

Abblendung des gesamten Spektrums zu entwerfen bzw. zu photographieren; ein solches Spektroheliogramm läßt also auch eine Aussage über das Vorhandensein eines bestimmten Elementes in den das Licht ausstrahlenden Gasmassen zu, denn die Intensität des z. B. mit einer Ca-Linie aufgenommenen Bildes wird der Konzentration des Ca entsprechen usw.) An einigen Abbildungen wird eine moderne Heliographenstation (Turmteleskop) erläutert; sie ist mit einem Filmapparat ausgerüstet, der selbsttätig jede  $\frac{1}{2}$  min eine Aufnahme der Sonnenscheibe macht. Auf diese Weise lassen sich auch die Formänderungen der Protuberanzen als Funktion der Zeit aufnehmen und durch Vermessung der Aufnahmen die Geschwindigkeiten von Protuberanzen ermitteln. Die auf diesem Wege an eruptiven Protuberanzen ermittelten Gesetzmäßigkeiten sind außerordentlich überraschend: ihre Geschwindigkeit ist eine Zeitlang völlig konstant, erhöht sich dann sprunghaft auf einen größeren Wert, bleibt bei diesem wieder einige Zeit konstant, erhöht sich dann wieder sprunghaft usf. Die Absolutgeschwindigkeiten können außerordentlich groß werden: gemessen wurden Geschwindigkeiten bis etwa 1000 km/s. Manche Protuberanzen ließen sich bis zu einer Entfernung von einem Sonnendurchmesser von der Sonnenoberfläche fort verfolgen. Bemerkenswert ist bei der sprunghaften Vergrößerung der Geschwindigkeit noch die besondere Bevorzugung des Faktors 2, die nach den bisher vorliegenden Daten kaum zufällig sein kann, obgleich jede Erklärung dafür bisher noch aussteht. Eine wichtige Eigenschaft ganz anderer Art dieser Protuberanzen ist die, daß die verschiedenen Elemente einer eruptiven Protuberanz (z. B. Wasserstoff und Calcium) sich beim Fortfliegen von der Sonne nicht entmischen. Dies läßt sich entweder so deuten, daß der Mechanismus, der die Bewegung der Protuberanz hervorruft, für alle Komponenten derselbe ist, oder daß eine Komponente mengenmäßig so stark überwiegt, daß die anderen mitgerissen werden. Der zweite Vorgang wäre für uns leichter verständlich, bedarf aber für sein Vorhandensein einer bestimmten Mindestdichte der Substanz, die die anderen mitnehmen soll. Die Intensitäten der Spektroheliogramme zeigen, daß der Wasserstoff weitaus am häufigsten vertreten ist, und die Abschätzung seiner Dichte liefert tatsächlich einen Wert, der an den für obigen Mechanismus notwendigen Mindestwert gerade heranreicht.

Daß die Materie auf der Sonnenoberfläche unter Bedingungen steht, die von den uns bekannten ganz extrem abweichen, geht besonders aus den Spektroheliogrammen hervor, die mit den Linien des einfach und des doppelt ionisierten Heliums gewonnen sind; das Konzentrationsverhältnis von  $\text{He}^{++}$ - und  $\text{He}^+$ -Ionen ergibt sich experimentell zu  $10^{-4.5}$ , während es unter der Annahme thermodynamischen Gleichgewichts nach der *Sahaschen* Formel aus der Sonnentemperatur (6000°), der Ionisierungsspannung des Heliums (25 V) und dem anderweitig aus Versuchsdaten abschätzbar Elektronendruck nur  $10^{-43}$  sein dürfte. Selbst beim Nichtvorhandensein thermodynamischen Gleichgewichts ist ein derartig großer Unterschied nur so zu erklären, daß die Ionisierungsspannungen unter den Bedingungen auf der Sonnenoberfläche von den uns bekannten Werten stark abweichen: die Ionisierungsspannung des Wasserstoffs müßte 8 V statt 16, die des Heliums 11 statt 25 und die des ionisierten Heliums nur 15 statt 56 betragen, um diese Diskrepanzen zu vermeiden<sup>7)</sup>.

