enkaustik und besonders der heiß aufgetragenen und eingeschmolzenen Technik, was nach der Methode des Votr. gar keine Schwierigkeit bietet, für farbige Rostschutzanstriche in jedem Umfange.

Die Enkaustik bewältigte selbst in der schwierigsten Art, der Heißenkaustik, in der man die jetzt, trotz aller Versuche nur ganz kleine Bildchen mühsam probierte, Flächen bis zu 45 qm. — Oberbaudirektor Prof. Dr. Gräsel, München, stellte in dankenswerter Weise im Interesse der Allgemeinheit die Aufgabe, die Westfassade des neuen nördlichen Friedhofes in München, die mit Stuckreliefs geschmückt ist und die zweimal bereits mit Mineralmalerei bemalt war, in Enkaustik des Votr. zu bemalen. Die Stuckreliefs waren durch die Witterungseinflüsse derartig angefressen, daß von der Farbe fast nichts mehr zu sehen war, da ja die Reliefs selbst, da und dort bis zu einer Tiefe von 1 cm angefressen waren. Das Werk wurde trotz aller schlechtesten Witterung in kürzester Zeit vollendet.

Die Anwendbarkeit der Heißenkaustik für Gemälde im Freien bewies Votr. an zwei selbstgemalten Bildern von zusammen etwa 20 qm Fläche. Eine in Enkaustik gefaßte Kalksteinflur, die fast zwei Jahre auf dem Dach eines Hauses in München im Winter vollständig eingeschnitten und im Sommer der größten Hitze ausgesetzt war, veränderte sich nicht im geringsten. Außerdem malte der Votr. in Heißenkaustik Bilder auf Holz, grundierte und ungrundierte Leinwand, sowie Metall. Gerade durch die Bemalung von ungrundierter Leinwand lassen sich gobelinartige Wandteppiche erzielen, die selbst in feuchten Räumen angebracht werden können, da sowohl das darauf gemalte Bild, wie die mit Wachs imprägnierte Leinwand der Feuchtigkeit widersteht. —

Deutsche Chemische Gesellschaft, Berlin.

Außerordentliche Sitzung am 29. April 1925.

Prof. O. Warburg vom Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie, Dahlem: „Eisen, der sauerstoffübertragende Bestandteil des Atmungsferments“.

Alle mit der Atmung der lebenden Substanz zusammenhängenden Erscheinungen sind auf zwei Arten von Kräften zurückzuführen, auf die Wirkung unspezifischer Oberflächenkräfte und auf die spezifischer chemischer Kräfte. Die unspezifischen Oberflächenkräfte verdichten die Verbrennungsstoffe an den Oberflächen; diese, nicht die Zellflüssigkeit, sind der Sitz der Verbrennungsvorgänge. Alles was die Oberflächenreaktion hemmt, hemmt die Atmung und so ist auch die Wirkung der chemisch-indifferenten Narkotika zu erklären. Die Oberflächenkräfte genügen aber nicht, um eine Reaktion zwischen den organischen Stoffen und dem Sauerstoff herbeizuführen, dazu sind bestimmte chemische Kräfte erforderlich. Diese Kräfte gehen aus von dem Atmungsferment, das in die Oberflächen der Zellen eingelagert ist. An die Spitze seiner Ausführungen stellt Warburg die Behauptung: „Der sauerstoffübertragende Bestandteil des Atmungsferments ist Eisen. Eisen, in seiner zweiwertigen Form, reagiert mit dem molekularen Sauerstoff, der in der Atmung verschwindet, unter Bildung höherwertigen Eisens. Das so entstandene höherwertige Eisen reagiert mit der organischen Substanz unter Rückbildung zweiwertigen Eisens. Wir haben also in der Zelle einen Kreislauf verschiedener Wertigkeitsstufen des Eisens vor uns, in dem eine gegebene Menge Eisens, wie bei einer echten Katalyse, beliebig große Mengen organischer Stoffe oxydieren kann.“ Wenn auch der Gedanke, das Eisen spiele bei der Oxydation in der Zelle eine Rolle, nicht neu ist, so ist es doch bisher nicht möglich gewesen, ihn zu begründen und von den gleichzeitig geäußerten falschen Gedanken als wahr zu unterscheiden. Jede lebende Zelle muß also Eisen enthalten, und tatsächlich hört ja das Zellwachstum in Nährsalzlösungen auf, sobald das Eisen verbraucht ist. Diese Lebensnotwendigkeit des Vorhandenseins von Eisen, die bereits vor 60 Jahren erkannt wurde, wurde aber noch dunkler durch die Feststellung, daß das Eisen am Aufbau der Zellsubstanz unbeteiligt ist. Die Proteine, die Chlorophylle sind eisenfrei. Auf ein Gramm Zellsubstanz wurde von Warburg $\frac{1}{100}$ bis $\frac{1}{10}$ mg als Eisengehalt ermittelt. Genügen diese wenigen Eisenmengen, um den großen Sauerstoffbedarf der atmenden Zelle zu übertragen? Nach der angestellten Behauptung mißt der Quotient Sauerstoffverbrauch

