

der „Methoden“ etwa durch Fortlassen von Arbeitsvorschriften zu erzielen, wie Helferich empfiehlt, hieße auf wertvolle, in oft mühsamer Auswahl, nicht selten in experimenteller Nachprüfung geleistete Arbeit verzichten, würde auch dem im Vorwort des 1. Bandes der 2. Auflage begründeten Streben nach möglichst geringen Abhängigkeit des Lesers von den kostspieligen Bandreihen der Urdrucke gerade zuwiderlaufen.)

### Bemerkung zur Arbeit von Dr. G. M. Schwab „Über ein einfaches Hilfsmittel bei Vakuum- destillationen“

Anläßlich der obengenannten Veröffentlichung in dieser Zeitschrift<sup>1)</sup> verweise ich auf meine schon 1920 veröffentlichte Arbeit<sup>2)</sup> „Näherungsrechnungen bei unären Systemen“, wo dieses einfache Hilfsmittel, als Unterteil für die Herstellung des ganzen p-T-Diagrammes eines ideal physiko-chemischen Stoffes, abgeleitet worden ist.

J. A. M. v. L i e m p t.

<sup>1)</sup> 43, 155 [1930].

<sup>2)</sup> Ztschr. anorgan. allg. Chem. 111, 280 [1920].

### Nochmals die Knet-Legende.

Von Ing. Otto Manfred, Brünn.

In Band V der Neuauflage (2. Aufl.) von „F. Ullmann, Enzyklopädie der technischen Chemie“ ist von A. Bartels das Thema „Galalith“ (Kunsthorn) abgehandelt. Es wird darin (S. 449) neuerlich<sup>1)</sup> „das Plastischmachen“ als „der wichtigste und schwierigste Teil der Fabrikation“ bezeichnet. Zweifellos mit Recht. Dagegen wird man der Ansicht nicht mehr beipflichten können, daß die plastische Verformung der Rohmasse durch Knetarbeit — also mittels einer Preß-Knet-Maschine — zweckmäßig zu geschehen hat. Wie bereits vor einiger Zeit an Hand eines entsprechenden Zahlenmaterials gezeigt werden konnte<sup>2)</sup>, ist es direkt widersinnig und dem Gütegrad des herzustellenden Kunsthorns abträglich, die Casein-Rohmasse in der Strangpresse zu kneten. Wenn es auch aus der Entstehungsgeschichte der Proteinmassen-Technologie begreiflich wird, warum die „Knetlegende“ während Jahrzehnten ideologisch als Rüstzeug herhalten mußte<sup>3)</sup>, so ist trotzdem diese Anschauung

<sup>1)</sup> Vgl. A. Bartels, Bd. V, S. 597, in F. Ullmann, Enzyklopädie der technischen Chemie, 1. Aufl.

<sup>2)</sup> Diese Ztschr. 41, 971 [1928].

<sup>3)</sup> Beim Entwickeln der Casein-Kunsthorn-Technologie diente seinerzeit die Technologie des Kautschuks als Modell, was die mechanisch-technologische Seite anlangt.

angesichts der Ergebnisse neuzeitlicher Feinbauforschung und der damit in Zusammenhang stehenden technologischen Konsequenzen hältlos. Gemäß der zwischen Plastizierungsarbeit und physikalischen Eigenschaften von Werkstoffen bestehenden gesetzmäßigen Beziehung und entsprechend dem aus dieser Gesetzmäßigkeit resultierenden Arbeitsprinzip folgt dagegen, daß es die Faserstoff-Technologie ist (Kunstseidenfabrikation — Streckspinnverfahren), welche ein geeignetes Modell für die Technologie der Proteinoplaste darstellt. Es hat somit z. B. die Strangpresse nicht als Preß-Knet-Maschine ausgestaltet zu sein, sondern sie muß als Preß-Streck-Vorrichtung wirken; denn nicht gemäß der Preß-Knet-Methodik, sondern im Sinne des Preß-Streck-Prinzips werden Werkstoffe mit optimalen physikalischen Eigenschaften erzielt, wie an entsprechendem Orte, gerade was die sogenannten „eigentlichen“ plastischen Massen (also auch das Casein-Kunsthorn) anlangt, demnächst neuerlich gezeigt werden soll<sup>4)</sup>.

Schließlich sei bemerkt, daß es wohl beim Erscheinen (Erstauflage) des „Ullmann“ berechtigt gewesen sein mag, die plastischen Massen aus Casein unter dem Kennwort „Galalith“ abzuhandeln, denn bis 1917<sup>5)</sup> war ja tatsächlich das Kunsthorn, Marke „Galalith“, fast identisch mit der Gesamtproduktion an Hartcasein. In der Zwischenzeit hat sich das Bild jedoch vollständig geändert. Was das Wesentliche der technologischen Arbeitsmethodik anlangt, hat man, wie bereits angedeutet, neue Wege beschritten. Mengenmäßig jedoch, im Vergleich mit der Jahres-Gesamtweltproduktion — die gegenwärtig auf etwa 10 000 t geschätzt wird<sup>6)</sup> — beträgt die Jahresproduktion an Kunsthorn, Marke „Galalith“, sicherlich nicht mehr als höchstens ein Drittel der eben erwähnten Weltproduktionsziffer, was sich übrigens auch aus der von A. Bartels, S. 450, genannten, auf Deutschland bezüglichen Produktionsziffer folgern läßt. Da ferner heute Eiweißstoffe verschiedener Art (Casein, Blutalbumin, im fernen Osten Pflanzeneiweiß) zu plastischen Massen aufgearbeitet werden, so empfiehlt es sich vielleicht, diese Gesamtgruppe eiweißhaltiger plastischer Massen mittels des Begriffes „Proteinoplaste“ zusammenzufassen bzw. unter diesem Kennwort in Werken von der Art des „Ullmann“ abzuhandeln.

<sup>4)</sup> O. Manfred, „Plastische Massen“, in der in Kürze erscheinenden Neuauflage von R. E. Liesegang, Kolloid-chemische Technologie. Th. Steinkopff, Dresden-Leipzig.

<sup>5)</sup> Bd. V der 1. Auflage erschien 1917.

<sup>6)</sup> Vgl. z. B. W. H. Simmons, Ind. Chemist chem. Manufacturer 6, 206 [1930].

## VERSAMMLUNGSBERICHTE

### 2. Weltkraftkonferenz.\*

Berlin, 16. bis 25. Juni 1930.

Vorsitzender: Exzellenz v. Miller.

#### Hauptvorträge.

Prof. Dr. A. Einstein: „Das Raum-, Feld- und Ätherproblem in der Physik.“

Begriffe stammen, logisch betrachtet, nie aus den Sinnenerlebnissen. Sie beziehen sich auf die Sinneserlebnisse und darin liegt ihre Bedeutung. Unter den Erlebnissen, welche sich um den Begriff „körperliches Objekt“ gruppieren, spielt die Kategorie, die wir als „gegenseitige Lagerung körperlicher Objekte“ kennzeichnen, eine Sonderrolle, an welche die räumlichen Begriffe sowie das Begriffssystem der euklidischen Geometrie anknüpfen. Die große Bedeutung der Geometrie der Griechen liegt darin, daß sie einen Komplex sinnlicher Erfahrung durch ein logisch-deduktives System begrifflich zu erfassen versuchten. Statt vom Körper auszugehen, konstruiert man Körperformen und Lagerungsbeziehungen zwischen Körpern aus wenigen formalen Elementen: Punkt, Gerade, Ebene, Strecke. Der Begriff des räumlichen Kontinuums wurde erst von Descartes, dem Begründer der modernen Geometrie, in die Mathematik eingeführt, wodurch die Beschreibung

<sup>\*</sup>) Bericht wegen Raumunangels stark gekürzt.

geometrischer Figuren durch die Hilfsmittel der Analysis ermöglicht und die Geometrie als Wissenschaft entscheidend vertieft wurde. Ohne die Einführung des räumlichen Kontinuums wäre eine Formulierung von Newtons Mechanik nicht möglich. Der Rahmen der Newtonschen Physik ist durch die Begriffe Raum, Zeit und ponderable Materie gekennzeichnet. Hierzu kam im 19. Jahrhundert als neues Element der Äther, der als eine der Körper durchdringende, den ganzen Raum lückenlos erfüllende, träge Materie angenommen wurde, in dessen Schwingungen das Licht bestehen sollte. Newtons theoretischer Rahmen wurde vollends gesprengt durch die Faraday-Maxwellsche Feldtheorie der elektromagnetischen Schwingungen. Man gewöhnt sich allmählich daran, die elektromagnetischen Felder als Grundwesenheiten von nichtmechanischer Natur anzusehen. Immerhin blieb die Frage nach den mechanischen Eigenschaften ihres Trägers, des Äthers, bestehen. H. A. Lorentz beantwortete sie, indem er darlegte: Alle elektromagnetischen Tatsachen zwingen zu der Annahme, daß der Äther überall gegenüber dem Descartesschen bzw. Newtonschen Raum in Ruhe sei. Wenn man gleicherweise nicht die Felder als Zustände des Raums, also Raum und Äther als ein und dasselbe auffaßte, so lag es daran, daß man den Raum als Sitz der euklidischen Metrik und der Galilei-Newtonschen Trägheit für absolut, d. h. für unbeeinflußbar hielt.

Der nächste Schritt in der Entwicklung des Raumbegriffes ist derjenige der speziellen Relativitätstheorie. Das Gesetz der Lichtausbreitung im leeren Raum in Verbindung mit dem Relativitätsprinzip hinsichtlich der gleichförmigen Bewegung

hatte mit Notwendigkeit zur Folge, daß Raum und Zeit zu einem einheitlichen vierdimensionalen Kontinuum verschmolzen werden mußten. Diesem vierdimensionalen Raum mußte eine euklidische Metrik zugeschrieben werden, welche der Metrik des dreidimensionalen Raumes der euklidischen Geometrie bei Verwendung einer imaginären Zeitkoordinate völlig analog ist. Auf die Existenz einer durch eine euklidische Metrik ausdrückbaren Raumstruktur gründet sich die seitherige Entwicklung, deren Schritte unter den Bezeichnungen „allgemeine Relativitätstheorie“ und „einheitliche Feldtheorie“ bekanntgeworden sind. Mit der allgemeinen Relativitätstheorie verliert der Raum seinen absoluten Charakter. Die eigentlichste Raum-eigenschaft, die metrische Struktur, war als veränderlich und beeinflußbar erkannt. Der Zustand des Raumes gewann Feldcharakter. Die Trennung der Begriffe Raum und Äther wurde so gewissermaßen von selbst aufgehoben.

Die allgemeine Relativitätstheorie wäre das Ideal einer physikalischen Theorie, wenn es in der Natur nur Gravitationsfelder, nicht aber elektromagnetische Felder gäbe. Die Aufgabe, das elektromagnetische Feld mathematisch zu beschreiben, soll durch die „einheitliche Feldtheorie“ gelöst werden, deren Gesetze aufgefunden zu sein scheinen. Zusammenfassend ist zu sagen: Der Raum, ans Licht gebracht durch das körperliche Objekt, zur wissenschaftlichen Realität erhoben durch Newton, hat in den letzten Jahrzehnten den Äther und die Zeit verschlungen und ist im Begriffe, auch das Feld und die Korpuskeln zu verschlingen, so daß er als alleiniger theoretischer Repräsentant der Realität übrigbleibt. —

Dr. H. Foster Bain: „Die Stellung der Mineralien in einer von Kraft beherrschten Welt.“

Alle Statistiken beweisen, daß in der letzten Zeit die größte Nachfrage die nach Mineralien gewesen ist. Wird nun die Nachfrage weiter in dem gleichen Verhältnis steigen? Und bis zu welchem Ausmaß werden Ersatz- und synthetische Mittel den Platz von Mineralien einnehmen? Geologen und Bergingenieure haben warnend auf die Gefahr der Erschöpfung der Lagerstätten hingewiesen. Unsere Forschungen nach Erz haben sich bis jetzt hauptsächlich auf die Oberfläche oder auf die ersten 300 Meter beschränkt. Doch reichen die abbauwürdigen Erzlager mindestens 1500—2000 Meter unter die Oberfläche. Aus geologischen Studien wissen wir, daß jetzt im Abbau befindliche Erzvorkommen sich bei ihrer Bildung 5000—6000 Meter unter der damaligen Oberfläche befunden haben. Zwei Tatsachen mildern etwas den Zwang, ständig neue Erze zu schürfen: Erstens, daß sich immer mehr Metalle in der Verwendung ansammeln, die später wieder benutzt werden können, und ferner die Möglichkeit, Metall-Ersatz oder Ersatzmetalle zu beschaffen. Die größte Kupfergrube bringt nicht soviel Metall hervor, wie heutzutage als Altmetall wieder anfällt. In den Vereinigten Staaten entstanden 1929 von einer gesamten Stahlerzeugung von über 56 Millionen t mindestens 25 Millionen t aus Schrott. Bis zu einem hohen Grade sind die Metalle geeignet, innerhalb gewisser Grenzen für einander Ersatz zu bieten. Viele Mineralien sind bis jetzt nur wenig angewendet worden, weil sie in Formen existieren, die noch nicht der technischen oder der wirtschaftlichen Erzeugung zugängig sind. Es ist genug Metall vorhanden, um unsere gegenwärtige und selbst eine reichere Kultur aufrechtzuerhalten. —

Prof. Dr. A. Eddington: „Inneratomare Energie.“

Um das Eldorado der Energie zu finden, ist es nicht nötig, weit zu wandern, denn diese Energie ist in allem vorhanden, was wir sehen. Leider ist diese Energie außerordentlich fest gebunden, es fehlt uns der Schlüssel zu dem Schloß. Aber es treibt uns unwiderstehlich, durch das Schlüsselloch einen Blick zu werfen, in den Schrank, der die Herrlichkeiten verschlossen hält. Durch Einstein wissen wir, wie wir die in der Materie aufgespeicherte Energie berechnen können. Wir nennen sie subatomare Energie. In einem Wassertropfen ist so viel von ihr enthalten, daß er durch ein Jahr 2000 PS liefern könnte. Zum Betriebe eines Großkraftwerks würde die Energie einer Teetasse Wasser ausreichen, um alle Kohle zu ersetzen, die heute hierfür nötig ist. Diese Vorstellungen, so visionär sie auch sonst sein mögen, bedeuten für den Astronomen viel mehr als spekulative Betrachtungen eines Theoretikers, denn jeder von den Millionen Sternen, die wir betrachten, stellt eine Art