Die weiteren Ausführungen des Vortr. sollen eine Erklärung für die oben wiedergegebenen Gesetzmäßigkeiten in der Bewegung der Protuberanzen geben. Das Stillstehen einer Protuberanz (ruhende Protuberanz) oder eine Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit bedeutet, daß sich diese Materie in einem schwerefreien Raum befindet, daß also die Schwerkraft durch irgendeine andere Kraft gerade kompensiert wird. Das Nächstliegende scheint zu sein, den Strahlungsdruck dafür verantwortlich zu machen, es müßte in diesem Fall also die Strahlungskraft etwa der Schwerkraft gleich sein. Tatsächlich ergibt sich aber für Wasserstoff die Strahlungskraft etwa 10 mal kleiner als die Schwerkraft, wenn man für die Sonnentemperatur die Strahlung nach der *Planckschen* Formel berechnet. Wir müssen schließen, daß unter den hier vorliegenden Verhältnissen die Strahlung der Sonne größten-

<sup>7)</sup> In diesen und den folgenden Überlegungen schließt sich der Vortr. der Darstellung von *Unsöld* („Die Physik der Sternatmosphären“, Verlag Julius Springer, Berlin 1938) an.

ordnungsmäßig anders ist als nach der *Planckschen* Formel, besonders im Gebiet des extremen Ultravioletts (im Gebiet der Lymanserie Erhöhung um den Faktor  $10^6$ !). Die plötzliche Erhöhung der Geschwindigkeit einer Protuberanz muß ihren Grund in einer plötzlichen Vergrößerung der Strahlung (Strahlungsausbruch) haben. Da nach jeder solchen Vergrößerung die Geschwindigkeit wieder konstant wird, muß ein Mechanismus existieren, der sehr schnell dafür sorgt, daß die Strahlungskraft wieder der Schwerkraft gleich wird; wir kennen diesen Mechanismus heute noch nicht und können nur sagen, daß er wahrscheinlich mit dem Ionisationszustand der betr. Materiewolke im Zusammenhang stehen wird.

Die Entstehung einer Protuberanz haben wir uns also etwa folgendermaßen vorzustellen: über der eigentlichen Sonnenoberfläche lagert eine Wasserstoffsicht, die von der Schwerkraft und dem Strahlungsdruck im Gleichgewicht gehalten wird. Ändert sich an irgendeiner Stelle unter dieser Schicht die Ausstrahlung der Sonnenoberfläche, so sorgt ein uns bisher noch nicht bekannter Mechanismus in verhältnismäßig kurzer Zeit dafür, daß die Strahlungskraft wieder der Schwerkraft gleich wird. Geht die Änderung der Strahlung langsam vor sich, so kann sich eine ruhende Protuberanz ausbilden, geht aber die Änderung der Strahlung sehr plötzlich vor sich (Strahlungsausbruch), so wird die Gasmasse eine gewisse Geschwindigkeit in Richtung von der Sonne weg erhalten, bevor sich Gleichgewicht, d. h. konstante Geschwindigkeit einstellt. Photographische Aufnahmen haben das Vorhandensein solcher Strahlungsausbrüche in Verbindung mit der Entstehung von Protuberanzen bestätigt; die Sonnenstrahlung kann an diesen Stellen um den Faktor  $10^3$  größer sein als gewöhnlich; die dabei ausgesandte Strahlung scheint ziemlich monochromatisch zu sein und aus Wasserstofflinien zu bestehen, so daß sie in der darüberliegenden Wasserstoffsicht besonders stark absorbiert wird.

Diese Vorstellung wird auch durch die Beobachtung des Kurzwellenempfangs und der magnetischen Störungen auf der Erde gestützt. Wenn ein solcher Wasserstofflichtausbruch auftritt, setzt gleichzeitig auf der Erde der Kurzwellenempfang aus (aussetzende Ionosphärenreflexion und magnetische Störungen). Die Ursache für das Aussetzen muß eine Lichtstrahlung sein, weil einerseits beide Ereignisse innerhalb der Laufzeit des Lichts von der Sonne zur Erde gleichzeitig stattfinden und weil andererseits es für die Störung auf der Erde gleichgültig ist, an welcher Stelle der sichtbaren Sonnenoberfläche der Strahlungsausbruch erfolgt ist.

## VEREINE UND VERSAMMLUNGEN

### Deutsche Bunsen-Gesellschaft.

43. Hauptversammlung in Breslau vom 1.—4. Juni 1938.

Hauptthema:

Physikalische Chemie der Grenzflächenvorgänge.

