

In diesem Zusammenhang sei noch auf eine **Apparatur** hingewiesen, die unter gewissen Umständen für die Kontrolle der Beizen von Nutzen sein kann.

In Emailierbetrieben bietet die Möglichkeit, Überbeizungen mit ihren üblen Folgeerscheinungen (Beizblasen durch Wasserstoffeinschlüsse) durch Sparbeizen auszu-schließen, eine größere Fabrikationssicherheit. Zur Feststellung, ob die erforderliche Zusatzmenge in einem Beizbad vorhanden ist, kann das nachfolgend beschriebene Gerät dienen⁴⁾.

Das Glasrohr G besitzt bei S einen Schliff, auf dem die in Kubikzentimeter geteilte Meßbürette M mit Hahn H aufgesetzt wird. Auf einem gläsernen Einsatz wird an dieser Stelle das stets gleich große eiserne Probelättchen P mit geschmirgelter Ober-

⁴⁾ Hugo Keil, Dresden, Marienstraße.

fläche eingelegt. Rohr N ist mit Gummischlauch und Quetschhahn verschlossen. Die (auf Raumtemperatur abgekühlte) Beizflüssigkeit wird bei offenem Hahn H eingefüllt, bis sie im Trichter darüber steht. Bei geschlossenem Hahn H wird der Apparat nun auf die Versuchszeit sich selbst überlassen. Der entwickelte Wasserstoff wird in der Meßbürette aufgefangen und unter Atmosphärendruck (Herstellung des gleichen Niveaus in beiden Rohrschenkeln) durch Ablassen von Beizflüssigkeit bei N gemessen.

Unschwer läßt sich so diejenige Höhe des Sparzusatzes zu Beize ermitteln, bei der in etwa 3—4 h von dem Probelblech kein Wasserstoff mehr entwickelt wird. Umgekehrt können spätere Zweifel über die richtige Zusammensetzung der Beize, wie sie etwa beim Auftreten von Blechblasen beim Emailieren entstehen, durch Probeentnahme und Prüfung der Beize im Apparat auf Gasentwicklung behoben oder bestätigt werden.

[A. 14.]

VERSAMMLUNGSBERICHTE

Colloquium des Kaiser Wilhelm-Instituts für medizinische Forschung.

Heidelberg, den 17. Februar 1936.

Vorsitz: R. Kuhn.

K. F. Bonhoeffer, Leipzig: „*Reaktionen in schwerem Wasser*.“

Löst man wasserstoffenthaltende Verbindungen in reinem oder hochprozentigem schwerem Wasser, so tritt ein Austausch zwischen H- und D-Atomen im allgemeinen nur dann ein, wenn das betreffende Wasserstoffatom ionisierbar ist. Schon geringe Dissoziation genügt, um den Austausch schnell herbeizuführen, wie z. B. im Falle der Zucker-Hydroxylwasserstoffe, enolischer Hydroxylwasserstoffe und des Acetylenwasserstoffs. Auf dem Umweg über enolischen Hydroxylwasserstoff gelingt z. B. im Falle des Acetons auch die Einführung von D unmittelbar an Kohlenstoff. — Vortr. bespricht die Rohrzuckerinversion und die Mutarotation der Glucose in schwerem Wasser. Während die Rohrzuckerinversion in schwerem Wasser schneller vor sich geht als in gewöhnlichem Wasser, gilt für die Mutarotation das Umgekehrte. Die Erscheinung bei der Rohrzuckerinversion kann durch die Annahme erklärt werden, daß sich aus dem Rohrzuckermolekül und dem Wasserstoffion ein Komplex bildet, der sich ins Gleichgewicht mit seinen Komponenten stellt und in schwerem Wasser in höherer Konzentration vorliegt, woraus die höhere Inversionsgeschwindigkeit resultiert. Bei der Mutarotation der Glucose kommt es nicht zur Ausbildung eines solchen Vergleichgewichts. Deswegen wird die Mutarotation durch alle Protonendonatoren und nicht nur durch H_3O -Ionen katalysiert. Liegt „allgemeine Katalyse durch Protonendonatoren“ vor, so ist also Verlangsamung in schwerem Wasser zu erwarten. Nur bei spezieller H_3O -Ionenkatalyse, wie z. B. auch beim Diazoessigesterzerfall, kann Beschleunigung in schwerem Wasser auftreten.

Sehr durchsichtig liegen die Verhältnisse bei der fermentativen Glucosidspaltung mit Emulsin. Während die schnell verlaufende Spaltung, etwa des Salicins, in schwerem Wasser gehemmt ist (Konstantenverhältnis 0,66), wird die Spaltung von Butylglucosid kaum beeinflusst (Konstantenverhältnis 1,04) und die — an sich langsam verlaufende — Spaltung von Methylglucosid beschleunigt (Konstantenverhältnis 1,27). Während im erstgenannten Falle das Ferment mit Substrat gesättigt ist, also der Zerfall geschwindigkeitsbestimmend ist, ist im Falle der Methylglucosidspaltung die intermediäre erhöhte Konzentration des Enzym-Substrat-Komplexes geschwindigkeitsbestimmend.