himmlischen Ofens dar, der dem Gesetz trotzt, das unseren irdischen Unternehmern eine Grenze setzt, nämlich, daß jeder Ofen ausgeht, wenn er nicht ständig nachgefüllt wird. Die Sternenwelt müßte schon längst kalt und tot sein, wenn dort nur die Energien vorhanden wären, die auf der Weltkraftkonferenz diskutiert werden. Mögen die inneratomaren Energien für den Ingenieur utopisch sein, für den Physiker eine Spekulation bedeuten, für den Astronomen, welcher sie zu studieren hat, sind sie ein Phänomen. Er hat zu untersuchen, in welcher Weise das Freiwerden inneratomarer Energie in den Sternen sich mit der Temperatur, der Dichtigkeit und dem Alter ändert, in welcher Weise die Energiezufuhr erfolgt, so daß der Stern weder zerspringt noch in zu heftige Schwingungen gerät. Klar aber ist, daß dieses wichtige Forschungsgebiet noch viele ungelöste Fragen enthält. Wenn auch feststeht, daß die inneratomare Energie es ist, die den Hauptkraftstoff für die Sterne liefert, so sind doch die Astronomen wiederum nicht Prometheus, die dieses Feuer der Götter den Menschen zugänglich machen können. Vortr. erörtert dann die Frage, ob die Sterne sozusagen von fremder Energie leben oder von eigener, etwa in der Form einer Akkumulatorenbatterie aufgespeicherten, und spricht sich aus den verschiedensten Gründen für die letztere Annahme aus. Denn jede Energiezufuhr von außen könnte nicht bewirken, daß die Temperatur etwa der Sonnenoberfläche  $6000^{\circ}$  beträgt, während die ihres Kerns auf 40 Millionen Grad geschätzt wird. Nur so ist es möglich, daß die Sonne ihr tatsächlich beobachtetes Volumen beibehalten kann trotz der Schwerkraft, die sie zusammenzudrücken sucht. Würde die Sonne von fremder Energie leben, so müßte diese in 20 Millionen Jahren aufgebraucht sein. Aber niemand nimmt heute an, daß die Sonne und damit auch die Erde noch so jung sind. Nach dem Einstein'schen Gesetz errechnet Eddington, daß der Energievorrat der Sonne  $1.8 \cdot 10^{54}$  Erg beträgt. Wir kennen den Energiebetrag, den die Sonne alljährlich an den Weltraum ausstrahlt und der bei dem gegenwärtigen Verbrauch durch 15 Billionen Jahre reichen würde. Selbstverständlich bedeutet das nicht, daß die Sonne 15 Billionen Jahre leben und dann ausgehen wird, denn wenn durch den Verbrauch an Konstitutionsenergie der Materie der Energievorrat geringer wird, so verschwindet damit auch die Materie der Sonne. Es besteht eine Beziehung zwischen Helligkeit und Größe eines Sterns. Die kleineren Sterne leuchten weniger hell, verteilen ihren Vorrat an Energie also langsam, und auch die Sonne würde daher ihr Leben als abnehmender Stern über 15 Billionen Jahre verlängern. Auf gleichem Wege läßt sich beweisen, daß die Sonne nicht mehr als 5 Billionen Jahre alt ist, wahrscheinlich jedoch wesentlich jünger. Soll man nun annehmen, daß es sich bei diesen Vorgängen um Konstitutionsenergie, also bei der völligen Zerstörung der Materie freiwerdende Energie handelt oder um solche Energie, die bei der Umwandlung der Elemente frei wird? Nach einer Theorie von Dirac wäre das Elektron eine Ladung, die über das Normalniveau erregt ist, während das Proton die leere Bahn ist, das Loch, welches unbesetzt gelassen ist. Wenn die Ladungen in das Loch zurückfallen, so würden sie sich aufheben und auch gleichzeitig das Proton verschwinden, die Substanz zerstört sein. Übrigbleiben würde ein Spritzer im Äther, der sich als elektromagnetische Welle ausbreitet und schließlich in die Wärme eines Sternes verwandelt. Nimmt man die Umbildung von Elementen als Energiequelle an, so hätte man hierfür in der Radioaktivität ein Beispiel. Jedoch würde keiner der bekannten radioaktiven Vorgänge für astronomische Zwecke genügend Energie liefern; auch scheint sicher zu sein, daß auf einem Stern die radioaktiven Elemente vereinigt und nicht vernichtet werden, so daß die gewöhnliche Radioaktivität für einen Stern verlustbringend wäre. Bei der Umwandlung von Elementen aus Wasserstoffatomen, etwa in Heliumatome, wird aber nach dem Einstein'schen Gesetz  $\frac{1}{140}$  der Masse verloren, also  $\frac{1}{140}$  der Gesamtenergie frei. Nimmt man die Umwandlung von Wasserstoff in andere Elemente von höherem Molekulargewicht an, so würde auch in keinem Fall der freiwerdende Energiebetrag  $\frac{1}{100}$  dessen überschreiten, der nach der Zerfallstheorie gewonnen werden müßte. Damit würde sich das Höchstalter der Sonne auf 100 000 Millionen Jahre herabsetzen. Gewiß handelt es sich bei der Umwandelbarkeit der Elemente nicht um eine feststehende

Tatsache, denn die Umwandlung ist nicht gelungen, aber der Einwand erscheint unerheblich, denn wir müssen, wenn wir überhaupt an Entwicklung glauben, eine Bildung der gewöhnlichen Atome aus den ursprünglichen elektrischen Ladungen zu irgendeiner Zeit ohne besonderen Schöpfungsakt annehmen, und für diesen Vorgang wäre kein Ort geeigneter als das Innere eines Sterns, wo die durch den Prozeß in Freiheit gesetzte Energie dazu dient, die Wärme des Sterns zu erhalten. Es kann keine bessere Werkstatt der Natur geben, um das verschiedenste Material aus der ursprünglichen positiven und negativen Elektrizität zusammenzuschmieden. Im allgemeinen neigt man heute dazu, der Theorie der völligen Zerstörung der Materie den Vorzug zu geben, denn auf Grundlage der Umwandlungstheorie könnte ein Stern nur 1% der in ihm aufgespeicherten Energie ausstrahlen, seine Masse würde sich daher während seines ganzen Lebens nur um 1% verringern, während nach der anderen Annahme jegliche Begrenzung wegfällt. Ebenso wird die Annahme, daß sich der Unterschied zwischen einem schweren Stern und einem Stern geringerer Masse hauptsächlich auf sein Alter zurückführen läßt, sonst hinfällig. Man sollte feststellen, ob sich große Sterne in kleine Sterne verwandeln, selbstverständlich geht dies nicht auf direktem Wege. Die Annahme scheint berechtigt, daß die zuletzt gebildeten Sterne die geringere Dichte besitzen. Wir nehmen an, daß die Sterne sich als Nebel verdichtet haben, und zwar derart, daß sie zunächst eine ungeheure diffuse Kugel gebildet haben. Viele solcher Sterne sind bekannt. Ein wohl bekanntes Beispiel ist der Stern Betelgeuse im Orion, der groß genug ist, die ganze Bahn der Erde in sich aufzunehmen, dessen Dichte aber tausendmal geringer ist als die der Luft. Aus weiteren Berechnungen ergibt sich, daß die Sterne bei ihrem Entstehen nur selten eine so geringe Masse besitzen wie die Sonne, während man auf der anderen Seite bei der Untersuchung der Sterne in allen Lebensaltern solche findet, deren Masse dichter ist. Sie haben also einen großen Teil ihrer ursprünglichen Masse nach der Zerstörungstheorie ausgestreut. Die Theorie würde nun verlangen, daß gleichaltrige Sterne die gleiche Masse und die gleiche Helligkeit besitzen, was aber, wie an dem Beispiel der Plejaden gezeigt wird, nicht immer zutreffend ist. Es liegt also ein gewisser Widerspruch vor. Des weiteren zeigt der Vortr. dann noch, daß die Hauptargumente für die große Lebensdauer der Sterne gelten, wenn man den Einzelstern betrachtet. Betrachtet man dagegen das Sternensystem, dann ergeben sich nurmehr Zeiträume, die etwa dem geologischen Zeitalter der Erde entsprechen.

Für die Befreiung inneratomarer Energien muß man scheinbar die Materie auf 40 Millionen Grad erhitzen. Es mögen auch 30 Millionen, jedenfalls nicht viel weniger sein. Es scheint hier etwas Ähnliches vorzuliegen wie etwa ein Siedepunkt. Die zentrale Temperatur von 40 Millionen Grad wird bei allen Sternen erreicht, gleichgültig ob der Energiebetrag, den sie benötigen, 1000 Ergs, 2 Erg oder 0,01 Erg pro g/s beträgt. Hier fügt Vortr. jedoch ausdrücklich ein, daß selbst dann, wenn es uns möglich wäre, die Materie auf 40 Millionen Grad zu erhitzen, dies wirtschaftlich nichts bedeuten würde, denn wir müßten viel Kraft verschwenden, um die Temperatur zu erreichen, während der Strom der inneratomaren Energie langsam abfließt. Möglich, daß 40 Millionen Grad in unseren Laboratorien zu erreichen sind. Im Cavendish Laboratorium erzeugt Dr. Capitza zeitweise magnetische Felder, in denen die Energiekonzentration einer Million Grad entspricht.

Es ist notwendig, daß das Freiwerden inneratomarer Energien durch Temperatursteigerung bewirkt wird, aber die Temperatur darf nicht so schnell gesteigert werden, weil sonst der Stern in Schwingungen geraten würde, und tatsächlich kennen wir solche pulsierende Sterne. In der einen Pulsationsphase ist der Stern zusammengepreßt und heißer als im Normalzustand, in der anderen entgegengesetzten ist er ausgedehnt und abgekühlt. So wird der Stern eine selbsttätige Maschine, die ihre Pulsationen selbst aufrechterhalten kann. Wir müssen annehmen, daß bei unveränderlichen Sternen, wie der Sonne, die Maschine nicht stark genug ist, um eine Pulsation im Gang zu halten. Man muß hier an dieser Bedingung festhalten, wenn man Erwägungen über die Gesetzmäßigkeit der Befreiung inneratomarer Energie anstellen will. Es ist sehr schwer, ein solches Gesetz herauszufinden, das feststellt, in welcher Weise

das Freiwerden der Energie von der Dichte und der Temperatur des Stoffes abhängt und das die Sterne sicher zwischen der Scylla der Unbeständigkeit und der Charybdis der Pulsation hindurchbringt. Vortr. greift hier zu der Hypothese, daß die anregende Wirkung einer Temperaturerhöhung aufgehalten wird, daß zunächst durch die Erhöhung eine Art aktiver Stoff erzeugt wird, der seinerseits inneratomare Energien später auslöst. Dann kommt Vortr. auf die Kohl hörster-Millikan-Strahlen zu sprechen. Es ist möglich, ja sogar wahrscheinlich, daß sie ihre Entstehung einem Energieverfall der gleichen Art, wie er in den Sternen vor sich geht, verdanken. Hinsichtlich ihrer Menge sind diese durchdringenden Strahlen nicht geringer als das sichtbare Sternenlicht. Möglicherweise beginnen diese durchdringenden Strahlen, die uns direkt erreichen, ihre Reise in der kühlen Außenatmosphäre der Sterne, aber noch wahrscheinlicher in den dünnen gasförmigen Nebeln und dem gewöhnlichen kosmischen Gas, die weitläufig zwischen den Sternen ausgestreut sind. Dadurch wird das Problem der Befreiung inneratomarer Energie in ein ganz neues Licht gesetzt, und haben wir angenommen, daß der Schlüssel für dieses Freiwerden in einem Erhitzen der Materie auf 40 Millionen Grad besteht, so hat es nun den Anschein, als wenn auch in den diffusen Nebelflecken zwischen den Sternen Energie abgegeben wird, selbst dann, wenn sie keinen bedeutenden Wärmegrad besitzen. Die Möglichkeit, daß die Materie des Universums sich langsam in Strahlen auflöst, läßt die Frage auftauchen, ob es nicht auch einen Gegenprozeß gibt. Aber selbst dann, wenn auf diese Art für die Erneuerung der dahingeschwundenen Materie und der erloschenen Sterne gesorgt würde, wäre doch ein unerbittlicher Niedergang des Weltalls zu verzeichnen, denn ehe wir nicht den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik umgehen können, d. h. ehe wir nicht die Zeit zurückzustellen vermögen, muß das Universum zuletzt doch einen Zustand gleichförmiger Beständigkeit erreichen. —

## Sektion 2: Elektrizität in Gewerbe und Industrie.

Vorsitzender: Robert Sibley.

Generalberichterstatter: Dr.-Ing. R. Bingel.

Dr. G. Morselli und Prof. O. Scarpà, Italien: „Développement actuel de l'industrie électro-chimique et électrométallurgique en Italie.“

Die italienische elektrochemische Industrie verbraucht etwa 2 Millionen kWh/Jahr (einschl. Calciumcarbid). Die günstigen Bedingungen für den Ausbau der Wasserkräfte (Apennin) bilden die Grundlage für die Entwicklung von Anlagen zur Gewinnung von Calcium-Cyanamid, Elektrostahl, Wasserstoff und Sauerstoff, Aluminium, Zink, Chlor usw. Der Bericht kennzeichnet die Lage der einzelnen Produktionszweige. Werke großer Leistungsfähigkeit wurden besonders in der Nähe von Häfen, wie Cotrone, Marghera (Venedig) erbaut. Die Drehstromöfen der Carbidwerke haben 5000 bis 8000 kW Einzelleistung, solche von 20 000 kW sind zur Zeit im Bau. Die jährliche Produktion von Calciumcarbid beträgt heute schon mehr als 100 000 t, von denen 60 000 t zu Calcium-Cyanamid verarbeitet und 40 000 t im In- und Auslande verkauft werden. Die Zukunft der italienischen elektrochemischen Industrie liegt in Richtung der Qualitätsfabriken, bei denen die Stromkosten einen kleinen Bruchteil des Gesamtpreises der Ware betragen. —

Prof. Yogoco Kato, Japan: „A survey of electrochemical industries of Japan.“

Die elektrochemische Industrie Japans hatte allein für Carbid- und Stahlöfen und Ferrolegierungen im Jahre 1927 einen Leistungsbedarf von 168 300 kW. Der Bericht bringt eine Uebersicht über die japanischen Betriebe für Elektrolyse von Kochsalzlösung, Aetznatron, des Wassers (Sauerstoff-Wasserstoff), für Kupfer, Zink, metallischem Natrium und Elektrolyt-Eisen. Ferner für die Herstellung von Calciumcarbid, Cyanamid, Ferrolegierungen und Elektrostahl. Er erwähnt neben der Erzeugung von Ozon die Herstellung von Bleiakkumulatoren und von Trockenbatterien. Einer Erzeugung von 222 000 t Calcium-Cyanamid und Carbid im Jahre 1927 steht eine Produktionsschätzung von 1 000 000 t für die Erzeugung von Ammoniumsulfat nach Ausbau im Jahre 1932 gegenüber. Der Umsatz an Trockenbatterien und Bleiakkumulatoren erreichte im Jahre 1927 den Wert von 13 000 000 Yen. —

Prof. Dr.-Ing. V. Engelhardt und Mitarbeiter, Deutschland: „Die elektrolytischen Industrien Deutschlands.“

Für elektrolytische Zwecke (wäbrige und Schmelzfluß-elektrolyse) verbraucht Deutschland etwa 1,7 Milliarden kWh/Jahr. Unterteilt nach den einzelnen Zweigen der Elektrometallurgie, der Wasserelektrolyse und den elektrolytischen Oxydationsverfahren, der Chloralkalielektrolyse und der Elektroosmose bringt Vortr. die hauptsächlichen mit diesen Verfahren beschäftigten Firmen, Daten der einzelnen elektrolytischen Vorgänge, wie Energieverbrauch, Badgrößen, Art der Rohmaterialien, Verwertung der anfallenden Nebenprodukte usw. Das gesamte Gebiet steht in der Entwicklung, die sich durch Vergrößerung der Apparateeinheiten, Steigerung der Stromdichten, Mechanisierung bzw. Automatisierung der Betriebe zeigt. Die Möglichkeiten dieser Industrie sind aufs engste mit den Kosten der zur Verfügung stehenden Elektroenergie und dadurch mit den Problemen der Stromerzeugung und Energieübertragung verbunden. Es werden für die einzelnen Bäder usw. Stromstärken bis zu 40 000 A gefordert, 700 V ist zur Zeit die höchste Spannungsgrenze, die vorläufig nur ausnahmsweise bei wenigen Verfahrensgruppen und der Serien-Schaltung der elektrolytischen Einheiten angewendet werden kann. Demgegenüber steht die Möglichkeit, Gleichstromgeneratoren zu bauen bis 10 000 kW in einer Einheit für bahn-transportfähige Maschinen und bis zu 20 000 kW für Transport per Schiff. Der Vortragende bringt Gegenüberstellung von Motorgeneratoren, Einankerumformern und Quecksilber-Dampfgleichrichtern für elektrolytische Betriebe. Der Aufbau solcher Umformeranlagen und Gleichstrom-Wasserkraftzentralen wird im Bilde gezeigt. —