die Reaktionsfähigkeit des Eisens in der Eisengehalt \times Zeit die Zelle. Als Einheiten wurden das Kubikmillimeter Sauerstoff, das Milligramm Eisen und die Stunde gewählt und so für den Quotienten Werte zwischen 10 000 und 100 000 ermittelt. Mit diesen Werten wurde verglichen die Reaktionsfähigkeit des Eisens bei einfachen chemischen Eisenkatalysen im Reagensglas. Bei der Oxydation des Cysteins zu Cystin übertrug 1 mg Eisen bei 20° 12 000 cbmm und bei 37° 400 000 cbmm Sauerstoff in der Stunde, woraus sich ergibt, daß der Eisengehalt der Zelle mehr als ausreicht, um den Atmungssauerstoff zu übertragen. Um die weitere Frage, ob das Eisen, der Zellstoffsubstanz zugesetzt, wirklich Sauerstoff überträgt, zu klären, wurden Versuche am unbefruchteten Seeigeelei unternommen. Es enthält pro Gramm Substanz einige 100 mg Eisen. Setzt man nach der Zerstörung der Grenzschicht Eisensalz hinzu, so steigt der Sauerstoffverbrauch mit dem Eisengehalt. Der Sauerstoffverbrauch des unbefruchteten Seeigeelei und sein Eisengehalt sind proportional. Nimmt man an, daß das Eisen allgemein sowie im Seeigeelei wirkt, dann kann man die merkwürdige Tatsache verstehen, daß minimale Konzentrationen von Blausäure die Atmung zum Verschwinden bringen. Zunächst muß untersucht werden, ob hier eine spezifisch-chemische oder eine unspezifische Oberflächenwirkung vorliegt. Die meisten zellfremden Stoffe hemmen durch Ausbreitung an der Oberfläche den chemischen Umsatz der Zelle. Sie lassen sich in eine Reihe ordnen, in der die Wirksamkeit mit der Adsorptionskonstante zunimmt. In diese Reihe paßt die Blausäure nicht, nach der Adsorptionskonstante gehörte sie an den Anfang der Reihe, nach der Wirkungsstärke an das Ende, woraus zu schließen ist, daß es sich um eine chemische Reaktion mit der lebenden Zelle handelt. Die Zelle muß also kleine Mengen eines Stoffes enthalten, der einerseits

Sauerstoff überträgt, andererseits Blausäure stöchiometrisch bindet. Beide Bedingungen erfüllt das Eisen und es ist daher anzunehmen, daß die Wirkung der Blausäure darin besteht, daß sie das in der Zelle vorhandene katalytisch wirksame Eisen in eine unwirksame Blausäureverbindung verwandelt. Ähnliches gilt für den Schwefelwasserstoff und für die arsenige Säure.