Vortr. ging dann auf die Frage des „Einbaus“ von D in wachsende Organismen bei der Züchtung in schwerem Wasser ein. Der ohne weiteres austauschbare und leicht wieder „auswaschbare“, d. h. also der dissoziierende Wasserstoff, beträgt z. B. bei Hefe 25% des Gesamtwasserstoffs der Trockensubstanz. Hefe und Schimmelpilze sowie Algen gedeihen in schwerem Wasser bis zu einer Konzentration von 60% gut.

Bei höheren Konzentrationen tritt Verlangsamung des Wachstums und — bei Algen — Ausbleichen auf. Diese Erscheinungen lassen sich aber bei Übergang zu niedrigen Konzentrationen sofort wieder aufheben, so daß die Schädigung keine bleibende ist. Die in 60%igem schwerem Wasser wachsenden Organismen bauen schweren Wasserstoff auch in Kohlenstoffbindung ein. Bei Züchtung von Hefe mit Brenztraubensäure mit etwa 80% schwerem Wasserstoff als Nährmittel in hochprozentigem schwerem Wasser wurde ein Präparat erhalten, das 60% des nichtaustauschbaren Wasserstoffs an D enthielt. Der bei der Hefegärung in schwerem Wasser gebildete Alkohol hat die Zusammensetzung $CH_2D.CD_2OD$. Vortr. versuchte, die „wasserstoffaktivierende“ Wirkung von Dehydrasen durch Beschleunigung des H-D-Austausches nachzuweisen. In Versuchen mit Bernsteinsäure und „Succinodehydrase“ wurde indessen keine derartige Beschleunigung gesehen.

An den Versuchen waren *Mockwyn-Hughes, Reitz, Geib* und *Salzer* beteiligt.

Aussprache: Zum Worte meldeten sich Kuhn, Freudenberg, Meyerhof und Mecke. Kuhn schlug vor, die elektrometrisch nicht meßbare Dissoziation des Fluorens durch die „Austauschgeschwindigkeit“ zu messen. — Mecke wies darauf hin, daß im Falle des austauschbaren, an $-O$, $=N$ oder $-C\equiv C$ gebundenen Wasserstoffs jeweils Gruppen gleicher *Raman*-Frequenz vorliegen. In Analogie hierzu könnte man vermuten, daß auch andere Gruppen mit gleicher *Raman*-Frequenz zum gegenseitigen Austausch befähigt sind, z. B. CH_2 -Gruppen untereinander.

Physikalisches Institut der Universität Berlin.

Colloquium am 15. November 1935.

Dr. Kiepenheuer: „*Die Theorie der Chromosphäre und der Korona der Sonne von S. Rosseland*.“

Die leuchtende Gasschicht der Sonne, die sog. Photosphäre, emittiert ein kontinuierliches Spektrum, das etwa der Temperatur eines schwarzen Strahlers von 5700° entspricht und dessen maximale Helligkeit dementsprechend im gelben Spektralbereich liegt. Die Dichte dieser Schicht, in der sich die Fleckenerscheinungen und die damit verbundenen Packeln abspielen, beträgt 10^{-10} g/cm³, entspricht also 10^{-4} mm Hg. An diese Schicht schließt sich ohne scharfen Übergang die Chromosphäre an, welche die Atmosphäre der Sonne darstellt, und mit einer Höhe von etwa 14000 km den 40sten Teil des Sonnendurchmessers ausmacht. Die Dichte dieser Schicht, die nach außen hin abnimmt, ist im Mittel 4—5 Zehnerpotenzen kleiner als die der Photosphäre. Die in ihr enthaltenen Atome und Ionen bewirken durch Absorption die Entstehung der (20000) *Fraunhofer*schen Linien, von denen etwa 30% gedeutet sind. Die Chromosphäre besitzt auch ein Emissionsspektrum, das bei Sonnenfinsternissen am besten in dem Augenblick aufgenommen wird, wo die Mondscheibe die Sonnenoberfläche bis auf einen schmalen Rand abblendet, so daß die Aufnahme mit den Spektrographen ohne Spalt erfolgen kann (sog. *Flash*-Spektrum).