Der Generalberichterstatter wies in den *Entwicklungslien über Elektrochemie und Elektrowärme* darauf hin, daß die elektrochemischen Großbetriebe nach Steigerung der Leistungsfähigkeit und besserer Ausnutzung des einzelnen Apparates streben. Dieses Streben tritt in der Schaffung mannigfacher Konstruktionen von Hochleistungszellen für Wasserelektrolyse und in der Steigerung der Leistung und Stromstärke der Öfen, z. B. in der Aluminium- und Carbide-industrie, in Erscheinung. Bei Entwicklungsfordernungen für einzelne Öfen für Gleichstrom werden zur Zeit Stromstärken bis zu 40 000 A genannt. Im Interesse wirtschaftlicher Energieausnutzung und niedrigster Gestehungskosten werden die mit Gleichstrom arbeitenden elektrochemischen Betriebe möglichst in der Nähe der natürlichen Energiequellen errichtet, Zellen- und Ofenhaus unmittelbar mit dem Kraftwerk vereint. Die Baugrenzen moderner Gleichstromgeneratoren sind für bahn-transportfähige Maschinen heute etwa 10 000 kW, für reinen Schiffstransport etwa 20 000 kW. Ist die Zusammenlegung von Gleichstromenergie-Erzeugung und -Verbrauch, bedingt durch Lage und Verhältnisse des Erzeugungsortes, nicht wirtschaftlich, so erfolgt die Energieübertragung durch Drehstrom. In dem Bestreben, mit immer größeren Einheiten der Öfen-, Bäder- und Zellenreihen weitgehendst ohne Parallelschaltung von Umformern zu arbeiten, werden möglichst hohe Grenzleistungen der Einzelumformerarten angestrebt. Es gilt dies sowohl für Motorgeneratoren, Einankerumformer und Quecksilber-Dampfgleichrichter. Bei Wechsel- und Drehstromöfen liegt die derzeitige Grenzleistung für Ofentransformatoren etwa bei 32 000 kVA. Hierbei wird die Grenze für den Ofenstrom von 100 000 A bereits überschritten. Für die weitere Steigerung dieser Grenzen für Ofentransformatoren und Ofenleitungen bestehen keine unüberwindlichen technischen Schwierigkeiten. Für die thermochimische Ausnutzung elektrischer Energie eröffnen sich neue Aussichten bei der Gewinnung von Eisen-schwamm mittels Gasreduktion und der Herstellung von Elektroschmelzzelement. Neben dem Elektrohochofen ist in den letzten Jahren der elektrische Niederschachtofen entwickelt worden, der gegenüber dem Hochofen den Vorzug niedrigerer Anlage- und Betriebskosten haben soll. Für die Herstellung von hochwertigen Stahllegierungen und hochwertigem Grauguß finden die reinen Lichtbogenöfen in zunehmendem Maße Anwendung, wobei auch in der Größe der Ofeneinheiten eine Fortentwicklung festzustellen ist. Beim Schmelzen von Kupferlegierungen überwiegen die Induktionsöfen, bei welchen neue Formen entwickelt und Verbesserungen in der keramischen

Auskleidung erzielt werden. Daneben zeigen die Hochfrequenzöfen eine Entwicklung, welche sie vornehmlich für Sonderlegierungen bereits in betriebsmäßigen Größen an Stelle anderer Ofenarten treten lassen. Für die Wärmebehandlung von Metallen zeigen die Widerstandsöfen eine zunehmende Anwendung. Mit Schutzgasfüllung arbeitende Öfen finden zum Blankglühen und neuerdings auch für Kupfer-Wasserstofflötung Eingang.

#### Sektion 4: Wirtschaftsprobleme der Hochtemperatur-entgasung.

Vorsitzender: Sir David Milne Watson.

Generalberichterstatter: Dipl.-Ing. B. Ludwig.

Harold Hollings, England: „The economics of benzole extraction in the gas industry.“

Der Wert des Benzols im Gas ist in kommunalen Gaswerken wegen der günstigen Verwertbarkeit des Gases höher anzusetzen als in Kokereien, wo das Gas nur für industrielle Zwecke verwendet wird. In Gaswerken kommt die Benzolgewinnung einer Steigerung des Gasabsatzes gleich. Man kann bei Benzolentziehung Gas mit niedrigem Heizwert liefern oder den Heizwert vorher erhöhen, so daß er durch die Benzolgewinnung auf die normale Höhe zurückgeht. Zu der letzteren Methode eignen sich hauptsächlich Vertikalretortenanlagen, in denen durch Einleiten von Dampf Wassergas erzeugt wird. Bei Benzolentziehung muß weniger Dampf eingeleitet werden. Man kann auch die Verringerung des Kohlenheizwertes durch Erhöhung des Wassergasheizwertes mittels Ölcarburation ausgleichen. Die Kosten von Gasöl und der Wirkungsgrad der Verarbeitung sind für die Wirtschaftlichkeit maßgebend. Sie ist um so größer, je weniger der Wassergasheizwert zu erhöhen ist, weil bei geringerer Carburation ein besserer Wirkungsgrad erzielt wird. Die Betriebskosten der Benzolanlage verringern sich um den Anteil der Naphthalinwaschkosten, der bei Benzolauswaschung mit Waschöl gespart wird. Bei Verwendung aktiver Kohle zur Absorption muß das Gas vorher von Naphthalin befreit werden. Bei Verwendung von Waschöl ist der Dampfverbrauch nicht unter 4 kg/l Rohbenzol, ausgenommen beim Vakuumverdampfungsverfahren, wo er viel geringer sein soll. Im Verfahren mit aktiver Kohle wird nach Erfahrung weniger als 4 kg Dampf gebraucht, weil die spezifische Wärme der Holzkohle nur 0,2 ist gegen 0,45 beim Gasöl. Bei Gasölwaschanlagen enthält das Rohbenzol bis 8% Waschölbestandteile. Gasöl behält seine Leichtflüssigkeit während einer verhältnismäßig langen Zeit. In einer Anlage ist es 5 Jahre lang verwendet worden. Der durchschnittliche Verbrauch an aktiver Holzkohle wird mit 0,05 lb. pro Gallone (5 kg/m<sup>3</sup>) Benzol angegeben. Blausäure im Gas vermehrt den Verbrauch. Der Wert des gewonnenen Rohbenzols hängt sowohl von der Reinheit des Gases, aus dem es gewonnen wird, als auch von dem Gewinnungsverfahren ab. Gaswerke werden demnach reineres Rohbenzol erzeugen als Kokereien. Ebenso wird aktive Kohle besseres Rohbenzol als Waschöl liefern, da der übergehende Teil des Waschöls den Siedepunkt des gewonnenen Benzols erhöht. Benzol aus dem Gas von Vertikalöfen enthält mehr Paraffine und ungesättigte Kohlenwasserstoffe als aus Gas von Horizontalöfen, es hat also weniger Wert, weil bei der Reinigung größere Mengen Säure nötig sind und größere Verluste auftreten.

Dipl.-Ing. P. Borchardt, Deutschland: „Gaszerlegung durch Druck und Tieftemperatur<sup>1)</sup>.“

Dem Linde-Verfahren kann höchstens das von der I.G. Farbenindustrie A.-G. und ihren Nachahmern angewandte Verfahren der Konvertierung des Wassergases mit nachfolgender Waschung durch ammoniakalische Kupferlösungen in bezug auf die Reinheit des Produkts als gleichwertig bezeichnet werden. Über dieses letztere „Kontakt-Verfahren“ liegen leider vorläufig noch immer keine zahlenmäßigen Angaben vor, so daß ein rechnerischer Vergleich der beiden Verfahren nicht gegeben werden kann.

<sup>1)</sup> Vgl. dazu Brönn, „Zerlegung der Koksofengase“, diese Zeitschrift 42, 760 [1929].

Colonel G. P. Pollitt, England: „*The synthetic ammonia industry.*“

Von der Gesamtproduktion an synthetischem Ammoniak werden etwa zwei Drittel nach dem Verfahren von Haber-Bosch oder ähnlichen Erzeugungsmethoden hergestellt. Weiter wird erwähnt, daß das Naturgas große Mengen Wasserstoff enthält und daß diese Mengen ausreichen, um jährlich 40 Millionen t Stickstoff als Ammoniak zu gewinnen, also erheblich mehr, als der Weltstickstoffverbrauch, der im Jahre 1929/30 schätzungsweise 2,15 Millionen t betragen wird, ausmacht.

Dipl.-Ing. Z. v. Galocsy, Ungarn: „*Vergasung mit Sauerstoff.*“

Vortr. kommt zu dem Ergebnis, daß alle bisherigen Versuche an der Gefahr des Verschlackens scheiterten; daher liegt der Weg der Weiterentwicklung beim Abstichgenerator; es ist Vortr. nicht möglich, im Rahmen der Arbeit die Grundgedanken des Abstichgenerators zu behandeln, doch stellt er fest, daß die Bedeutung dieser Type in ständigem Wachsen begriffen ist. Der Durchsatz eines Abstichgenerators übertrifft nämlich das Drei- bis Vierfache des Durchsatzes eines Drehrostgenerators von gleichem Querschnitt, und heute ist es bereits ein leichtes, in der neuesten Type selbst schlackenreiche Kohlen zu vergasen. Ein einziger Generator wird also aller Wahrscheinlichkeit nach 250 bis 350 t Kohle in Wassergas überführen können, d. h. 400 000 bis 600 000 m<sup>3</sup> Wassergas erzeugen, was z. B. dem maximalen Leuchtgasbedarf von Budapest oder Hamburg entspricht. Vortr. will damit nicht sagen, daß dieses Wassergas ohne weiteres die Rolle des Leuchtgases zu übernehmen vermag, weil dazu inzwischen noch vielerlei Probleme gelöst werden müssen; er will die Gasmenge nur unserem Begriff näherbringen. Der Abstichgenerator mit Sauerstoffbetrieb ist besonders für Großbetriebe und für Ferngasversorgung geeignet, weil er, in eine verhältnismäßig sehr kleine Einheit konzentriert, zur Erzeugung sehr großer Gasmengen fähig ist und die Belastung — innerhalb der Wirtschaftlichkeit — zwischen sehr weiten Grenzen gehalten werden kann. —

Aus den vom Generalberichterstatter aufgestellten Entwicklungslinien sei hervorgehoben: Die Entfernung des Teeres auf elektrostatischem Wege macht Fortschritte, sie bringt neben erhöhter Teerausbeute Erleichterungen in der Ammoniak- und Benzolwäsche und Trockenreinigung. Die übliche Ammoniakwäsche steht und fällt mit den Verbesserungen der Schwefelreinigung. Die bewährte Reinigung mit trockenein Eisenoxydhydrat hält sich immer noch in überwiegendem Maße, doch beginnen bereits die nassen Schwefelreinigungsverfahren sich erfolgreich einzuführen, besonders in den Vereinigten Staaten von Amerika. In Deutschland sind die Verfahren von Koppers (CAS), von Prof. Fischer (Gelbkalilauge mit Elektrolyse) und Rostin (bei höheren Temperaturen) im Versuchsstadium. Die restlose Vergasung, ebenso die Tieftemperaturverkokung scheint nicht vorzukommen.

Aussprache. Borchardt: Bisher konnte Sauerstoff nur zum Preise von 2 bis 3 Pf. pro m<sup>3</sup> geliefert werden. Bei diesem Preise ist aber eine hüttentechnische Verwendung ausgeschlossen. Ein neues Verfahren von Fränkel ermöglicht die Gewinnung von Sauerstoff im großen zu erheblich billigerem Preis, im kontinuierlichem Betrieb voraussichtlich 1 bis 2 Pf. pro m<sup>3</sup>. Es ist somit zu hoffen, daß damit der Sauerstoff hüttentechnisch und im Generatorbetrieb praktische Bedeutung gewinnt. Prof. Dr. Bunte: Ein großes hygienisches Problem ist die weitgehende Befreiung der Luft von Verunreinigungen durch feste Brennstoffe. Für das letztere spielt der Preis eine sehr erhebliche Rolle, und es ist daher nicht gleichgültig, ob das von Kohlenoxyd befreite Gas um 1 Pf. teurer ist oder nicht. Denn das Gas wird an die Großabnehmer zu einem Preise abgegeben, der so nah an die Selbstkosten geht, daß eine Erhöhung um 0,5 Pf. schon eine Versteuerung von 10% ausmacht und damit die Konkurrenzfähigkeit mit den festen Brennstoffen gefährdet. Es sind also bei der Umwandlung des Kohlenoxyds nicht nur die Brennbedingungen, sondern auch die hygienischen zu berücksichtigen. Es ist jedoch zu hoffen, daß die Entgiftung des Leuchtgases erreicht wird unter Einhaltung beider. — Bertelsmann: Noch nicht veröffentlichte Studien lassen es

wahrscheinlich erscheinen, daß die Entgiftung von Gas in wirtschaftlicher Weise durchgeführt werden kann. Das Verfahren besteht darin, daß der größte Teil des Kohlenoxyds mit Wasserdampf verbrannt wird, wobei Wasserstoff frei wird. Der Rest an Kohlenoxyd, der noch verbleibt, wird in Methan umgewandelt durch einen Katalysator, der nicht durch Schwefel vergiftet wird. Man kann also die Reinigung des Gases von Schwefel erst nachher ausführen. Die im Gas noch verbleibenden Kohlensäure- und Schwefelwasserstoffmengen werden durch Waschen mit einer Aufschwemmung von Eisenverbindungen entfernt, so daß in 100 m<sup>3</sup> Gas 4 bis 5 g Schwefel als Thiophenol verbleiben. Der Nickelkatalysator wird nach einem heute noch nicht bekanntgegebenen Verfahren hergestellt. Das so entgiftete Leuchtgas ist so schwefelarm, daß es auch für industrielle Zwecke, besonders in der Metallindustrie, gebraucht werden kann. Ein weiterer Vorteil ist, daß sich kein Naphthalin oder andere die Leitungen verstopfende Substanzen bilden. Das Verfahren wird bereits in einem Großbetrieb durchgeprüft. Man erhält ein Gas von dem gleichen Heizwert, spezifischen Gewicht wie das übrige Gas. Jede Änderung, die zu einer Änderung der Gasgeräte führen würde, würde nicht nur Unruhe in die Bevölkerung tragen, sondern auch ungeheure Kosten verursachen, denn es gibt in Deutschland neun Millionen Haushaltungen, die durch Gas versorgt werden, 300 000 Heizöfen und eine Million Wasch- und Bügelanlagen. — Dr. Kemmer: Wenn es möglich sein sollte, Wassergas aus minderwertigen Brennstoffen zu gewinnen, ließe auch dieses sich entgiften. Ein derartiges entgiftetes Wassergas würde sich sogar noch um einen Pfennig billiger stellen als das gewöhnliche. —

### Sektion 5: Gasabsatz.

Vorsitzender: Dir. Dr. Schütte.

Generalberichterstatter: Dr.-Ing. K. Lempelius.