Zusammenfassende Vorträge zum Hauptthema.

Vorbereitet durch P. A. Thießen-Berlin.

P. A. Thießen, Berlin: „Grenzflächenvorgänge“ (Einführung). — C. Wagner, Darmstadt: „Stoffaustausch in Grenzflächen.“ — R. Brill, Ludwigshafen-Oppau: „Molekulare Schichten.“ — J. H. de Boer, Eindhoven: „Energieaustausch in Grenzflächen.“ — R. Suhrmann, Breslau: „Elektronenübergänge an äußeren Grenzflächen.“ — Th. Schoon, Berlin-Dahlem: „Erkundung des Feinbaues von Grenzflächen.“ — O. Hahn, Berlin: „Untersuchung von Grenzflächenvorgängen nach radioaktiven Methoden.“ — K. Neumann, Berlin-Charlottenburg: „Bewegungsvorgänge in Grenzflächen.“ — K. Fischbeck, Heidelberg: „Über den Oberflächenabbau fester Stoffe.“ — G. M. Schwab, München: „Katalyse an Grenzflächen.“ — P. Harteck, Hamburg: „Adsorption.“

Einzelvorträge:

K. Clusius, München: „Die Umwandlung || ⇌ || der festen Schwefelwasserstoffe  $\text{H}_2\text{S}$  und  $\text{D}_2\text{S}$  unter  $250 \text{ kg/cm}^2$  Druck.“ — G. F. Hüttig, Prag: „Die Zustände der Mischkatalysatoren in der Abhängigkeit von ihrem Mischungsverhältnis und ihrer Temperaturvorbehandlung, erläutert an dem System  $\text{ZnO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ .“ — C. Kröger, Breslau: „Die Wirkung anorganischer Mehrstoffkatalysatoren beim Wassergasprozeß.“ — K. Nagel, Erlangen: „Über die Koppelung von Ionenübergängen an mehrfachen Elektroden.“ — P. Günther,

Berlin: „Der Zerfall von Azomethan bei der Anregung durch Gasonen.“ — G. Grube, Stuttgart (nach Versuchen von St. Stainhoff): „Über die Gewinnung von Natriumhydroxyd und Schwefelsäure durch elektrolytische Zersetzung des Natriumsulfats.“ — G. Schmid, Stuttgart (nach Versuchen von E. C. Larsen): „Hochfrequenzleitfähigkeit von Kolloid-Elektrolyten. Untersuchung des Übergangs vom molekulardispersen zum kolloidalen Zustand an seifenähnlichen Solen.“ — F. Tödt, Charlottenburg: „Die Bildung von Wasserschichten an der Grenzfläche fest-gasförmig und ihr Einfluß auf die Metallauflösung.“ — M. Auwärter und K. Ruthardt (vorgelesen von M. Auwärter, Hanau): „Physikalische und chemische Erscheinungen bei der Berührung von Gasen mit Edelmetalloberflächen, insbesondere mit dünnen Schichten.“ — W. Birnthal, Erlangen: „Isotopenwirkungen der Verdünnungswärmen in hochkonzentrierten (ideal konzentrierten) Elektrolytlösungen und in Dioxan-Wasser-Mischung.“ — E. Tiede, Berlin (nach Versuchen von Werner Schikore): „Adsorption bei der präparativen Phosphoreszenz-Chemie. I. Zinksulfid-System.“ — H. Teichmann, Dresden: „Über einen Halbleiterphotoeffekt an Caesiumoxyd.“ — K. Schwarz, Wien: „Eine neue Methode zur direkten Messung der elektrolytischen Wanderungsgeschwindigkeit in metallischen Lösungen.“ — O. Reitz, Leipzig: „Säure und alkalische Hydrolyse von Acetamid und Acetonitril in schwerem Wasser.“ — K. H. Geib, Leipzig: „Über den Austausch von Essigsäure und Acetat mit schwerem Wasser.“ — V. Sihvonen, Helsinki: „Über den Reaktionsmechanismus an einer Graphitelektrode beim kommutierten Gleichstrom.“ — H. Klammann, Bln.-Siemensstadt: „Über den Elektronendurchtritt durch dünne Isolatorschichten.“ — A. v. Antropoff, Bonn: I. „Die Adsorption der Gase von kleinsten bis zu höchsten Drucken.“ 2. „Die Löslichkeit der Edelgase in  $H_2$ -Wasser und  $D_2$ -Wasser.“ — H. I. Antweiler, Bonn: „Elektrolyströmungen an Kathoden: 1. Quecksilber- und Gallium-Tropfkathoden.“ — M. v. Stackelberg, Bonn: „Elektrolyströmungen an Kathoden. 2. Großflächige Quecksilberkathoden.“ — Th. Förster, Leipzig: „Gegenseitige Beeinflussbarkeit der Valenzen am Kohlenstoffatom.“ — W. Groth, Hamburg: I. „Photochemie des Kohlenoxyds.“ 2. „Der Mechanismus der photochemischen Wasserstoff-Sauerstoff-Reaktion unter Berücksichtigung der thermischen Wasserstoff-Ozon-Reaktion.“ — L. Wicke, Göttingen: „Theoretische und praktische Untersuchung der Adsorptionsgeschwindigkeit von Gasen an porösen Stoffen.“ — W. Hunsmann, Göttingen: „Versuche zur Ermittlung der Zeitspanne des Energieaustausches von Gasmolekülen mit festen Oberflächen.“