In den äußeren Schichten der Chromosphäre sowie in der an sie anschließenden Korona beobachtet man vor allem

die *Balmer*-Serie des Wasserstoffs. *Pannekoek* und *Minnaert* stellten fest, daß die Intensität der *Balmer*-Linien nach außen hin mit einer e -Funktion abnimmt. *Milne* konnte zeigen, daß der aus der Intensität der Sonnenstrahlung und aus der Intensität der *Balmer*-Linien berechnete Dichteabfall der Chromosphäre geringer ist, als er nach der barometrischen Höhenformel sein sollte. Er nahm deswegen an, daß in der Chromosphäre eine turbulente Bewegung, die im wesentlichen nach außen gerichtet ist, herrschen müsse, welche die thermische Geschwindigkeit der Atome um das Doppelte übertrifft.

Während in den unteren Schichten der Chromosphäre noch eine Reihe weiterer Elemente beobachtet werden konnte, erscheinen in den höheren außer Wasserstoff und Helium vor allem die *Fraunhofer*-Linien H und K, die dem einfach ionisierten Calcium entsprechen. Seine Anwesenheit in so großen Höhen kann nicht durch seine relativ große Häufigkeit in der Sonne allein erklärt werden. *Milne* hat deswegen angenommen, daß der Lichtdruck die Ca^+ -Ionen nach außen treibt, woraus ein Dichteabfall mit $1/r^2$ resultieren würde, der sich bis zu 4000 km erstreckt.

Rosseland stellt für die Dichteverteilung der Sonnenatmosphäre und für die Ausbildung der Korona eine andere Theorie auf, die den Lichtdruck vernachlässigt und die nach außen gerichtete Turbulenz hervorhebt. Er nimmt an, daß aus der Photosphäre eine sehr starke Strahlung negativer Teilchen hervorbricht, welche sich mit annähernder Lichtgeschwindigkeit fortpflanzt. Ob die Quellen dieser Strahlung an der Oberfläche oder im Sonneninnern liegen, läßt sich nicht sagen. Es ist möglich, daß eine intensive γ -Strahlung diese negativen Teilchen erst erzeugt. Aus sorgfältigen Beobachtungen der Linienformen an den verschiedenen Stellen der Sonnenoberfläche kann man schließen, daß die Sonne ein starkes elektromagnetisches Feld besitzt, welches einen *Zeeman*-Effekt hervorruft. Dieses Feld richtet nach *Rosseland* die Teilchenstrahlung. Die Wechselwirkung dieser Strahlung mit den Ionen und Atomen in dem sehr dünnen Medium der Chromosphäre läßt sich abschätzen und führt bei Berücksichtigung von Reibungskraft und Gravitationspotential zu der beobachteten Dichteverteilung.

Deutsche Gesellschaft für technische Physik.

Berlin, 6. Dezember 1935.

Dr. E. Steenbeck, Berlin-Siemensstadt: „Über die magnetischen Eigenschaften des Gasentladungsplasmas.“

Zur Untersuchung der physikalischen Vorgänge in der Gasentladung, die außerordentlich kompliziert sind, wurden bisher drei verschiedene Verfahren angewendet. Die erste Methode verwendet den Oscillographen, um Aufschluß über den Stromdurchgang bei der Zündung zu erhalten. Sie erlaubt nur indirekte Schlüsse auf die eigentlichen Vorgänge im Bogen. Eine zweite Möglichkeit besteht in der Messung der Anregungsfunktionen der vom Gas emittierten Spektrallinien. Man erhält auf diese Weise die Wahrscheinlichkeit der Anregung und der Ionisierung der Moleküle in Abhängigkeit von der Spannung, mit der die Elektronen beschleunigt werden. Die dritte Methode, bei der eine Hilfselektrode als Sonde in die Entladung eingeführt wird, gibt Aufschluß über die Zahl und die Energieverteilung der geladenen Teilchen.

Wegen der zum Teil widersprüchlichen Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen schlägt Vortr. vor, als neue Untersuchungsmöglichkeit die magnetischen Eigenschaften des angeregten Gases, des sog. *Langmuir*-Plasmas, zu untersuchen. Zu diesem Zwecke wird eine möglichst homogene Zone, die positive Säule der Gasentladung, mit einer Induktionsspule umgeben und die Suszeptibilität gemessen. Aus den bisherigen Untersuchungen ist bekannt, daß das Plasma aus Elektronen, Ionen und Molekülen besteht, die regellos verteilt sind, daß das Spannungsgefälle und infolgedessen die Strömungsgeschwindigkeit der geladenen Teilchen sehr klein ist und daß die Geschwindigkeitsverteilung der Elektronen dem *Maxwell*-schen Gesetz gehorcht und einer Temperatur von etwa 10000° entspricht. Da zwischen Elektronen und Molekülen die Energie sehr schlecht ausgetauscht wird, läßt sich das System im stationären Zustand mit einem idealen Metall vergleichen, in dessen Gitter sich ein freies Elektronengas befindet. Wenn das System völlig im Gleichgewicht wäre, so könnte man kein