Dipl.-Ing. P. Günther, Argentinien: „*Der Gasverbrauch in Argentinien im Haushalt sowie in der Klein- und Großindustrie.*“

Verarbeitet wird vorwiegend englische Kohle. Naturgas von 8000 kcal je m<sup>3</sup> (900 B.t.u./cb.ft.) tritt schon in 30 km Entfernung von Buenos Aires in mächtigen Mengen auf, bleibt aber wegen technischer Schwierigkeiten bei der Zuleitung noch ungenutzt. —

Prof. Dr. K. Bunte, Deutschland: „*Die Elemente der Gasverbrennungs- und Heizvorgänge und ihre technische Auswirkung.*“

Die Verbrennungs- und Heizvorgänge sind so vielgestaltig und verwickelt, daß man die Brauchbarkeit eines Gases nicht mehr aus einer Eigenschaft, dem Heizwert, ableiten kann, wie früher aus der Leuchtkraft. Eine Systematik der Elemente der Verbrennungs- und Heizvorgänge und ihrer Beeinflussung durch die Beschaffenheit der zur Verfügung stehenden Gase soll daher versucht werden, um dem Zusammenwirken aller gaserzeugenden Industrien den Boden zu ebnen. Für die zentrale Gasversorgung geeignete Brennstoffe müssen nach bestimmten Richtlinien erzeugt werden. Bei gleichem Druck muß das Gas einen konstanten Quotienten  $\frac{H_u}{s}$  aufweisen, wobei  $H_u$  der untere Heizwert und  $s$  das spezifische Gewicht bedeutet. Der Entzündungsgeschwindigkeit ist bisher nicht der gebührende Platz eingeräumt worden, weil es nicht nur an einer experimentellen Methode der Bestimmung der Entzündungsgeschwindigkeit fehlte, sondern auch an einer Methode für die rechnerische Voraussage dieser Eigenschaft. Neuerdings ist es Dommer gelungen, einen verhältnismäßig einfachen Apparat zur Aufnahme der Entzündungsgeschwindigkeitskurven eines Gasgemisches zu bauen. Die Entzündungsgeschwindigkeit ist keine primäre Eigenschaft der Gase, sondern entsteht aus dem Zusammenwirken einer großen Zahl von Eigenschaften, z. B. Verbrennungswärme, Wärmekapazität des Gasluftgemisches und der Verbrennungsprodukte, der Wärmeleitfähigkeit, der Wärmestrahlung. Hierüber wurden im Karlsruher Gasinstitut Untersuchungen angestellt. Die technisch wichtigsten und leider in ihrer Entzündungsgeschwindigkeit abweichendsten Gase sind Wasserstoff, Kohlenoxyd und Methan,

die eigentlichen Brenngase. Für diese Gase sind durch Litterscheidt zunächst die Veränderungen der Entzündungsgeschwindigkeit zwischen je zwei Gasen ermittelt worden. Für Gemische aus  $H_2$ ,  $CO$ ,  $CH_4$  ist es mit Hilfe dieser in einem Dreieck angeordneten Messungsreihen möglich, die maximalen Entzündungsgeschwindigkeiten festzustellen. Durch weitere Messungsreihen wurde dann der Einfluß der inerten Gase  $N_2$  und  $CO_2$  auf die Entzündungsgeschwindigkeit ermittelt, und unter Zuhilfenahme dieser Kurven ist auch die Einbeziehung dieser Gase in die graphische Ermittlung der Entzündungsgeschwindigkeit möglich, so daß von den üblichen Gasbestandteilen nur noch der Einfluß der Kohlenwasserstoffe der Messung bedarf. Das Kurvenbild zeigt deutlich, daß die Entzündungsgeschwindigkeit nicht einfach proportional den Entzündungsgeschwindigkeiten der Einzelgase ist. Die Schweißung der Kurven ist offensichtlich bedingt durch den chemischen Verlauf der Verbrennung. Die Gleichheit oder Ähnlichkeit der Entzündungsgeschwindigkeit ist für die Austauschbarkeit und Verwertbarkeit verschiedener technischen Gase mindestens ebenso wichtig als der Heizwert. Daß die Unterschiede nicht allzu groß sein dürfen, wird geradezu zur Voraussetzung für eine störungsfreie technische und wirtschaftliche Kuppelung zwischen verschiedenartigen Betrieben, die Gase erzeugen und bei denen Gase anfallen, in zentraler Gasversorgung, also für eine Kuppelung zwischen Gaswerken und Kokereien, Braunkohlenschwelereien mit der Koksofengasverflüssigung zur Ammoniaksynthese, den Spaltgasen aus Destillationen, den Faulschlammgasen und vielen anderen. Weiter werden dann der Wärmeübergang, die Abgasführung und der Einfluß der einzelnen Gasbestandteile auf die Eigenschaft des Gasgemisches besprochen, ihnen folgt die Aufbereitung und Angleichung der Gase. Inerte Gase beeinflussen stets ungünstig. Größere Mengen Kohlensäure, wie sie beim Braunkohlenschwelgas vorhanden sind, können durch Druckwaschung vermindert oder chemisch gebunden werden. Als drittes könnte die Umwandlung von  $CO_2$  in brennbares Gas, also in  $H_2$  oder  $CH_4$ , in Betracht kommen. Die Druckwaschung ist in allen Fällen zu bevorzugen, wo eine Kompression für die Fernleitung an und für sich stattfinden muß. Für die chemische Bindung der Kohlensäure als Carbonat oder besser als zu Carbonat regenerierbares Bicarbonat liegen eine Reihe von Vorschlägen und Patente vor. Diese chemischen Verfahren werden aber entweder apparativ zu kompliziert und sind meist durch Nebenreaktionen der Schwefel- und Cyanverbindungen mit Verlust verbunden, oder sie werden durch die Abfallprodukte lästig. Sie kommen daher nur für letzte Reinheitsgrade in Frage. Die chemische Umsetzung von  $CO_2$  und  $CO$  erfordert zunächst hohe Temperaturen und große Reaktionsfähigkeit des zur Anwendung kommenden Kohlenstoffes, und sie ist schließlich daran gebunden, daß begleitende Kohlenwasserstoffe keiner Spaltung durch hohe Temperatur unterliegen dürfen. Gegen die chemische Umwandlung in Kohlenoxyd spricht ferner, daß die Giftigkeit des Gases erhöht und die Entzündungsgeschwindigkeit gegenüber der Entfernung des Kohlenoxyds stark erniedrigt würde. Eine Umwandlung der Kohlensäure in Methan ist an sich denkbar, käme aber höchstens in Ausnahmefällen bei Gasgemischen von hohem Wasserstoffgehalt in Frage. Stickstoff ist der willkommene verunreinigende Bestandteil. Wasserstoff erniedrigt den Heizwert, erniedrigt das spezifische Gewicht, erhöht aber als einziger Gasbestandteil stark die Entzündungsgeschwindigkeit. Die Mischgaserzeugung aus Steinkohlengas und Wassergas würde viel schwieriger sein, wenn nicht zufällig der Wasserstoffgehalt beider Grundgase annähernd 50% betrüge. Infolgedessen ist die Anpassung anderer Gase schon wesentlich erleichtert, wenn ihr Wasserstoffgehalt annähernd auf 50% gebracht wird. Bei zu niedrigem Gehalt an Wasserstoff, aber einem sehr hohen Gehalt an Kohlenwasserstoffen muß also die Spaltung dieser Kohlenwasserstoffe unter zum mindesten teilweiser Bildung von  $H_2$  und  $CH_4$  durchgeführt werden. Die sog. schweren Kohlenwasserstoffe vermehren schon durch geringe Schwankungen in Menge und Beschaffenheit den Luftbedarf zur Entleuchtung stark und rücken die Gefahr des Rußens und der unvollkommenen Verbrennung nahe. Sie erhöhen das spezifische Gewicht stark, selbst in kleinen Mengen, und müßten daher möglichst weitgehend in Heizgase umgewandelt werden. —

Dr. J. Tiemessen, Deutschland: „Zusammenhänge zwischen Gas- und Nebenprodukten-Anfall und -Absatz.“

Eine Mehreinnahme von 10% aus dem Koksverkauf senkt in Deutschland die Selbstkosten des Gases frei Behälter um  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{3}{4}$  Pf. je  $m^3$ . Trotz der augenblicklich schlechten Preise trägt der Erlös aus dem Teer immer noch  $\frac{3}{4}$  Pf. zur Verminderung der Selbstkosten für das  $m^3$  Gas bei. Die deutschen Gaswerke haben sich zu einer „Wirtschaftlichen Vereinigung“ zusammengeschlossen, die seit 25 Jahren besteht.

#### Sektion 7: Bau und Betrieb von Energiegroßanlagen.

Vorsitzender: I. E. Moulthrop.

Generalberichterstatter: Dr.-Ing. M. Rehmer.

Dr. S. L. Pearce, England: „The treatment of flue gases from modern power stations.“

Die durch die scharfen behördlichen Forderungen beim Bau des Kraftwerks Battersea veranlaßten Versuche über die Entfernung von schwefliger Säure und Flugasche aus den Rauchgasen werden genau geschildert. Das Problem scheint auf Grund dieser Versuche gelöst insofern, als durch Auswaschen in besonderen Waschtürmen fast vollständige Entfernung der schwefligen Säure erreicht wird. Die Alkalität der Themse genügt nach Ansicht des Vortr. zur Neutralisation der im Waschwasser enthaltenen Säure. —

Dr. R. Lessing, England: „The economic value of coal clearing in relation to the problem of dust and sulphur emission from chimneys.“

Vortr. vertritt die Auffassung, daß es möglich ist, Kohle vor ihrer Verfeuerung von dem größten Teil der Asche und auch vom größten Teil des Schwefels zu befreien, so daß ihre Verfeuerung im gereinigten Zustand nicht mehr die Schwierigkeiten macht, wie die Verfeuerung ungereinigter Kohle. An Hand von zwei Beispielen wird die Möglichkeit der Reinigung nach dem Flotationsverfahren geschildert und die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens trotz Erhöhung der Kosten der Rohkohle durch die Reinigung nachgewiesen, da sich u. a. insbesondere die Transportkosten für Kohle und Asche vermindern und bei Staubfeuerung z. B. die Mahlkosten, die durch die normalerweise vorhandenen mineralischen Beimengungen ungünstig beeinflußt werden.

#### Sektion 8: Werke mit kombinierter Energiewirtschaft, insbesondere auch Heizkraftwerke.

Vorsitzender: M. Parodi.

Generalberichterstatter: Dr.-Ing. F. Marguerre.

Dr.-Ing. F. Heyd, Tschechoslowakei: „Rückblick und Ausblick über die Entwicklung der Energiewirtschaft auf Eisenhüttenwerken.“

Die noch vielfach unausgenutzten Wärmequellen in den Eisenhüttenwerken werden angeführt, so z. B. Ofen und Abköhlung des glühenden Koks. Es lassen sich hierdurch 200 bis 300 kg Dampf pro Tonne Stahl bzw. 350 bis 400 kg pro Tonne Koks gewinnen. Könnte man die Strahlungswärme der Hochöfen, der Stahlöfen und die Schlackenwärme ausnützen, so ließen sich etwa 1000 kg mehr an Dampf gewinnen, die für die benötigten etwa 200 kWh pro Tonne Roheisen Verwendung finden könnten. Schließlich wird noch auf das Problem des Betriebes von Hochöfen mit Sauerstoff und die dabei denkbaren Erfolge hingewiesen.

#### Sektion 9: Brennstoff-, Kraft- und Wärmewirtschaft in den einzelnen Ländern.

Vorsitzender: Carlos Cecchi.

Generalberichterstatter: Prof. Dr.-Ing. W. Pauer.

Prof. G. Levi und Prof. C. Padovani, Italien: „Untersuchungen über die italienischen Brennstoffe.“

Die geringen Brennstoffvorkommen haben die Nachteile hohen Wassergehalts und meist sehr hohen Aschengehalts. Bei einem Gesamtvorkommen von etwa 450 Mill. t wurde die Förderung während des Krieges bis auf 2½ Mill. t gesteigert, ist aber seit 1927 im Wettbewerb mit ausländischen Brennstoffen wieder auf 1 Mill. t gefallen. Man strebt an, mit Rücksicht auf die beschränkten Vorräte den Abbau im Mittel niedrigzuhalten, die Anlagen aber so auszubauen, daß sie im

Bedarfsfalle rasch auf eine Förderung von etwa 4 Mill. t gebracht werden können. Wegen ihrer Minderwertigkeit werden die Brennstoffe möglichst an der Grube verarbeitet. Tieftemperaturentgasung und Hydrierung nach Bergius wird versucht. —

F. Bratina und Dr.-Ing. F. Podbreznik, Jugoslawien: „Le problème des combustibles en Yougoslavie.“

Neben einigen Erdgasquellen und unbedeutenden Ölvorkommen spielt das Holz für den Eigenbedarf und auch für die Ausfuhr eine beträchtliche Rolle. Die Förderung an Steinkohle ist gering, die Förderung von Lignit (1 Mill. t) und Braunkohle (3,7 Mill. t) kann gegen hochwertige Auslandskohle nur schwer aufkommen. Die Rationalisierung im Bergbau hat in den letzten Jahren zu einer Erhöhung der Schichtleistung um 60% geführt. Die nächsten Bestrebungen gehen auf Zusammenenschluß zu einem Kohlensyndikat und Entstaatlichung der besonders ungünstig arbeitenden staatlichen Gruben. —

S. Balakschin, Rußland: „Die Energiequellen Sibiriens.“

Sibirien stellt ein Land der unbegrenzten Möglichkeiten dar. Die heute bekannten Steinkohlevorkommen schätzt man auf 400 Milliarden t, wovon 330 Milliarden t auf das Vorkommen von Kusnek treffen. Die Waldflächen betragen 30% aller Wälder der Welt, allein der jährliche Zuwachs an Holz entspricht einer Förderung von 26 Millionen t Steinkohle. Die während des ganzen Jahres verfügbaren Wasserkräfte schätzt man auf 16 Millionen kW. Auch die Windkraft hat hier sehr gute Aussichten. An ortsfesten Kraftmaschinen sind bisher meist im Westen nur 140 000 kW vorhanden, davon 85% in Dampfmaschinen, denen 800 000 kW in Schiffen, Eisenbahnen und Automobilen gegenüberstehen. Das staatliche Wirtschaftsprogramm sieht innerhalb der nächsten fünf Jahre den Bau großer Kraftanlagen in Mittelsibirien vor, wo das Vorkommen von Eisenerz in unmittelbarer Nähe der Kohlenlager des Kusnekbezirks günstige Voraussetzungen für eine Industrialisierung bietet. Die Leistungen der Kraftanlagen sollen nach diesem Plan auf den elffachen, die Stromabgabe auf den 37fachen Betrag gebracht werden. —

Dipl.-Ing. H. Platz, Argentinien: „Argentinien und sein Besitz an flüssigen und gasförmigen Brennstoffen.“

Argentinien besitzt keine Kohle, Holz ist reichlich vorhanden, kann aber teilweise wegen Transportschwierigkeiten nicht ausgenutzt werden. Die Torflager können trotz günstiger Lage den Wettbewerb mit der Auslandskohle nicht bestehen. 3 Millionen t Steinkohle werden eingeführt, der Bedarf an flüssigen Brennstoffen wird zu zwei Dritteln im Inland, zu einem Drittel durch Einfuhr gedeckt. Am Ostabhang der Kordilleren sind in weiten Gebieten Erdölvorkommen festgestellt, von denen einige methodisch erforscht sind. Ihre volle Verwertung scheitert noch an der Transportfrage. Fast überall sind die Erdölvorkommen von Erdgas begleitet (120 m<sup>3</sup> Gas je m<sup>3</sup> Erdöl). Fernleitungen zu entfernten Verbrauchszentren sind vorgesehen. Man sucht die eingeführten Kohlen möglichst weitgehend durch Öl und Gas zu ersetzen. —

Dr. R. Wirkiewicz, Polen: „The utilisation of natural gas in Poland.“

In Polen werden als natürliche Energiequellen Erdgase verwendet, die hauptsächlich aus Methan bestehen und die einen Heizwert von etwa 8500 bis 9000 kcal/m<sup>3</sup> besitzen. Gegenwärtig beträgt die Erdgasproduktion 460 Millionen m<sup>3</sup>. Die Erdgase werden vor allem in rohem Zustand als Brennstoff in Naphthagruben und Rohölraffinerien verbraucht oder mittels Ferngasleitungen gefördert, um einzelne Städte und Industrieanlagen zu bedienen. Neulich wurde eine Ferngasleitung von 81 km von Daszawa nach Lwow verlegt; die Erdgase werden dort, mit armen Gasen gemischt, in das städtische Gasnetz geleitet. Ein Teil der Erdgase wird in Gasolin und Gasol (eine Mischung von flüssigem Butan und Propan, die einen Heizwert von 25 000 kcal hat) verarbeitet und in dieser Form als flüssiger Brennstoff oder für technische Zwecke verbraucht. —

Der Generalberichterstatter wies darauf hin, daß Wasserkräfte überragende Bedeutung nur in den Ländern erlangt haben, die von der Natur mit Brennstoffen schlecht bedacht sind. Die Gebiete, die von einer Energiequelle aus versorgt werden, haben oft die Staatsgrenze überschritten. Gerade

auf dem Gebiet der Energieversorgung scheint die internationale Zusammenarbeit unbedingt nötig. Selbst Erdteile wie Europa hängen in der Versorgung mit bestimmten Brennstoffen von anderen Erdteilen ab. Während die Versorgung mit festen Brennstoffen für praktisch unbestimmbare lange Zeiten gesichert erscheint, zwingt uns der sprunghaft anwachsende Bedarf an flüssigen Brennstoffen, an die nicht zu fernen Zeiten zu denken, wo mit einem Rückgang der Förderung zu rechnen ist. Die Umwandlung fester in flüssige Brennstoffe ist mit Rücksicht auf die wesentliche Rolle, die die Versorgung hiermit in der Handelsbilanz vieler Staaten spielt, eine der wichtigsten Aufgaben, an der überall gearbeitet wird, ohne daß man schon von einer endgültigen Lösung sprechen könnte. —

Aussprache: Prof. Aufhäuser: Die Feuerungsanlagen werden immer kleiner und besser, es kommt also im wesentlichen nunmehr auf die Beschleunigung des Verbrennungsvorgangs an. Dies wird auf dem Wege über die Luft wohl besser zu erreichen sein, als bei der Kohle selbst. Das Transportproblem ist gelöst für die Erzeugung elektrischer Energie aus Kohle, es ist auf dem Wege zur Lösung bei Gas. Die in Deutschland aber am meisten vernachlässigte Aufgabe ist die chemische Verwertung. —

#### Sektion 10: Dampf- und Gasturbinen und Kolbenmaschinen.

Vorsitzender: Prof. Ing. Jan Kieswetter.