## NEUE BUCHER

**Der Chemie-Ingenieur.** Ein Handbuch der physikalischen Arbeitsmethoden in chemischen und verwandten Industriegebieten. Herausgegeben von A. Eucken und M. Jakob. Band III: Chemische Operationen, Erster Teil: Physikalisch-chemische und wirtschaftliche Gesichtspunkte für die Durchführung chemischer Operationen. Bearbeitet von A. Eucken, H. Dohse, K. Fischbeck, G. Damköhler u. L. Meyer. 564 S. mit 188 Abb. im Text. Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., Leipzig 1937. Preis br. RM. 52,—, geb. RM. 54,—.

Der vorliegende Band des „Chemie-Ingenieurs“ behandelt Probleme, die bei der Überführung chemischer Prozesse aus dem Maßstab des Laboratoriums in den des technischen Betriebs auftreten. Es wird versucht, wie der Herausgeber einleitend sagt, eine Brücke zu schlagen zwischen den theoretischen (vorwiegend physikalisch-chemischen) Grundlagen der chemischen Produktionsprozesse mit ihrer praktischen Durchführung. Das Buch gliedert sich in drei Abschnitte: Die maximale Ausbeute und ihre Ermittlung auf Grund des chemischen Gleichgewichts, technische Reaktionsgeschwindigkeit und Kosten chemischer Operationen.

Das erste Kapitel wurde von Eucken behandelt. Er bringt die Gesetze der chemischen Gleichgewichte in homogenen und heterogenen Systemen unter Voraussetzung gewisser mathematischer und physikochemischer Kenntnisse zunächst in ähnlich klarer Form, wie dies bei der Behandlung der gleichen Materie von seinem ausgezeichneten Lehrbuch bekannt ist. Gegenüber diesem Werk ist der Verfasser aber bemüht, in erhöhtem Maße jedem Teilabschnitt praktische Gesichtspunkte anzuknüpfen, wobei besonders die Frage in den Vordergrund rückt, wie auf Grund theoretischer Überlegungen, also z. B. des Massenwirkungsgesetzes, bei einem Prozeß die Ausbeute an bestimmten gewünschten Stoffen auf ein Maximum gebracht werden kann. Bei den Beispielen zur Berechnung chemischer Gleichgewichte wird die exakte Berechnung den meist zugänglicheren Näherungsformeln gegen-

übergestellt und Fehlermöglichkeiten bzw. Genauigkeitsgrenzen diskutiert.

Im ersten Teil des die technische Reaktionsgeschwindigkeit behandelnden Abschnitts befaßt sich Dohse mit der Reaktionsgeschwindigkeit in isothermen, homogenen Systemen (einschl. Kontaktkatalyse). Es werden sehr anschaulich die Grundbegriffe der chemischen Reaktionsgeschwindigkeit besprochen, wie Mittelwert und Verteilungssätze, mono-, bi- und polymolekulare Reaktionen, Aktivierungsgröße sowie der Einfluß der Temperatur auf die Reaktionsgeschwindigkeit. Ein kurzes Kapitel behandelt experimentelle Methoden zur Bestimmung von Reaktionsgeschwindigkeiten. Mit der Besprechung von Möglichkeiten zur Abkürzung der Reaktionszeiten ohne Verminderung der Ausbeuten führt der Verfasser den Leser auf das Gebiet der Katalyse, er bringt kurz allgemeine Gesichtspunkte und geht auf die technisch wichtige heterogene Kontaktkatalyse homogener Reaktionen näher ein. Es wird die Abhängigkeit der Geschwindigkeit einer katalytischen Reaktion von Katalysator, Temperatur und Konzentration der Ausgangs- und Endprodukte behandelt. Die Bedeutung der Katalysatoroberfläche für den Verlauf einer Reaktion zeigen Abschnitte über den Einfluß von Absorptionsvorgängen und über die Taylorsche Theorie der aktiven Zentren.