Alles Bisherige spricht zwar für die Wahrheit der Theorie, gibt aber noch nicht denjenigen Grad von Sicherheit, der auf diesem an Irrtümern reichen Gebiet verlangt werden muß. Die Entscheidung wurde durch die Synthese, in diesem Falle die künstliche Herstellung atmender Systeme erbracht. Die Versuchsbedingungen sind hier durch die Bedingungen vorgeschrieben, unter denen sich das Leben vollzieht, niedrige Temperatur, neutrale Reaktion und molekularer Sauerstoff. Im allgemeinen reagierten freie Ferroionen mit molekularem Sauerstoff nicht, jedoch war dies der Fall bei gelösten Komplexen Ferrosalzen, wie Ferropyrophosphat und Ferrocitrat. Fügt man solchen Ferroverbindungen organische Stoffe zu, dann ist die Adsorption des Sauerstoffes beendet, sobald das Eisen oxydiert ist. Wenn es also möglich ist, mit Hilfe von Eisen Atmung künstlich hervorzurufen, so muß das Eisen in besondere und bisher unbekannte Bindungen übergeführt werden. Man kann sie aus kristallisiertem Hämin gewinnen, durch Erhitzen auf Rotglut. Nach der Extraktion mit heißer Salzsäure erhält man eine schwarze Substanz, die neben Kohlenstoff, Stickstoff und Eisen enthält. Diese Substanz wirkt auf Aminosäuren als Oxydationskatalysator. So verwandelt sich Leucin in Ammoniak, Kohlensäure und Valeraldehyd, Cystin in Ammoniak, Kohlensäure, und Schwefelsäure, sowie noch unbekannte Produkte. Es liegt also hier eine Reaktion vor zwischen Aminosäuren und molekularem Sauerstoff, analog den Vorgängen in der lebenden Zelle. Weitere Versuche zeigen, daß Kohlen von gleicher katalytischer Wirksamkeit stets dann entstehen, wenn das Ausgangsmaterial nicht flüchtigen Stickstoff und Eisen enthält. Entfernt man aus ihnen das Eisen zum größten Teil, so entstehen nur schwach wirksame Kohlen, die wieder aktiviert werden können durch Hinzufügung von Eisen. Eine solche Aktivierung tritt nicht ein, wenn man stickstoffhaltige Kohlen mit anderen Metallen oder stickstofffreie Kohlen mit Eisen glüht; die katalytisch wirksame Substanz der Häminkohle ist also an Stickstoff gebundenes Eisen. $\frac{1}{1000}$ n-Blausäure bringt die katalytische Wirksamkeit der Häminkohle zum Verschwinden; hierin ist ein Beweis für die Wahrheit der Theorie zu erblicken.

Das Eisen der Häminkohle wirkt insofern spezifisch, als es weder Zucker- noch Fettsäuren, sondern von den Hauptbrennstoffen der Zelle nur Aminosäuren angreift. Dagegen kann man Fruktose in neutralem Natriumphosphat durch molekularen Sauerstoff oxydieren, und zwar um so schneller, je höher die Phosphatkonzentration ist. Derselbe Zucker in anderen Salzen aufgelöst absorbiert keinen Sauerstoff. Ähnlich wie Fruktose verhalten sich nach Messungen von F. Wind Sorbose, Dioxyaceton und Glycerinaldehyd mit dem Unterschied, daß die beiden drei Kohlenstoffzucker 30 mal so schnell angegriffen werden wie die Fruktose. Als Endprodukt der Reaktion tritt pro Molekül verbrauchten Sauerstoffs $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ Molekül Kohlensäure auf, so daß die Reaktion nicht so vollständig ist wie in der lebenden Zelle. Nach Meyerhof wird diese Reaktion durch Blausäure gehemmt, durch kleine Mengen Schwermetall beschleunigt, und wiederum durch Blausäure aufgehoben. Es ist also möglich, auch hier organische Substanz mit Hilfe von Eisen zu verbrennen und die Katalyse durch Blausäure zum Verschwinden zu bringen, und zwar in einem System von Stoffen, wie sie in der lebenden Zelle vorkommen. Der Schluß liegt nahe, daß auch dort, wo kein Metall zugesetzt wird, die Oxydation eine Metallkatalyse ist, denn alle Laboratoriumspräparate enthalten Metallspuren als Verunreinigung. Reinigt man weitgehend von den Metallspuren, so zeigt sich, daß stets da, wo Blausäure hemmt, Metallkatalyse vorliegt. Bekannt ist die sogenannte Autooxydation des Cysteins, wobei ein Molekül Blausäure die Oxydation von 1000 und mehr Cysteinmolekülen hemmt. Es erscheint also wahrscheinlich, daß hier eine unmittelbare Reaktion nicht vorliegt, sondern der Sauerstoff durch verunreinigende Metalle übertragen wird. Warburg hat hier Nachprüfungen vorgenommen, indem er die Substanz in Quarzgefäßen reinigte. War früher durch Schütteln mit Luft die Hälfte der Substanz in wenigen Stunden oxydiert, so war dies nach der Reinigung erst in 14 Tagen der

Fall. Durch Zusatz von Eisen und, zwar von $\frac{1}{1000000}$ mmg Eisen zu 10 ccm gereinigter Cysteinlösung wurde schon eine gut meßbare Beschleunigung der Oxydation erreicht. Da solche Eisenmengen mit den gebräuchlichen Reagenzien der analytischen Chemie nicht mehr nachweisbar sind, so konnte man leicht die Beteiligung der Metalle an dem Vorgang übersehen. Bekannt ist, daß minimale Blausäuremengen die oxydierende Wirkung der Jodsäure auf organische Substanz hemmen. Auch hier haben gleichartige Versuche von Warburg erwiesen, daß diese Wirkung der Blausäure nichts anderes ist als ihre Einwirkung auf Schwermetall. Welcher Art die Verbindungen zwischen Blausäure und Eisen sind, läßt sich allgemein nicht beantworten. Unwillkürlich denkt man dabei an die bekannten komplexen Verbindungen, die sich jedoch im lebenden Organismus nicht bilden können, da die Wirkung der Blausäure auf die lebende Substanz reversibel ist. Der Nachweis, daß es sich hierbei um lockere Verbindungen zwischen Eisen und Blausäure handelt, ist Warburg gelungen. Hemmt man die Reaktion einer eisenhaltigen Jodsäure auf Oxalsäure völlig durch Blausäure, so kann man die Reaktion wieder in Gang bringen, wenn man die gesamte Blausäure durch einen blausäurefreien Luftstrom austreibt.