Generalberichterstatter: Prof. E. Josse.

Dr.-Ing. E. Koenemann, Deutschland: „Ein neues Zweistoffverfahren zur Kraftzeugung.“

Arbeitsmedien sind Ammoniakdampf in der Vorschaltanlage, Wasserdampf im nachgeschalteten normalen Energieerzeugungsprozeß. Gekennzeichnet wird das „Koenemann-Verfahren“ durch Absorption statt Kondensation im Vorschaltprozeß, Verwendung von Salzschmelzen (Ammoniakate) statt wässriger Lösungen als Erst-Stoff. Nach den angegebenen Berechnungsunterlagen wird z. B. bei 7 ata Ammoniakdampfdruck und 21 ata Wasserdampfdruck eine Brennstoffersparnis von rd. 30% erwartet, gegenüber einer reinen Wasserdampf-Kondensations-Kraftanlage gleicher Leistung mit 21 ata Anfangsdruck, wobei für beide Anlagen praktisch gleiche Anschaffungskosten ermittelt wurden. Eine Erstanlage wird durch ein Konsortium erstellt.

#### Sektion 11: Kessel und Feuerungen.

Vorsitzender: Bergauptmann a. D. Benhöld.

Generalberichterstatter: Dr.-Ing. F. Müninger.

Prof. Dr.-Ing. P. Rosin, Dr.-Ing. F. Marguerre, Dr. Splittergerber und Mitarbeiter, Deutschland: „Die wirtschaftlichen Entwicklungsziele der Dampferzeugung in Deutschland (Feuerungen, Kessel, Speisewasser).“

Rosin und Marguerre beleuchten die großen in den letzten Jahren an Braunkohlen- und Steinkohlenrosten mit Bezug auf spezifische Leistung, Wirkungsgrad und Regulierfähigkeit erzielten Fortschritte. Bei einer Kesseltrommellänge von 10 m kann ein Einenderkessel heute mit Braunkohle höchstens 90 t/h, mit Steinkohle höchstens 160 t/h Normaldampf erzeugen, die Leistungsgrenze liegt bei Braunkohle wahrscheinlich auf der Feuer-, bei Steinkohle auf der Dampfseite. Infolge des sehr billigen Wärmepreises von Braunkohle machen sich die Mehrkosten für hochwertigere Roste trotz der Brennstoffersparnisse oft nicht bezahlt. Der für Steinkohle erzielbare Preis ist infolge des Wettbewerbes der Braunkohle begrenzt. Deshalb und wegen des hohen Zinsfußes und der schwierigen Kapitalbeschaffung ist in Deutschland ein geringer Kohlenmehrverbrauch volkswirtschaftlich oft besser als höherer Kapitaldienst. Reine Staubfeuerungen mit Zentralmahl- und -trockenanlagen in Verbindung mit Strahlungskesseln schneiden bei Rohbraunkohle ebenso günstig ab wie mechanische Roste. Mit Zusatzstaubfeuerungen kann man auch mit Braunkohle und Rosten hohe Kesselleistungen erzielen. Asche ist der größte Feind jeder Feuerung, weil sie die feuerfeste Ausmauerung angreift, die Heizfläche verschmutzt, die Betriebsbereitschaft verkleinert und als Flugasche die Umwohner belästigt.

Dr. Splittergerber behandelt die verschiedenen chemischen Reinigungsverfahren und die Destillation kritisch und untersucht für zwei typische Rohwässer Wärmeverbrauch, Kosten und andere wissenschaftliche Größen bei verschiedenen Reinigungsverfahren.

Rosin und Marguerre untersuchen den Preis von Sonderstählen für Trommeln und Rohre. Als aussichtsreichstes Material für Rohre halten sie einen Stahl von 0,3% Molybdängehalt mit oder ohne Chromzusatz.

### Sektion 12: Feste Brennstoffe, Gewinnung, Handel und Verarbeitung.

Vorsitzender: Prof. Dr. W. Swietoslawski.

Generalberichterstatter: Prof. Dr.-Ing. P. Rosin.

S. Qvarfort, Schweden: „Der Schmelzpunkt der Kohlen- und Koksasche.“

Um bei Heizung mit Kohle und Koks Schlackenbildung zu vermeiden, gibt man, wenn eine Asche zu niedrigen Schmelzpunkt hat, einen oder mehrere Stoffe hinzu, um den Schmelzpunkt zu erhöhen, und zwar solche, die  $\text{SiO}_2$  oder  $\text{Al}_2\text{O}_3$  oder beides enthalten. In zwei Fällen sind am Stockholmer Gaswerk Versuche gemacht worden, bei Heizung in Zentralwärmekesseln mit Koks, durch Zusatz von Kieselsäure in verschiedenen Formen (Sand von verschiedener Feinheit, gemahlener Quarz) (1,5 bis 10%) und Kaolin (3%) oder Chamotte-mehl die Schlackenbildung zu vermindern. Eine größere Wirkung konnte nicht konstatiert werden. Kaolin reduzierte die Schlackenbildung etwas, veranlaßt jedoch zu großen Kosten für Material und Arbeit. In einem Falle wurde zu einer Kokssorte mit hohem Schmelzpunkt der Asche Kalk hinzugefügt, da bei einer gewissen Anlage Schlacke anstatt Asche erwünscht war, wodurch ein gutes Resultat erzielt wurde. Die Asche von Koks hat einen tieferen Schmelzpunkt als die der Ursprungskohle, verursacht durch Reduktion der Eisenoxyde und teilweise Sinterung bei der Entgasung. Durch wiederholtes Umschmelzen sinkt der Schmelzpunkt der Asche bis zur Konstanz, bei der kein Unterschied mehr zwischen Kohle und Koks besteht. Vorglühen der Asche führt zur Bildung von Eisensilicaten. Der Aschengehalt der Kohle steigt mit abnehmender Korngroße, der Schmelzpunkt der einzelnen Fraktionen ist verschieden. Die Laboratoriumsuntersuchung über das Schmelzverhalten der Asche gestattet einen Schluß auf die Feuerung. —

Dr. C. H. Lander, England: „The economics and commercial development of low temperature carbonisation in Great Britain.“

Im Gegensatz zur Gas- und Koksindustrie kennt die Schwelung kein eigentliches Hauptzeugnis, sondern nur solche, deren Preise von schwankenden Marktverhältnissen abhängig sind. Deshalb ist die Wirtschaftlichkeit von Schwelanlagen nicht von vornherein gesichert. Trotzdem ist in England die Forderung nach rauchlosen Brennstoffen ein Anreiz zur Errichtung von Schwelanlagen, während der Schwelteer als wirtschaftliche Grundlage solange ausscheidet, als billige Verfahren zu seiner Veredlung fehlen. Aber auch der Bedarf an stückigem Halbkoks für Hausbrand und Kleinindustrie ist zu gering für eine Schwelindustrie großen Ausmaßes. Die Wirtschaftlichkeit von Schwelanlagen mit Koks als Hauptzeugnis ist daher nur dann einigermaßen gesichert, wenn auch das Gas gewinnbringend abzusetzen ist. Die Entwicklung der englischen Schwelindustrie ist somit von der Schaffung eines Halbkoksmarktes abhängig, der durch behördliche Maßnahmen zur Verringerung der Rauchplage begünstigt wird. Als wirtschaftlich beste Lösung erscheint die Angliederung von Schwelanlagen an Gaswerke, deren Koksverteilung und Gasabnahme günstige Bedingungen bietet. Die Kupplung von Schwelung und Kraftwerken tritt in England noch zurück. Unter Verzicht auf ausführliche Wirtschaftlichkeitsberechnungen, deren Grundlagen noch fehlen, behandelt Vortr. die verschiedenen Schwelsysteme kritisch und beschreibt die bisher zu Großanlagen gediehenen Verfahren nach technischen Gesichtspunkten. —

M. Leroux, Frankreich: „Essais de distillation de charbon sous pression et en présence d'hydrogène.“

Bei Untersuchungen über die Vergasung der Steinkohle unter Druck in Gegenwart von Wasserstoff wurde der Einfluß

der Faktoren Temperatur, Druck und  $\text{H}_2$ -Konzentration auf die Vergasungsprodukte Gas, Teer, Koks, Ammoniak in Betracht gezogen. Bei den Versuchen ohne  $\text{H}_2$  nehmen bei steigenden Vergasungstemperaturen: 1. die volumetrischen Gasausbeuten zu, während die Heizwerte abnehmen, wobei der Gesamttheizwert des Gases jedoch ständig zunimmt; 2. die durchschnittlichen Gehalte an  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  und  $\text{CnHm}$  nehmen ab, während die durchschnittlichen Gehalte an  $\text{CO}$  und  $\text{H}_2$  zunehmen; dagegen bleiben für ein gleiches Gewicht vergaster Kohle die Gesamtmengen  $\text{CO}_2$  und  $\text{CnHm}$  gleich, während die  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}$ - und  $\text{H}_2$ -Mengen rasch zunehmen. Der Einfluß des Vergasungsdruckes ist so groß, daß die Heizwerte mit demselben zunehmen. Jedoch nehmen die Gesamtcalorien des Gases nur sehr wenig zu, und zwar um 5% bei 950° von 1 bis 6 at, und gehen durch ein Maximum bei einem Druck von ungefähr 7 at (Versuch bei 950°). Die Zunahme des Vergasungsdruckes äußert sich besonders in dem Gas durch eine bedeutende Erhöhung der  $\text{CH}_4$ -Mengen und eine entsprechende Abnahme von  $\text{H}_2$  sowie der Kohlenwasserstoffe  $\text{CnHm}$ . Es scheint, daß der Faktor „ $\text{H}_2$ -Konzentration“ im Sinne einer gasförmigen Hydrierung mit einer beträchtlichen Zunahme der Methanmenge wirkt. —

Prof. Dr. W. Swietoslawski, Polen: „Methods for the improvement of semi-coke.“ —

Prof. Dr. W. Swietoslawski, Polen: „L'agglutination de la houille et l'activation de sa surface pendant le procès de la formation du coke, considérées comme deux phénomènes inverses.“

Wenn man kokende bzw. nichtkokende Kohle einer rasch verlaufenden trockenen Destillation unterzieht, so erhält man feste Destillationsprodukte von sehr verschiedener Flächenentwicklung. Koks und gleichermaßen Halbkoks aus nichtkokender Kohle besitzen eine aktive Oberfläche, die adsorbierende Wirkung entfaltet, wogegen ein Produkt aus kokender Kohle eine nur schwach entwickelte Oberfläche aufweist. Die petrographischen Modifikationen Vitrit, Durit und Fusit zeigen in dieser Hinsicht gleichfalls verschiedenes Verhalten. Produkte aus Vitrit haben eine wenig, die aus Durit eine mehr und die aus Fusit die am meisten entwickelte Oberfläche. Wechselt man aber die Bedingungen, insbesondere die Schnelligkeiten der Erhitzung, so kann man auch aus kokender Kohle bei tieferen Temperaturen, besonders bei 350 bis 450°, Produkte mit entwickelter Oberfläche erhalten. Das Durchtränken der Kohle mit Pech ist bei 80—90° um so schwerer auszuführen, je aktiver die Oberfläche des zu bindenden Materials ist. Auch beim Koken von Gemischen von kokender Kohle mit Halbkoks resultiert um so schlechterer Koks, je aktiver die Oberfläche des verarbeiteten Halbkokses war. Das Verfahren der Binde- und Backfähigkeit der kokenden Kohle sollte besser ausgenutzt werden. Im Chemischen Forschungsinstitut zu Warschau ausgeführte Versuche haben erwiesen, daß man zu einer besseren Ausnutzung der backenden Substanzen gelangen kann, wenn man zuvor den Halbkoks mit kokender Kohle bei der Temperatur ihres plastischen Zustandes briktiert: entweder erhitzt man die fertige Mischung auf verlangte Temperatur, oder man mischt den aus dem Ofen kommenden heißen Halbkoks mit einer kokenden Kohle, die soweit erhitzt wurde, daß die erhaltene Mischung bei dieser Temperatur briktiert werden kann. Diese Maßnahmen erlauben, den Prozentgehalt an Halbkoks in dem für den Koksöfen bestimmten Maße bedeutend zu steigern, so daß es möglich ist, Koks gleichfalls aus einer Mischung nichtkokender Bestandteile zu erhalten, nämlich aus Halbkoks und Pech. Damit in diesem Falle ein Zusammenbacken des Materials erfolgt, muß der Halbkoks mit Pech als Bindemittel briktiert werden; erst nach dem Durchdringen des Halbkokses mit dem Bindemittel erhält man befriedigende Resultate. Das Backen der Kohle und die Entwicklung ihrer Oberfläche bei der Koksbildung stellen zwei einander entgegenwirkende Prozesse dar.