besonderes Verhalten im Magnetfeld erwarten. Der gemessene starke Diamagnetismus erklärt sich aus den Abweichungen vom Gleichgewicht. Einmal verlangt die hohe Elektronentemperatur eine ständige Energienachlieferung, und zweitens findet eine starke Wandaufladung und eine Rekombination von Elektronen und Ionen statt, so daß dauernd Elektronen neu erzeugt werden müssen. Im axialen Magnetfeld werden die Bahnen der Elektronen gekrümmt, wodurch das Plasma diamagnetisch erscheint. Für die Form der Bahn lassen sich zwei Grenzfälle angeben. Bei starkem Magnetfeld und großer freier Weglänge beschreibt das Elektron geschlossene Kreisbahnen. Bei schwachem Magnetfeld bzw. bei kleiner freier Weglänge erscheinen die Einzelbahnen nur schwach gekrümmt. Die Rechnung ergibt, daß im ersten Falle das magnetische Moment der Bahn umgekehrt proportional dem angelegten Magnetfeld ist, während es im zweiten Falle diesem proportional ist. Daraus folgt als wichtiges Ergebnis, daß das mittlere Moment vom äußeren Felde abhängt und zwar in der Weise, daß es mit wachsendem Felde steigt, ein Maximum durchläuft und dann wieder absinkt. Entsprechend wird die induzierte Suszeptibilität mit wachsender Feldstärke zunächst von dieser unabhängig sein und dann proportional dem Quadrat derselben absinken. Da der Bahnverlauf durch die freie Weglänge begrenzt wird, läßt sich diese wichtige Größe aus der experimentell ermittelten Kurve bestimmen.

Die Messung erfolgt aus experimentellen Gründen bei starkem, konstantem Magnetfeld und Variation der Entladungsstromstärke, indem der in einer zweiten Spule induzierte Strom durch ein Vibrationsgalvanometer gemessen wird, also durch eine Transformatorschaltung, bei der die Entladungsröhre den Eisenkern ersetzt. Die gemessenen Werte bestätigen den berechneten Kurvenverlauf. Durch Änderung des Gasdruckes, also durch Variation der freien Weglänge, läßt sich die Suszeptibilität in der erwarteten Weise verschieben. Dagegen ist im Absolutwert keine Übereinstimmung mit dem berechneten Diamagnetismus zu erzielen. Wahrscheinlich tritt ein schwacher paramagnetischer Effekt durch eine Rosettenbahn der Elektronen auf, die durch die Wandaufladung bewirkt wird. Auch der Bahnmagnetismus der Ionen wird einen Effekt in dieser Richtung hervorbringen. Der gemessene Diamagnetismus ist um eine Größenordnung stärker als bei Wismut. Seine Größe ist nur durch die Bahnkrümmung zu erklären. Die bisherigen Ergebnisse erlauben in Verbindung mit den Sondenmessungen neue Bestimmungen der Elektronentemperatur und der Konzentration der Elektronen und der Ionen.

Um die Frequenz der kreisenden Elektronen festzustellen und auf diese Weise die Grundannahme seiner Rechnungen zu kontrollieren, hat Vortr. die Absorption von Ultrakurzwellen gemessen, deren Frequenz der Kreisbewegung der Elektronen bei einem bestimmten Magnetfelde entsprach. Unter diesen Bedingungen ähneln die Vorgänge in der Gasentladung also denen, die im sog. Magnetron zur Erzeugung oder zum Empfang ultrakurzer Wellen dienen.

Deutsche Physikalische Gesellschaft.

Berlin, den 13. Dezember 1935.

Prof. Dr. R. Becker: „Über Keimbildung und Wachstum von Kristallen aus übersättigtem Dampf.“

Die Kondensation einer übersättigten Dampfphase findet, wenn keine Grenzfläche vorhanden ist, unter Tröpfchenbildung statt. Die Bildung der Molekelaggregate, der sog. Keime, ist vom Standpunkt der Thermodynamik etwas schwierig zu verstehen, da der Dampfdruck eines kleinen Tröpfchens infolge der Oberflächenspannung größer ist als der einer Flüssigkeitsoberfläche. Kleine Molekelaggregate, wie sie durch Schwankungserscheinungen zustande kommen, sind also instabil. Erst wenn der Radius des Tropfens eine gewisse kritische Größe überschritten hat, wird das Tröpfchen zwangsläufig weiter wachsen. Die Entstehung der Tröpfchen erfolgt also unter Entropie-Verkleinerung; die Wahrscheinlichkeit für die Keimbildung ist deshalb, wie *M. Vollmer*¹⁾ gezeigt hat, außerordentlich stark vom Grade der Übersättigung abhängig, die Zahl der gebildeten Tropfen/sec $I = K e^{-\frac{A}{RT}}$, wobei

¹⁾ Vgl. diese Ztschr. 42, 708 [1929].