Mit Recht hebt also Prof. Warburg am Schlusse seiner Ausführungen hervor, daß derjenige Grad von Sicherheit erreicht worden ist, der sich überhaupt erreichen läßt. Es steht fest, daß das Eisen der Sauerstoffüberträger des Atmungsfermentes ist, das Atmungsferment ist die Summe aller katalytisch wirksamen Eisenverbindungen, die in der Zelle vorkommen. Lehnt man den Schluß, den Warburg gezogen hat, ab, so verzichtet man darauf, ein großes Erscheinungsbild zu verstehen. Niemand kann heute die Lebensnotwendigkeit des Eisens, die Wirkungsweise der Blausäure anders erklären als es hier geschehen ist und niemand kann ohne Zuhilfenahme von Eisen die Erscheinungen der Atmung künstlich hervorrufen.

In seinen Dankesworten an Prof. Warburg hob Geheimrat Willstätter hervor, wie wunderbare Anregungen in dem Vorgetragenen stecken. In doppelter Weise könne man heute an Justus Liebig erinnern, der schon die heute geklärten Fragen angedeutet habe, und dessen Büste heute in Walhalla ihren Einzug halte. Zwei Formen des Lebens müssen wir unterscheiden, daß synthetisch aufbauende, das an Magnesium gebunden ist, das abbauende oxydative, das sich auf Eisen zurückführen läßt. Warburgs Arbeiten haben das Gebiet klargelegt, wo die Rolle des Hämoglobins ihr Ende gefunden hat.

Neue Bücher.

Verzeichnis der Dr.-Ing.-Dissertationen der Deutschen Technischen Hochschulen, nebst Namen- und Schlagwortverzeichnis. Herausgegeben von B. W. Niemann, Charlottenburg. Verlag Robert Kiepert. R.-M. 6

Das vorliegende Verzeichnis ist von noch größerer Bedeutung für Wissenschaft und Technik, als das im Jahre 1914 bei Jul. Springer von Tromsdorf herausgegebene Verzeichnis der bis Ende 1912 an Technischen Hochschulen des Deutschen Reiches erschienenen Schriften; ist doch während der letzten Kriegsjahre und vor allen Dingen während der Inflationsjahre der Druck der meisten Dissertationen unterblieben und nur von verhältnismäßig wenigen ein Auszug in der Literatur erschienen.

Die Leser dieser Zeitschrift werden sich ja in erster Linie für den Abschnitt 8 „Theoretische und technische Chemie“ interessieren; aber auch in vielen andern Abschnitten sind Dissertationen vermerkt, die für die in der Praxis stehenden Fachgenossen von Wichtigkeit sind. Sehr nützlich sind die beiden Verzeichnisse am Schluß, in denen die Verfasser alphabetisch und der Inhalt nach Schlagwörtern geordnet sind. Ich habe mich durch eine Anzahl Stichproben davon überzeugt, daß es mit Hilfe des letzteren Verzeichnisses möglich ist, sich schnell und sicher davon zu überzeugen, was auf bestimmten chemischen und technischen Gebieten von den Doktoranden gearbeitet worden ist. Ebenso nützlich ist, daß bei denjenigen Dissertationen, die in die Literatur übergegangen sind, der betreffende Nachweis zugefügt ist. Rassow. [BB. 59.]

Michel, Arbeitsvorbereitung als Mittel der Verbilligung der Produktion. 312 S. Berlin 1924. Verlag V. D. I. G.-M. 12

Deutschland ist heute mehr denn je auf die Produktivität seiner Arbeit angewiesen, seit es durch Abtretung rohstoffreicher Gebiete und durch Zahlungen einen schweren Kampf um seine Existenz führt. Soviel wir auch von neuen Erfindungen, neuen Arbeitsmitteln, Anwendung neuer Verfahren erwarten können, nicht zuletzt müssen auch wir jene Mittel anwenden, die die Mitbewerber des Auslandes, besonders Amerika, seit langem mit Erfolg gebrauchen und uns gegenüber konkurrenzfähig bleiben, trotzdem ihre Löhne das vier- bis fünffache der unsrigen betragen. Die Unkostenminderung durch innerbetriebliche Organisationsverbesserung, durch wissenschaftliche Betriebsführung muß von uns ohne Zögern und planmäßig in Angriff genommen werden. Es ist daher zu begrüßen, daß der V. D. I. darauf bezügliche Schriften vorbereitet, von denen das vorliegende ausgezeichnete Werk des Ingenieurs E. Michel die erste ist.