Der Generalberichterstatter sah das große Problem der Aufbereitung in der Befreiung der Kohle von Asche. Unsummen an Geld und Arbeitskraft werden an Aschefrachten, Schlackenschwierigkeiten der Feuerungen, Flugaschen-entstaubung und Aschenabfuhr verschwendet. Der Gehalt der Brennstoffe an Asche und ihr Schmelzpunkt begrenzen heute

die Feuerungsleistung. Brauchbare Methoden, das Schnelzverhalten der Asche in der Feuerung vorauszusehen, sind daher von Bedeutung. Bei der Verkokung wird durch Vorbehandlung und Mischung der Kohlen der Bereich verkokbarer Arten unter Verbesserung der Kokseigenschaften erweitert. Halbkoks bewährt sich als Magerungsmittel. Kürzere Garungszeiten und höhere Ofenleistungen kennzeichnen die Entwicklung. Die Schwelung hat trotz mancher wirtschaftlicher Fehlschläge besonders das Interesse der östlichen Länder wach. Während bei der deutschen Braunkohle der Teer das Haupterzeugnis ist, muß die Steinkohlen schwelung ihren Gewinn aus dem Verkauf stückigen, rauchlosen Brennstoffs ziehen. Ein fester Markt für ihre Erzeugnisse fehlt noch. Das Schwelgas verdient mehr Aufmerksamkeit, und die Angliederung von Schwelereien an Gaswerke wird deshalb für Steinkohle erwogen, während für Braunkohle die Kupplung mit Kraftwerken den Koksabsatz sichert. Der Generalberichterstatter macht folgende Diskussionsvorschläge:

1. Wie verhalten sich die Kosten der Entaschung von Kohle durch Aufbereitung zur Frachtersparnis, höheren Feuerungsleistung, zum Wegfall von Schlackenschwierigkeiten, zur Flugaschenplage und Aschenabfuhr?

2. Welche Grundlagen sind erforderlich für internationale Vereinbarungen über die Sortenbezeichnung, Probenahme und Analyse von Kohlen?

3. Welche wirtschaftlichen Vorteile bietet die Kupplung von Schwelereien mit Gas- oder Elektrizitätswerken?

In der Aussprache wurde zunächst die Frage aufgeworfen, welcher Feuchtigkeitsgehalt bei Kohle bzw. Koks eigentlich maßgebend sein soll. Ferner wurde der Verwunderung Ausdruck gegeben, daß noch kein Versuch gemacht worden sei, den Schwefelgehalt der Kohle bei der Bewertung derselben heranzuziehen, denn mit Rücksicht auf die Verarbeitung der Erze müßte dieser Schwefelgehalt begrenzt sein. Eine Normung der Kohlenarten wird nur in ganz großen Zügen möglich sein. Sie soll so erfolgen, daß alle Ausdrücke, die irgendwelche Fachkenntnisse fordern, in der Bezeichnungsart vermieden werden. Sie muß also nach physikalischen Eigenschaften vorgenommen werden. Es wird vorgeschlagen, als Einteilung Hartkohle (Anthrazit, Eisenkohle, Magerkohle) mit einem Kaloriengehalt über 8000, Weichkohle (Fettkohle, Flammkohle, Gaskohle, Gasflammkohle) mit einem Kaloriengehalt unter 8000. Eine untere Begrenzung des Kaloriengehalts bei Weichkohle soll nicht erfolgen. Bei der Kohlenanalyse sind zwei Richtungen festzustellen, die eine versucht den Heizwert festzustellen, die andere den Gehalt an Wasser, flüchtigen Bestandteilen und Asche. Die erstere Methode, die hauptsächlich in Deutschland gebräuchlich ist, dürfte angesichts der Kohlenveredlungsverfahren nicht mehr ganz ausreichen. Um internationale Vereinbarungen zu treffen, ist ein Zusammendarbeiten des Chemikers mit dem Bergmann und Wirtschaftler anstreben. Es ist wichtig, die Kohle von schädlichen Bestandteilen zu befreien. Wenn man heute Kohle aufarbeitet, wird die Gewinnsteigerung in der Regel nicht größer sein als der notwendige Kostenaufwand. Für die Entwässerung von Kohle wird eine Korngröße von 1 mm die Grenze bilden müssen. In bezug auf die russischen Verhältnisse wird festgestellt, daß die Trockendestillation von Kohle mit Erdöl nicht in Wettbewerb kommen kann. Bis jetzt kann der Aufwand für die Entfernung der Asche durch den zu erzielenden Preis nicht gedeckt werden.

### Sektion 23: Weltprobleme der Energiewirtschaft.

Vorsitzender: Charles H. Merz.

Generalberichterstatter: Dipl.-Ing. F. zur Nedden.

Dr. H. Barjot, Frankreich: „L'énergie thermique de l'eau des régions arctiques.“

Rechnungsmäßig wird die Möglichkeit nachgewiesen, in der Arktis das Wärmegefälle zwischen dem Wasser unter der (5–6 m starken) Eisschicht und der arktischen Winterluft mit Hilfe von tiefstiedenden Kohlenwasserstoffen (Propan, Butan, Isobutan) als Kraftträger und einer Seesalzkältelösung („Kryhydrat“) als Kondensatorkühlflüssigkeit (konstant  $-22^{\circ}$ ) in normalen Dampfturbinen auszunutzen. Der Erstellungspreis einer 10 000-PS-Anlage wird zu 236 RM. je inst. kW errechnet. Bei einer jährlichen Laufzeit von 120 Tagen und Strompreisen

von 2 bis 12 Pf./kWh an der Werksammelschiene je nach Nutzungsdauer erhofft Vortr. eine Dividende von 10% des Baukapitals nach Besteitung eines Zins- und Tilgungsdienstes von 12,7%. Derartige Anlagen kämen in Frage z. B. für die Kraftversorgung während des Winters in Ergänzung von Sommer-Wasserkräften.

### Sektion 25: Gesetze und staatliche Einflußnahme auf die Gas- und Elektrizitätswirtschaft.

Vorsitzender: Jr. G. J. T. Bakker.

Generalberichterstatter: Geh. Baurat E. Block.

Der Generalberichterstatter kommt auf Grund der vorliegenden Berichte aus England, Deutschland, Ungarn, Schweiz, Österreich zu den folgenden Entwicklungslinien.

Nachdem in der ersten Nachkriegszeit über die meisten Kulturländer der Erde eine Welle elektrizitätswirtschaftlicher Gesetzgebung hinweggefegt war, hat man die gesetzgeberische Tätigkeit seit einigen Jahren, abgesehen zu dem Zwecke der Liebung der Naturschätze und im besonderen des Ausbaues der Wasserkräfte, erheblich eingeschränkt, weil man erkannte, daß eine gewisse Konsolidierung der technischen Verhältnisse und der Organisation der Versorgungsbetriebe durch die wirtschaftliche Not von selbst eingetreten war. Die Initiative der einzelnen Unternehmungen zeitigte, und zwar unabhängig davon, ob sie im Besitz Privater oder der öffentlichen Hand waren und unter deren Leitung standen, bei geringer Beeinflussung durch Gesetzgebung und behördliche Maßnahmen allmählich Zustände, die eine erhebliche Verbesserung gegen die Vorkriegsverhältnisse bedeuten. In den meisten Ländern ist die Zahl der arbeitenden Versorgungsunternehmungen durch Unterdrückung der Zwergbetriebe zurückgegangen, die Leistungsfähigkeit und die Ausdehnung der Versorgungsgebiete sind stark gestiegen, die nutzbar abgegebenen Mengen von Gas und Elektrizität noch stärker und, wenn man von unvermeidbaren Rückschlägen durch ungünstige Wirtschaftskonjunktur absieht, in weiterer ständiger Steigerung begriffen. Einfluß auf die Gaswirtschaft scheint nur in Großbritannien durch Gesetz genommen zu werden. Die staatliche Beeinflussung der Elektrizitätswirtschaft ist in den einzelnen Ländern sehr verschieden und schwankt zwischen bloßer Förderung und scharfen Eingriffen in die Wirtschaft durch Genehmigungspflicht für alle Neubauten und Erweiterungen. Sogenannte Generalpläne sind in einzelnen Ländern bereits aufgestellt, in anderen soll dies noch geschehen zu dem Zwecke, eine möglichst einheitliche und im Durchschnitt möglichst billige Versorgung mit elektrischer Arbeit zu erzielen. Dabei wird die Einhaltung des Planes den einzelnen Unternehmungen mindestens empfohlen, teilweise aber sogar zur Pflicht gemacht. Bei der technisch auf Grund der bisherigen Entwicklung und wirtschaftlich sehr verschiedenen Lagerung der Verhältnisse in den einzelnen Ländern läßt sich eine klare Linie der zukünftigen Entwicklung nicht feststellen.

### Sektion 28: Gewinnung von natürlichen und künstlichen Ölen, Ihre Umwandlung und die Eigenschaften der Motor-treibstoffe.

Vorsitzender: Prof. K. D. Busila.

Generalberichterstatter: Dr. K. Sohn.

H. C. Dickinson, U.S.A.: „Volatile liquid fuels.“

Die Entwicklung der Sorten und der Marken, die Ergebnisse der Untersuchung der für Motorzwecke wichtigen Eigenschaften werden übersichtlich zusammengestellt, wobei besonders interessant ist, daß auch in den Vereinigten Staaten abschließende Prüfmethoden zur Bestimmung der Klopffestigkeit noch nicht gefunden sind.

Minoru Akita, Japan: „On the chemical composition of the light distillate of Japanese petroleum.“

Vortr. gibt eine Zusammenstellung der Eigenschaften von 31 japanischen Roherdölen, unter welchen sich verhältnismäßig viele mit dem hohen Gehalt von 50–77% an unter 200° siedenden Anteilen befinden, und die Ergebnisse der chemischen Untersuchung der sogenannten Gasoline- (Benzin-) Fraktion aus diesen Roherdölen.

Dr.-Ing. R. Siegel, Tschechoslowakei: „Kraftstoffe für Vergasermotoren in der Tschechoslowakei.“

Vortr. gibt eine Zusammenstellung der in der Tschechoslowakei, die keine nennenswerte eigene Rohölherzeugung, sondern lediglich Erzeugung von Benzol und Spiritus hat, verwendeten Autotreibstoffe, die zeigt, daß auch Agrarländer ohne eigene Erdölvorkommen immerhin nennenswerte Alkoholmengen als Ersatz des ausländischen Benzins verwenden können.

Prof. P. N. Kogerman und John Roberts, Estland: „Progress in the treatment of estonian oil shale.“

In den letzten Jahren macht sich eine lebhafte technische Ausnutzung des Brennschiefers bemerkbar. Besonders zur Destillation des estnischen Brennschiefers, der sich durch ausgiebigen Ölgehalt auszeichnet, sind mehrere Retorten konstruiert; es gesellen sich zu der früheren von Pintsch konstruierten Generatorretorte, welche in Kohtla angewandt wird, noch einige neue Schwelanlagen, die näher beschrieben werden. Es läßt sich das Brennschieferöl nicht als einfacher Ersatz für Erdöl betrachten, da sich in ihm viele Verbindungen finden, die dem Erdöl gänzlich fehlen, und die sich als Rohprodukt für die chemische Industrie sehr gut eignen.

Prof. P. Kogerman, Estland: „Die Autoxydation von Diolefinen und ihre Beziehung zur Bildung flüssiger Harze („Gumformation“) in Crack-Benzinen.“

Nachdem der Verfasser nachgewiesen hat, daß der einheimische Autotreibstoff Estlands, das aus Kukersit hergestellte Brennschieferbenzin, dem aus Erdöl hergestellten Crack-Benzin in sehr vielen Eigenschaften, insbesondere in der Neigung zur Harz- (Gum-)bildung, ähnelt, sucht er diese für Autotreibstoffzwecke sehr hinderliche Reaktion durch das Studium der Oxydation reiner Diolefine aufzuklären. Interessant ist die von ihm festgestellte Tatsache, daß nicht alle Diolefine Sauerstoff unter Harzbildung aufnehmen. Diolefine mit isolierter Doppelbindung, wie Hexanen (1,5), erwiesen sich als beständig, während man Diolefine mit konjugierter Doppelbindung nach den Ergebnissen der Arbeit als Hauptursache der gefürchteten Harzbildung ansehen muß.

Die Schlüsse, die der Verfasser über die Möglichkeit der Stabilisierung derartiger Crack-Benzine zieht, wären vielleicht noch positiver ausgefallen, wenn die umfassenden Arbeiten, die das Joint Research Committee der National Benzole-Association in seinem Bericht im Jahre 1928/29 veröffentlicht hat, der Allgemeinheit besser zugänglich wären.

Das englische Patent Nr. 289 347 von Sommerville und Hoffert und das deutsche Patent Nr. 447 557 von Dr. Jenö Tausz in Karlsruhe geben gute Ergänzungen zu den Vorschlägen des Verfassers auf diesem Gebiete.

M. G. Hugel, Frankreich: „Etude expérimentale du craquage des hydrocarbures purs.“

Der Verfasser sucht Licht in die technisch vielfach angewandte Spaltung (Cracken) der Kohlenwasserstoffgemische unbekannter chemischer Zusammensetzung zum Zwecke der Herstellung benzinartiger Kohlenwasserstoffe zu bringen, indem er das Verhalten von Einzelindividuen bekannter chemischer Zusammensetzung bei den verschiedensten „Crack“-Bedingungen durchforscht. Er untersucht insbesondere den Einfluß von Druck und Temperatur sowohl bei kurzer Einwirkung beim Durchleiten durch erhitzte Röhren als auch bei längerer Einwirkung durch Erhitzen in Autoklaven. Das Studium der Faktoren Zeit und Katalysator hat der Verfasser vorläufig zurückgestellt. Verfasser ist zu dem Ergebnis gelangt, daß eigentliches Cracken nur bei Gegenwart einer Gasphase stattfindet, ferner daß der Druck die Crackreaktion in erster Linie deswegen fördert, weil er die Dämpfe stärker verdichtet und infolgedessen eine bessere Wärmeübertragung erlaubt.

Ing. Andrea la Porta, Italien: „The distillation of calcareous rocks for the production of mineral oil.“

Vortr. beschreibt die Destillation kalkartiger bituminöser Gesteine zur Erzeugung von Mineralölen und schildert die Vorteile der Ragusa-Asphaltekalksteine in bezug auf Vorkommen, Eigenschaften usw. Noch bei einer Ölausbeute von weniger als 4% vom Gewicht des Rohmaterials ist die Ölherzeugung rentabel, wobei mit dem Schutz der Industrie durch die Regierung gerechnet ist, weil die Kosten einer Tonne Rohöl mit £1 12/3 bzw. £2 8/5 angegeben sind, die Gestehungskosten

mit \$8.12 pro Tonne. Sehr interessant sind die Versuchsergebnisse und die Durchrechnung der Wärmebilanz für die Verarbeitung eines sogenannten 4%igen Asphaltgesteins auf Grund der technischen Verarbeitung von einer seit Jahren bei Ragusa in Betrieb befindlichen Destillation; die ohne fremdes Brennmaterial innerhalb 4 Stunden auf Arbeitsbedingungen gebrachten Öfen arbeiten monatelang ohne Unterbrechung, bis sie aus äußeren Ursachen stillgelegt werden müssen. Vortr. weist aber darauf hin, daß für jede Gesteinsart besondere Ofenkonstruktionen verwendet werden müssen, so daß die in Ragusa verwendeten nicht ohne weiteres auf die Verarbeitung anderer Gesteine übertragen werden können. Er berechnet die Kosten einer Anlage zur Erzeugung von 50 000 t jährlich auf eine halbe Million Pfund und behauptet, daß damit eine einheimische Quelle für 50 000 t Rohöl für über ein Jahrhundert gesichert sei. Aus den Analysenangaben geht hervor, daß das Rohöl leichte, sogenannte Benzinanteile nicht enthält, aber fast frei von Hartasphalt ist, also voraussichtlich auf Schmieröl gut verarbeitet werden kann. Es wird angeregt, in anderen Ländern analoge Untersuchungen durchzuführen.