Die Reaktionsgeschwindigkeit in heterogenen Systemen unter besonderer Berücksichtigung des Umsatzes mit festen Körpern behandelt Fischbeck. Nach einem kurzen Überblick über die in Frage kommenden Umsetzungen werden hier wichtige praktische Beispiele eingehend besprochen. Zunächst der Vorgang der Verbrennung von Kohlenstoff bzw. Kohle, ein Thema, das unter Einbeziehung der Verbrennung mit Wasserdampf und Kohlensäure bekanntlich immer wieder in der einschlägigen Literatur erörtert wird, entstanden doch immer wieder Unklarheiten über die primären und sekundären Vorgänge beim oxydativen Abbau des Kohlenstoffs. Es werden im vorliegenden Werk in ziemlich erschöpfer Weise nicht nur die klassischen Arbeiten von Langmuir, Eucken u. a. m. behandelt, sondern auch technische Probleme, wie die verschiedene Reaktionsfähigkeit einzelner Kokse, ihre Beeinflussung durch Bestandteile der Asche und ihre Bestimmungsmethoden. Nach diesen Umsetzungen, bei denen Gase entstehen, werden solche besprochen, bei denen Lösungen entstehen (z. B. die Auflösung von Salzen und Metallen) und schließlich jene, bei welchen feste Körper gebildet werden. U. a. werden hier als wichtige technische Vorgänge die Reduktion der Eisenerze, die Inkohlung des Eisens und die bei diesen Prozessen auftretenden Gleichgewichte verschiedener fester Phasen behandelt.

Damköhler gibt dem von ihm bearbeiteten Abschnitt den Titel „Einfluß von Diffusion, Strömung und Wärmetransport auf die Ausbeute bei chemisch-technischen Reaktionen“. Dieses Kapitel beansprucht vielleicht in ganz besonderem Maße das Interesse des Chemieingenieurs, wenn auch die exakte mathematische Behandlung derartiger Probleme oft bedenklichen Schwierigkeiten begegnet. Damköhler unternahm den Versuch, trug das verhältnismäßig spärliche Material zusammen und ergänzte es durch eigene Arbeiten. Zur Erleichterung der theoretischen Betrachtungen bringt er eine kurze Einführung in das Gebiet der Vektor-Rechnung.

Um die Wichtigkeit der hier behandelten Materie zeigen zu können, sei an dieser Stelle auf einige wichtige Probleme hingewiesen.

1. Bei der Umsetzung von Gasen an Katalysatoren können zwei Vorgänge geschwindigkeitsbestimmend sein: einerseits der Antransport der umzusetzenden Gase an die aktiven Stellen des Katalysators, z. B. durch Diffusion (evtl. auch der Abtransport der gebildeten Produkte), und andererseits die chemische Umsetzung selbst. Es ist oft wertvoll, wenn man über das ineinander greifen dieser Vorgänge Klarheit schaffen kann.

2. Für eine andere Frage wird die Benzinsynthese nach Fischer-Tropsch als Beispiel angeführt. Sie ist temperaturempfindlich, d. h. es muß zur Erzielung maximaler Ausbeuten an flüssigen Kohlenwasserstoffen innerhalb weniger Grade bei einer bestimmten Temperatur gearbeitet werden. Da die Umsetzung unter starker Wärmeentwicklung verläuft, muß für gute Abführung der Wärme Sorge getragen werden, d. h. es darf die Schichtdicke des Kontaktes zwischen zwei wärmeabführenden Wänden eine gewisse Größe nicht überschreiten. Damköhler versucht, diese Größe rechnerisch zu ermitteln, und kommt größtenteils zu brauchbaren