Die Vorschläge, die der Verfasser hier macht, sind deswegen so wertvoll, weil sie unmittelbar aus der Praxis kommen. Den Verfasser leitet die Frage: was muß geschehen, um die unsichtbaren Fäden, die zwischen Leitung und Ausführung hin und her pendeln, die „Nerven“ des Betriebes so funktionieren zu lassen, daß das Ganze einem organischen Zusammenspiel, einem gleichmäßigen Ablauf weitgehend entspricht? Zum guten Teil will der Verfasser dieses durch eine nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten durchgeführte eingehende *Arbeitsvorbereitung* erreichen. Bei dieser Frage der Betriebsorganisation handelt es sich um eine Bereitstellung aller für die Herstellung der Güter nötigen Mittel; der Zeichnungen, des Arbeitsplanes, des Materials, der Werkzeuge und Maschinen und der dazugehörigen Arbeitskräfte, und alles in einer Weise, daß es automatisch abläuft, ohne Reibungen, ohne Zeitverlust. Dazu ist eine ungewöhnlich lange Vorbereitung nötig, aber im Endeffekt muß eine geringere Zeit sich ergeben, sonst wäre der Arbeitsvorgang nicht wirtschaftlicher organisiert als bisher. Mit einer eingehenden Vorbereitung des Arbeitsvorganges ist naturgemäß eine Zunahme der Angestellten, der Kopfarbeiter verbunden. Darauf weist der Verfasser besonders hin. Er meint aber, dadurch wieder an Handarbeitern zu sparen, also eine Verschiebung in eine sozial höhere Stufe und damit eine sehr angenehme Nebenwirkung zu erreichen.

Die Organisation, die der Verfasser anstrebt, muß zunächst eine Verminderung der Schreiarbeit mit sich bringen, sonst würde sie zur Überorganisation führen. Darum nimmt er zunächst die Einordnung der verschiedenen Arbeitsmittel — die Einteilung nach „Abteilungen“ lehnt der Verfasser ab — in den gesamten Arbeitsplan nach eindeutigen, Schreiarbeit sparenden Systemen vor. Er schafft eine weitverzweigte Symbolik, die auf Buchstaben und Zahlen nach den Melwill-Dewey'schen Dezimalzahlen beruht, unter Anwendung reicher mnemotechnischer Hilfsmittel. Im Zentrum seiner Betrachtung steht das *Arbeitsbureau*, als die Seele des Betriebes, von dem aus die gesamte Arbeit vorbereitet, durch den Werkstättenauftrag ins Werk gesetzt, kontrolliert, geprüft, berechnet und abgenommen wird. Es ergibt sich eine außerordentlich weitgetriebene Zentralisation. Zur äußersten Ausnutzung aller Arbeitsmittel, zur steten Überwachung von einer Zentrale aus, dient die für die wissenschaftliche Betriebsführung typische *Arbeitsverteilungstafel*. Die Materialbewegung wird nicht durch Markierungslinien auf dem Verteilungsblatt, sondern durch flußlaufähnliche Übersichten und durch einen Herstellungsplan festgelegt, ein Verfahren, das sich auch für die kompliziertesten Arbeitsvorgänge eignet. Dadurch wird wieder eine Beschleunigung des Materialflusses durch Werkstatt und Lager erreicht, ferner eine Zubringung des Materials zum Arbeiter. Das *Zusammenbauverteilungsblatt* sorgt für die Zusammenbauarbeit, trotz einer bis auf die Spitze getriebenen Arbeitsteilung: Wandertische erzwingen geradezu einen Fortlauf des Materialflusses und machen die Leitung fast unabhängig vom Leistungswillen des Arbeiters.

Diese Organisation der Arbeit kann natürlich nicht ohne genaue Zeit- und Bewegungsstudien auskommen, als Grundlage für den Lohn (Zeitakkordlohn mit oder ohne Zeitzulage), und um eine Zeitmessung, Zeitkontrolle und Fristensetzung des gesamten Fertigungsganges möglich zu machen.