Japanese National Committee, Japan: „The oil-shale distilling system at Fushun.“

Japan sucht bei dem steigenden Weltbedarf an flüssigen Heiz- und Treibstoffen soviel wie möglich Öl innerhalb seiner Grenzen zu erzeugen, und hat im Ölschieferlager von Fushun ein Rohmaterial gefunden, dessen Ölausbeute auf etwa 200 Millionen Tonnen geschätzt wird. Der Ölschiefer bildet das Hangende des Kohlevorkommens von Fushun und muß daher bei der Kohlegewinnung mit abgebaut werden. Trotz der dadurch sehr günstigen Gewinnungskosten standen der Verarbeitung des Ölschiefers Schwierigkeiten entgegen, weil der Schiefer nur 5½% Öl enthält und daher Zusatzhitze für die Ölgewinnung benötigt. Es muß daher eine besondere Verarbeitungsmethode zur Gewinnung der Öle und des Stickstoffs ausgearbeitet werden, auf Grund welcher jetzt seit Ende 1929 eine große Anlage mit einer Tagesverarbeitung von 4000 t Ölschiefer, verbunden mit einer Aufarbeitungsanstalt für das gewonnene Rohöl, erbaut ist, welche seit Anfang 1930 in vollem Betriebe sich befindet. Die eingehende Beschreibung dieser Anlage, die jährlich neben etwa 18 000 t schwefelsaurem Ammoniak 54 000 t Heizöl, 7000 t Paraffin und 5000 t Pechkoks erzeugt, ist besonders für diejenigen Länder, die wegen ihrer Armut an Roherdöl einheimische Materialien zur Ölgewinnung heranziehen müssen, von Interesse, da sie beweist, was man selbst aus verhältnismäßig olarmem Rohmaterial erreichen kann.

Dr. A. E. Dunstan, England: „Methods of utilising, for power purposes, the various petroleum residuals and by-products.“

Vortr. beschäftigt sich mit der Verwendung und Aufarbeitung der Säurerückstände, der für gewöhnliche Zwecke unverwendbaren Asphaltrückstände, der Erdölkokse und Abgase. Bei den Säurerückständen kann man entweder die Säure wieder gewinnen oder den Säurerückstand in der anfallenden Form verwenden. Vortr. beschreibt die verschiedenen Verfahren, die vorgeschlagen wurden, so das Chemico-Verfahren, bei dem man durch den Säurerückstand ein Gemenge von heißer Luft und Abgasen durchströmen läßt, ferner das Verfahren nach Simonsen-Manti usw., das im wesentlichen in einer Vakuumdestillation besteht, sowie das Geyser-Verfahren. Für die direkte Verwendung der Säurerückstände ist zu berücksichtigen, daß infolge des hohen Säuregehalts eine direkte Feuerung nicht möglich ist, jedoch kann man diese Rückstände mit entsprechenden Mengen Heizöl mischen und dann der Verbrennung zuführen. Zur Vermeidung der bei Verfeuerung dieser Rückstände auftretenden Korrosionen durch die sich entwickelnden schweflige Säure- und Schwefelsäuredämpfe wird zur Neutralisation der Säure die Verwendung von Ätznatron oder anderen Alkalien empfohlen. Eine große englische Raffinerie verwendet mit Erfolg Calciumhypochlorit. Die Asphaltrückstände, die nicht für die bekannten Verwendungszwecke, als Straßenpflaster oder zur Verarbeitung auf elektrische Isoliermittel geeignet sind, können nur als minderwertige Kesselheizstoffe verwendet werden. Auch da treten noch Schwierigkeiten auf, und man muß die Kesselfeuerung dementsprechend konstruieren. Die Erdölkokse sind infolge ihrer

großen Brüchigkeit schwer zu transportieren, sie sind aber als Brennstoff ausgezeichnet, besitzen einen hohen Heizwert, als Treibstoff kann man sie entweder in pulverisierter Form oder im Gemenge mit anderen Brennstoffen verwerten. Auch Versuche, Erdölkoks zur Kesselfeuерung auf Dampfern zu verwenden, haben zu günstigen Ergebnissen geführt. Zum Schluß erörtert Vortr. die Verwertung der Abgase und verweist insbesondere auf das Cracken dieser Gase zur Gewinnung verschiedener Alkohole.

**Aussprache.** Friedmann gibt eine kritische Übersicht — z. T. auf Grund eigener Arbeiten — über Crackversuche und die dabei beobachteten Isomerisationserscheinungen. — Griffith hat Versuche mit einem Molybdänkatalysator angestellt, wobei Naphtha bei 200 at und 174° behandelt wurde. — Dunstan gab Ergänzungen zu dem Bericht über seine eigene Arbeit. Zur Frage der Stabilisatoren bei gecrackten Ölen bemerkte Egloff, daß solche geeignete Stabilisatoren noch fehlen. Hier hilft man sich in Amerika, indem man gecrackte Benzine solchen Motorentreibstoffen zusetzt, die keinen Stabilisator nötig haben. Heidegger berichtet über die Versuche, ungarische Kohle zu hydrieren. Nach den Ergebnissen ist diese Kohle hierzu geeignet, es genügen 7 bis 8% der Kohleförderung zur Deckung des ungarischen Ölbedarfes.

### Sektion 30: Flugzeug- und Fahrzeugmotorenbau.

Vorsitzender: Prof.-Ing. Giuseppe Belluzzo.

Generalberichterstatter: Min.-Dir. Dr.-Ing. Brandenburg und Dr. Heller.

Dr.-Ing. Enoch, Deutschland: „Beitrag zur Frage der Ausnutzungsmöglichkeiten klopfester Kraftstoffe im praktischen Kraftfahrzeugbetrieb.“

Vortr. berichtet auf Grund von ausgedehnten Versuchen bei Automobilfabriken auf dem Motorenprüfstand, an eignen Kraftfahrzeugen des Benzolverbandes sowie an Fahrzeugen fremder Besitzer über eine Reihe von allgemeinen Gesichtspunkten für die Aussichten der Steigerung des Verdichtungsgrades bei Kraftwagenmotoren. Die Gesichtspunkte sind sinngemäß auch auf Flugmotoren anwendbar. Daß die Steigerung der Verdichtung die Wärmewirtschaft des Motors wesentlich verbessert, ist bekannt. Bei welchem höchsten Verdichtungsgrad diese Verbesserung ihren Höchstwert erreicht, kann man noch gar nicht sagen, nachdem ein Motor der Bayerischen Motorenwerke selbst bei 11facher Verdichtung noch starken Anstieg des thermischen Wirkungsgrades ergeben hat. Dagegen beantworten diese Versuche die Frage, ob die vorhandenen Motoren eine Steigerung des Verdichtungsgrades zulassen, dahin, daß weder Wärmebeanspruchungen noch mechanische Beanspruchungen im Dauerbetrieb Schwierigkeiten ergeben haben, so daß man bei Lastkraftwagen 7- bis 8fache Verdichtung noch als zulässig ansehen kann. Wichtig ist aber die Rücksicht auf die Klopfestigkeit der verfügbaren Brennstoffe. Setzt man bei Lastkraftwagen 4,8 als Grenze des Verdichtungsverhältnisses für Verwendung von reinem Benzin und bei Personenkraftwagen 5,2, so zeigt die Statistik, daß in Amerika 70% der Personenkraftwagen und 20% der Lastkraftwagen noch für Betrieb mit reinem Benzin eingerichtet sind, während man bei Verwendung von handelsüblichen Brennstoffgemischen oder von Benzin mit Zusatz von Klopfschutzmitteln 5,5- bis 6,5fache Verdichtung verwenden kann. Zum Schluß werden die Verfahren zur Ermittlung der Klopfestigkeit von Brennstoffen und Brennstoffgemischen durch die praktische Motorprüfung und die Vorausbestimmung der Klopfgrenze von gegebenen Brennstoffgemischen besprochen. Hier ergibt sich als Sonderfall der Ricardo'schen Mischregel der Satz: „Gleich große Zusätze gleicher Kraftstoffe zu Kraftstoffen gleicher Klopfestigkeit ergeben wieder Kraftstoffe gleicher Klopfestigkeit.“ Da jedem Benzolwert im bestimmten Motor auch ein bestimmter Verdichtungsgrad zugeordnet ist, lassen sich obige Werte in ein Koordinatensystem eintragen. Der Benzolanteil bildet die Abszisse, der dem Benzolwert zugeordnete Verdichtungsgrad die Ordinate. Durch Interpolation kann dann die Klopfestigkeit bestimmter Gemische vorausberechnet werden.

Prof. H. Kyrlund, Finnland: „Erfahrungen mit Kraftgas aus Holz für Automobile.“

Die Schwierigkeiten des Betriebes von Kraftfahrzeugen mit Kraftgas aus festen Brennstoffen bestanden ursprünglich in der Trägheit des Generatorbetriebes und in mangelnder Reinheit des Gases. Bei Verwendung von Holz als Brennstoff konnte man die Verbrennungswärme auf einen kleinen Raum beschränken und dadurch die Trägheit der Gasentwicklung zum Teil überwinden. Durch Anwendung von Gaserzeugern mit umkehrender Gasströmung hat man ferner erreicht, daß alle teerartigen Verunreinigungen des gebildeten Gases in der Brennzone zersetzt werden. Fast alle gebräuchlichen Gaserzeuger für Kraftwagen sind nach diesem Verfahren gebaut. Vortr. hat Beobachtungen über das Verhalten der Gaserzeuger nach Imbert, nach J. O. Smith und nach Wiedgren bei Betrieb mit Holz angestellt mit dem Ergebnis, daß er die Holzkohle als Brennstoff für diese Zwecke vorzieht. Die Versuche wurden auf dem Prüfstand und bei längeren Fahrten in Kolonne durchgeführt und erstreckten sich auf den Leistungsabfall gegenüber dem Benzinbetrieb, auf die Anlaufzeit und auf Störungen des Betriebes. An einem Chevroletmotor mit 4 Zylindern von 94 mm Durchmesser und 102 mm Hub wurde bei Betrieb mit Gas aus Birkenholz mit 20 bis 30% Feuchtigkeit gemessen, daß der Leistungsabfall gegenüber Benzinbetrieb rund 40% bei einem Verdichtungsgrad von 4,64 und rund 20% bei einem Verdichtungsgrad von 6,1 betrug. In bezug auf den Verbrauch entsprach 1 kg Holz etwa 210 g Benzin. Es entspricht 1 m<sup>3</sup> Holz 112 l Benzin. Bei den Fahrversuchen war der Verbrauch noch günstiger. Unter den Störungen wird namentlich das plötzliche Nachlassen der Motorleistung erwähnt, das durch das Fehlen des Rostes bei dem Imbert-Gaserzeuger verursacht wird und dann eintritt, wenn die reduzierende Brennstoffschicht zu niedrig ist. Die Bildung von Essigsäure verursachte bei früheren stationären Holzvergasern sehr große Schwierigkeiten. Dieses Mißtrauen ist nunmehr unbegründet, nachdem die invertierte Verbrennung eingeführt wurde. Die bei der Trockendestillation des Holzes entstehende Essigsäure zerfällt nämlich, wenn sie bis 600° erhitzt wird, und da die entwickelten Destillationsgase zwangsläufig durch die noch bedeutend heißen Verbrennungs- und Reduktionszonen des Vergasers getrieben werden, ist diese Zersetzung der Essigsäure quantitativ vollständig. Zahlreiche Analysen des aus dem Reiniger des Imbert-Vergasers abgezapften Wassers haben erwiesen, daß es säurefrei ist. Daß unter gewissen ungünstigen Bedingungen, wie z. B. andauerndem Leerlauf und häufigen Betriebsunterbrechungen, eine unbedeutende Menge der Säure durch die glühende Zone kommen kann, geht aus der Analyse der im Zuleitungsrohr gebildeten Lagerungen hervor, die tatsächlich einen Säuregehalt von 0,78% aufweist, als Essigsäure berechnet. Ein schädlicher, ätzender Einfluß auf die inneren Teile des Motors bzw. Reinigers konnte jedoch nicht festgestellt werden. Es sind in dieser Beziehung auch keine Beanstandungen von Seiten der zahlreichen Automobilbesitzer, die schon längere Zeit derartige Vergaser benutzt haben, gemacht worden.

### Sektion 32: Forschungsarbeiten.

Vorsitzender: Dir. R. Johs. Jensen.

Generalberichterstatter: Prof. Dr.-Ing. Föttinger.

Ing. V. Graziali, Italien: „Drei Jahre Associazione Nazionale per il controllo della combustione in Italien.“

1926 sind in Italien die bis dahin getrennt arbeitenden Kesselrevisionsvereine zur „Nationalen Vereinigung für Verbrennungskontrolle“ gesetzlich zusammenge schlossen worden, mit der zweifachen Aufgabe der Überwachung der Sicherheit aller Druckgefäß und der geregelten Überwachung der best denkbaren Ausnutzung aller Brennstoffe. Nach Aufstellung fester Normen studiert und erforscht die Vereinigung in großzügiger Weise das Problem der ökonomischsten Verwertung, aber auch Gewinnung und Veredlung der eingeführten und spärlich vorhandenen, vielfach minderwertigen und bisher unrentablen italienischen Brennstoffe, z. B. Astholzkohlen, Schieferöl, Schweröl aus Ragusa, Rohöl aus Braunkohlen und aus sardinischen Kohlen. Ökonomische Verwertung wird gefördert durch Heizerschulen, Sammelwerke, eine Zeitschrift, Sonderberichte, Abnahmenormen, Kontrolle der Industrieöfen, Wettbewerbe, insbesondere auch für Kraftwagen mit italienischen

Brennstoffen, die in Generatoren vergast oder flüssig zugeführt werden. Die Zwangskontrolle hat sich durch viele wirtschaftliche Erfolge bereits populär gemacht. —

H. V. Hottel, U.S.A.: „Wärmeübergang durch Strahlung.“

Auf Grund der Gesetze von Stefan-Boltzmann und Kirchhoff und des Lambertschen Kosinusprinzips erörtert Vortr. an Hand der Analogie mit Problemen der Photometrie und Beleuchtung eine Reihe praktischer Strahlungsfälle von festen Körpern zahlenmäßig. Prof. Bidwell studiert experimentell die Abweichungen vom Kosinusgesetz. Nach Aufzählung ungelöster Fragen (Strahlung in körnigen Massen usw.) wird die wichtige Strahlung glühender Staubwolken (Kohlenstaub- und Leuchtflammen) und ihre Steigerung durch „Crack“-Vorgänge in den Flammen besprochen. Zuletzt geht Vortr. auf die Probleme der Strahlung klarer Gase ein: Einfluß des Wasserdampfes, des Temperaturgefälles im Gas, der Metalldämpfe usw. —

Prof. M. W. Karpitschek, Rußland: „Die Erforschung der Gasbewegung in Heizapparaten nach Modellen.“

Die Strömungen, z. B. das Abfließen heißer Gase über eine Schwelle, sind im Physikalisch-technischen Staatslaboratorium an Wassermödellen nach der Methode von Dworják mit Hilfe gefärbter Stromfäden untersucht worden. Genaue physikalische Ähnlichkeit für Strömung und Wärmeübergang ist wegen der verschiedenen Medien und Größenverhältnisse meistens nicht möglich. Stetige Geschwindigkeitsverteilung und Querschnittsfüllung (Theorie der Proff. Grum-Grimailo und Esmanian) kommt nur bei kleinen Reynolds-Kennzahlen vor. Jenseits der kritischen Zahl tritt turbulente Mischung ein. U. a. sind Strömungen in Economisern untersucht, in natura bestätigt und durch Einbau von Schaufelgittern verbessert worden. Die Methode zeigt außer dem Verlauf der Strömungen auch Wege zur Verbesserung.

### Sektion 33: Normierungsprobleme und Methodik der Statistik.

Vorsitzender: Jr. M. H. Dammé.

Generalberichterstatter: Dr.-Ing. Neuhäus und Dr. Leisse.

Dr. R. de Benedetti, Italien: „Beitrag zur Normung der Analyse-Methoden fester Brennstoffe.“

Eine internationale Vereinbarung über die Analyseverfahren an festen Brennstoffen besteht noch nicht. Das Kgl. Versuchsinstitut für Verkehr (Abteilung Eisenbahnen) schlägt daher folgendes Verfahren für die Analyse fester Brennstoffe vor: 1. Vortrocknen des festen Brennstoffes bei 105° (im Wasser-Glycerin-Ofen), 2. Bestimmung der bei 1000—1050° flüchtigen Stoffe bei rascher Erhitzung von 2 g Brennstoff, um alle flüchtigen Bestandteile auszutreiben und vergleichbare Versuchsergebnisse zu erhalten (Bestimmung im elektrischen Ofen), 3. Bestimmung der Asche bei niedrigen Temperaturen, etwa bei 500°, während dreier Stunden, um beim Glühen eine Einwirkung auf die Zusammensetzung der mineralischen Salze zu vermeiden. Kontrollversuche bei höherer Temperatur und chemischer Einwirkung durch Salzsäure und Flußsäure oder durch Beimischung geeigneter mineralischer Stoffe werden durchgeführt, um den Nachweis zu erbringen, daß die gesamte Asche gemessen und daß ihre Zusammensetzung nicht wesentlich geändert wird; 4. Bestimmungen des Heizwertes mit der calorimetrischen Bombe mit einer Kohlenmenge, die 1 g reiner Kohle entspricht, wegen der damit verbundenen versuchstechnischen Erleichterung. 5. Festsetzung des Schmelzpunktes der Asche als die Temperatur, bei der die Erweichung beginnt. Dieser Zustand bedingt die in den Feuerungen auftretenden Übelstände.

Capt. H. C. Dinger, U.S.A.: „Standardization of requirements for Diesel Fuel.“

Das A.S.M.E. Special Research Committee on Diesel Fuel Oil Specifications hat zwei Gülevorschriften für Dieselöl aufgestellt, und zwar: für langsam laufende Hochleistungsmaschinen und leichte Schnellläufer. Der Hauptunterschied der beiden Sorten liegt in der Viscosität, während das spezifische Gewicht als ungeeignet zur Kennzeichnung der Sorten angesehen wird. Das Dieselöl für Hochleistungsmaschinen ist das

wirtschaftlichste, das ohne Vorwärmeeinrichtungen verbrannt werden kann. Das Öl für Schnellläufer ist ebenfalls neben der technischen Eignung nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten ausgewählt, unter Beachtung, daß es auch für Industrie- und Haufeuерungen verwendet werden kann. Es ist weiter geplant, festzustellen, ob andere Einflüsse, Betriebsbedingungen usw. bei der Normung zu beachten sind. Öle, die nicht den genormten Sorten entsprechen, können dann nur für Sonderzwecke verwendet werden.

### Schlußsitzung.

Vizepräsident Merrill, Amerika, rühmte in herzlichen Dankesworten den gastfreundlichen und festlichen Empfang, den die Teilnehmer der Weltkraftkonferenz nicht nur bei den Mitgliedern des deutschen Komitees, sondern auch seitens der deutschen, preußischen und Berliner Behörden und der Bürgerschaft Berlins gefunden hätten. In dem Schlußbericht über die Konferenz wird darauf hingewiesen, daß die Konferenz 3900 Teilnehmer aufzuweisen hatte. Die 34 Generalberichte lägen bereits als drei Einzelbände in drei Sprachen vor. Der Versuch, die Berichte und die Diskussionen gleichzeitig mit dem mündlichen Vortrag in den drei Kongreßsprachen Deutsch, Englisch und Französisch durch den Sprachenübertragungsapparat an die Hörer zu übertragen, könnte als geglückt bezeichnet werden. Nur durch diesen Apparat sei es möglich gewesen, daß auf der Konferenz die hohe Zahl von 430 Diskussionsrednern zu Worte kommen konnte. Mit dem Internationalen Talsperrenausschuß und der Internationalen Hochspannungskonferenz ist eine Verständigung über die gegenseitige Abgrenzung der Arbeitsgebiete erzielt. Die Weltkraftkonferenz kann bei ihren zukünftigen Tagungen, wie das seitens des Internationalen Talsperrenausschusses schon diesmal der Fall war, auf besondere Berichte dieser Organisationen über ihre Ergebnisse rechnen. In ähnlicher Weise hat der Internationale Hauptausschuß auf Antrag beschlossen, mit der Commission Mixte Internationale pour les lignes téléphoniques et les canalisations souterraines in Informationsaustausch zu treten. Auf Grund dreier Berichte, die der Internationale Normenausschuß, die Internationale Elektrotechnische Kommission und der Neue Internationale Verband für Materialprüfungen dem Internationalen Hauptausschuß der Weltkraftkonferenz über ihre Zusammensetzung, Aufgaben und Arbeitsweise freundlichst zur Verfügung gestellt haben, hat der Internationale Hauptausschuß beschlossen, diesen Organisationen weiterhin, wie schon bisher, alle einschlägigen Normungsaufgaben zu überweisen und ihnen näherzulegen, unter sich die Arbeitsverteilung zu klären. Dem Internationalen Hauptausschuß der Weltkraftkonferenz sind Vorschläge betreffend die Gründung eines Weltingenieurverbandes und auch eines Ständigen Weltingenieurkongresses zugegangen. Er hat sich dahin ausgesprochen, daß derartige Organisationen zur Überschneidung mit bestehenden Körperschaften und zu einer internationalen Überorganisation führen müßten. Von den vier Beschlüssen der Brennstofftagung der Weltkraftkonferenz in London 1928 befinden sich drei in der Durchführung. Der vierte, betreffend eine internationale Regelung der Heizwerte, wurde durch eine Sondersitzung am 20. Juni während der Zweiten Weltkraftkonferenz der endgültigen Lösung zugeführt. Es wurde einstimmig beschlossen, dahin zu wirken, daß in Zukunft bei allen Angaben, die mit dem Heizwert von Brennstoffen verknüpft sind, stets genau kenntlich gemacht wird, ob der obere Heizwert oder der untere Heizwert zugrunde liegt. Zu diesem Zwecke werden erstens ein offizielles Verzeichnis der Bezeichnung für beide Heizwerte in den verschiedenen Sprachen, sowie zweitens international einheitliche Indices für beide geschaffen. Diese Bezeichnungen und Indices sollen noch im laufenden Jahre veröffentlicht werden. Die soeben erwähnten Normungsorganisationen werden gebeten, eine internationale einheitliche Definition für den oberen und den unteren Heizwert herbeizuführen. (S. 692.) Den Weg zur Verbilligung der Energie erblickte die Konferenz in der Herabsetzung der Kosten der Energie-Erzeugungs- und -Verteilungsanlagen. Die Energieversorgung wirke in der Richtung, daß die Verfahren zur Umwandlung von Rohstoffen und Fertigware von Jahr zu Jahr zahlreicher werden. Dadurch werde auch immer neue Arbeitsmöglichkeit geschaffen.

## Der

## Internationale Hauptausschuß

beschloß, die in Aussicht gestellte Einladung Schwedens und der skandinavischen Länder anzunehmen und Skandinavien als Tagungsort für die nächste Teilkonferenz der Weltkraftkonferenz im Jahre 1933 in Aussicht zu nehmen. Diese Teilkonferenz wird sich dann mit der Energieversorgung der Großindustrie befassen. Die dritte Vollkonferenz wird in Amerika 1936 stattfinden. Der internationale Hauptausschuß hat sich dagegen ausgesprochen, daß er es begrüßen würde, wenn eine Aussprache herbeigeführt werden könnte, die sich mit den Vorteilen und Nachteilen des Verkaufs elektrischer Arbeit auf der Grundlage des Kilowattjahrs und der Kilowattstunde oder einer Kombination beider befaßt. Er nimmt gern Kenntnis davon, daß die Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie Elextrique, die die Aufnahme dieser Frage in die Tagesordnung einer ihrer nächsten, wenn nicht ihrer aller-nächsten Tagung erwägen wird.

## PERSONAL- UND HOCHSCHULNACHRICHTEN

(Redaktionsschluß für „Angewandte“ Donnerstags, für „Chem. Fabrik“ Montags.)

Ernannt wurde: Dr. H. Wagner zum Direktor der Staatlichen Chemischen Untersuchungsanstalt bei der Auslandsfleischbeschauanstalt Duisburg-Ruhrort.

Dr. H. Seel, Leiter des Forschungsinstituts für klinische Pharmakologie an der Medizinischen Klinik der Universität Hanburg, hat sich als Privatdozent für Pharmakologie, Toxikologie und Balneologie habilitiert.

Berichtigung: Die Personalnotiz in Nr. 30 dieser Zeitschr., S. 677, betreffend den Tod von Dr. H. Kretzer, Koblenz, die einer anderen Zeitschrift entnommen war, stellt sich erfreulicherweise als irrtümlich heraus.

## NEUE BUCHER

(Zu beziehen, soweit im Buchhandel erschienen, durch Verlag Chemie, G. m. b. H., Berlin W 10, Corneliusstr. 8.)

Schmelzkäse. Von Dr. O. Mezger und Dr. J. Umbrech, Städt.-chem. Untersuchungsamt Stuttgart. Druck und Verlag der Süddeutschen Molkerei-Zeitung, Kempten im Allgäu. Preis RM. 2,50.

Der Umstand, daß voraussichtlich in nächster Zeit für Schmelzkäse Ausführungsbestimmungen zum Lebensmittelgesetz erlassen werden, gaben den Verfassern die Veranlassung, die Schmelzkäseherstellung in ihren näherliegenden Erzeugungsgebieten des württembergischen und bayrischen Allgäus und Oberbayerns zu studieren. Die Tatsache, daß heute der Schmelzkäse mit nicht weniger als 40% am gesamten deutschen Käsehandel beteiligt ist, und daß dabei über Schmelzkäse noch recht wenig bekannt ist, war für die Verfasser ganz besonders maßgebend, diese Studien auszuführen. Sie gehen zunächst auf die Geschichte des Schmelzkäses ein, schildern das Ausgangs- und Verpackungsmaterial, auch der Gang der fabrikmäßigen Herstellung wird erwähnt, doch legen sich hier die Verfasser eine gewisse Beschränkung auf, um nicht Betriebsgeheimnisse, in die sie hier und da Einblick erhielten, preiszugeben. Dieses Verhalten ist wohl anzuerkennen, es leidet aber die Schilderung der Fabrikation darunter. Es wäre zweckmäßig gewesen, wenn die Schmelzkäseindustrie freiwillig ihre Geheimnisse aufgegeben hätte, denn nur so kann das Misstrauen, das nun einmal gegen Schmelzkäse besteht, schwinden. Von Interesse ist der Versuch der Verfasser, eine Theorie des Schmelzprozesses aufzustellen. Eingehend werden die Konservierungsmittel und Kennzeichnungsfragen behandelt. Zum Schluß wird für eine intensive amtliche Betriebskontrolle eingetreten.

Die Schrift bringt eine Fülle von Tatsachen, die zum großen Teil bisher nicht bekannt waren. Die Angaben können der amtlichen Lebensmittelkontrolle von großem Nutzen sein, aber auch dem Praktiker geben sie vielen theoretischen Aufschluß, und sogar der Selbstverbraucher muß das Büchlein begrüßen, denn auch er wird sich weitgehend über den Schmelzkäse orientieren können.

A. Heiduschka. [BB. 185.]

## VEREIN DEUTSCHER CHEMIKER

## AUS DEN BEZIRKSVEREINEN

Ortsgruppe Chemnitz. 1. Sitzung am 20. Januar 1930, abends 8 Uhr, im großen physikalischen Hörsaal der Akademie für Technik. Vorsitzender: Prof. Dr. Rother. Anwesend: 117 Personen.

Dr. Grosse, Direktor des chemischen Untersuchungsamtes der Stadt Chemnitz: „Milchversorgung, -kontrolle und -untersuchung in der Großstadt Chemnitz.“

Redner ging aus von den Bestrebungen des Reiches (Reichs-, Landes- und Bezirksmilchausschüsse), zur Förderung der Volksgesundheit die Milchwirtschaft und den Milchverbrauch zu heben. Er erwähnte die enge Berührung der Zuständigkeitsgebiete der Lebensmittelchemie und der Veterinärmedizin, ferner die Bedeutung und den gegen früher hohen wissenschaftlichen Stand der Milchkontrolle sowie die nicht zu unterschätzende Untersuchung der Milch in chemischer und biologischer Hinsicht mittels praktischer Schnellmethoden. Kurz besprochen wurden auch die Veredelungs- und Haltbarmachungsverfahren, Sterilisierung, Pasteurisierung, Biorisierung, Dauer- und Momenthocherhitzungsverfahren sowie die Anwendung ultravioletter Strahlung zur Anreicherung des Vitamingehaltes bzw. der Hinzugabe von Windaus-Ergosterin. An den Vortrag schloß sich die Vorführung eines Films der Chemnitzer Genossenschaftsmolkerei. —

2. Sitzung am 17. Februar 1930, abends 8 Uhr, im großen physikalischen Hörsaal der staatlichen Akademie für Technik. Vorsitzender: Prof. Dr. Rother. Anwesend: 53 Personen.

Dr. Bretschneider, Seelze: „Die Zusammenarbeit von Chemiker und Ingenieur auf dem Gebiete des chemischen Apparatewesens.“

Seine interessanten Ausführungen illustrierte Vortr. durch Vorführung des ACHEMA-V-Films. Da der Vortrag an dieser Stelle schon auf Veranlassung eines anderen Bezirksvereines referiert worden ist, so möge dieser kurze Hinweis genügen. Eine besondere Bedeutung erhielt der Vortrag im Hinblick auf die große ACHEMA VI gelegentlich der Tagung des V. d. Ch. in Frankfurt. —

3. Sitzung am 10. März 1930, abends 8 Uhr, in der staatlichen Akademie für Technik. Vorsitzender: Prof. Dr. Rother. Anwesend: 23 Personen.

Dr. Schneidler: „Elektrokorund und Siliciumcarbid.“

Unter Korund versteht man wasserfreie meist trigonal kristallisierte  $\alpha$ -Tonerde, die morphologisch durch Umwandlung der metastabilen  $\gamma$ -Tonerde oder deren Hydrate bei  $930^\circ$  in die stabile  $\alpha$ -Form entsteht.

Die technische Herstellung des Korunds erfordert wesentlich höhere Temperaturen, weil die in den Rohmaterialien vorhandenen chemisch stabilen Verunreinigungen überwiegend im Schmelzfluß entfernt werden müssen. Der zumeist als Rohmaterial verwendete Bauxit wird im elektrischen Lichtbogenofen reduzierend geschmolzen, wobei zuerst die Eisen-, später die Silicium- und Titanverbindungen reduziert werden. Der kleinere Teil des Siliciums entweicht als Siliciumdioxyd rauchförmig, während sich der größere Teil mit dem reduzierten metallischen Eisen und Titan legiert und die Legierung infolge ihres höheren spezifischen Gewichts zu Boden sinkt, so daß sie während oder nach Beendigung des Schmelzprozesses leicht von der oberen, überwiegend aus Korund bestehenden Schicht der Schmelze getrennt werden kann. Überhitzung der Schmelze oder unrichtige Dosierung der Reduktionsmittel kann zur Bildung von Carbiden führen, die ebenso wie Schwefel- und Phosphorverbindungen in größeren Mengen den Korund für die meisten technischen Zwecke unbrauchbar machen.

Siliciumcarbid oder Carbo-Silicid entsteht durch die intermediär auftretende Reduktion der Kiesel säure bei der Graphitierung von amorphem Kohlenstoff, wobei mehrere von den Temperatur- und Stoffverhältnissen abhängende Nebenreaktionen, insbesondere die Bildung von oxydierten Siliciumcarbiden auftreten. Bei starker Überschreitung der theoretischen Bildungstemperatur von  $1840^\circ$  tritt die Zersetzung des Siliciumcarbids in verdampfendes Silicium und Graphit ein, dessen Bildung im gewissen Umfange bei der Siliciumcarbidherstellung