

allerdings in diesem Zusammenhang bisher der sog. FARADAY-SOHNCKE-Effekt, ein Wasserfalleffekt, bei dem Tropfen speziell beim Aufschlag auf Eis zerrissen werden. Der wegfliegende Wasserstaub trägt dabei negative Ladung mit sich fort, während das getroffene Eis mit dem zurückbleibenden Wasser positiv aufgeladen wird. Dieser Vorgang kann sich beim Gewitter in dem engen Aufwindschlot unzählige Male wiederholen, wenn aus kleinen Graupeln durch Aufprallen und Zerspritzen von Wolkentröpfchen bei Temperaturen unter 0° Hagelkörner wachsen. Den Entstehungsvorgang des Hagels hat F. H. LUDLAM¹⁾ quantitativ verfolgt. Das Korn wird danach zuerst rasch, mit zunehmendem Gewicht aber immer langsamer vom Wind hochgehoben, bis es schließlich etwa 7000 m über der Erde umkehrt und immer noch wachsend gegen den Luftstrom zu sinken beginnt. Schließlich wird es naß, das Wachstum hört auf, weil die beim Anfrieren von immer mehr Wolkentröpfchen frei werdende Schmelzwärme nicht mehr rasch genug an die Umgebung abgegeben werden kann.

Dieser ganze Wachstumsvorgang muß von einer ständigen Elektrizitätsentwicklung durch FARADAY-SOHNCKE-Effekt begleitet sein. Jeder Hagel lädt sich allmählich positiv hoch auf. Der wegspritzende Wasserstaub wird vom Wind hochgetragen und hilft, das mittlere, negative Raumladungsgebiet der Wolke zu verstärken. Die Hagel dagegen fallen herab, tauen auf, zerreißen teilweise in kleinere Tropfen und können so das untere positive Raumladungsgebiet aufbauen. Die Elektrizitätsentwicklung läßt sich auch quantitativ berechnen. LUDLAMs Ergebnisse über das Hagelwachstum, einige allgemeine meteorologische Erfahrungen sowie Laboratoriumsuntersuchungen zum FARADAY-SOHNCKE-Effekt von G. GNAM und F. WOLF²⁾ bilden die Unterlagen dazu. Bei sorgfältiger Abschätzung aller fördernden und hemmenden Einflüsse im wirklichen Cumulonimbus erhält man schließlich für die Endaufladung eines voll ausgewachsenen Hagels einige 10⁻¹¹ Coul. Schließt man aus dem Starkniederschlag am Erdboden auf den in einem Aufwindschlot entstehenden gesamten Hagelstrom, so läßt sich daraus als elektrische Gesamtstromstärke, die von einer Gewitterzelle entwickelt wird, der Wert von nahezu 8 · 10⁻³ A ermitteln. Etwa 2,2 min werden zur Erzeugung von 1 Coul gebraucht. Das bedeutet, daß die Gesamtladung des unteren positiven Gebiets nach einer knappen halben Stunde aufgebaut ist, und anschließend könnten kleinere Blitze mit je 1 Coul in Abständen von jeweils stark 2 min einander folgen. Der beschriebene Vorgang vermag also — was bisher noch auf keine andere Weise gelang — gerade eben den Blitzmechanismus eines bescheidenen Gewitters zu bestreiten. Er ist allerdings zu schwach, um auch für die sehr großen Verlustströme durch Ionenabwanderung und Niederschlag aufkommen zu können.

Ausführliche Darstellungen folgen im Arch. Met. Geoph. Biokl. Serie A.

Technische Hochschule, Karlsruhe, Institut für theoretische Physik.

FRANZ WOLF.

Eingegangen am 29. Oktober 1955.

¹⁾ LUDLAM, F. H.: Nature [London] 167, 254 (1951).

²⁾ GNAM, G., u. F. WOLF: Optik 10, 405 (1953).

Vakuumlichtbogen im transversalen Magnetfeld.

Der Kathodenbrennfleck eines Hg-Niederdruckbogens (etwa 10⁻³ Torr) teilt sich mit zunehmender Stromstärke in mehrere Brennflecke auf^{1), 2)} und zeigt in einem transversalen Magnetfeld ein elektrodynamisch anomales Verhalten. Auch bei anderen Kathodenmaterialien (z.B. Ag, Al, Cu, Pb, Zn) beobachtet man diesen Effekt³⁾. Dabei erstrecken sich diese Versuche über einen Druckbereich von 5 bis 760 Torr. Wir führen unsere Untersuchungen bei einem Restgasdruck von 2 · 10⁻⁵ Torr an geschirmgelten Cu-Elektroden durch. Zunächst beobachten wir an einem 2 mm langen Lichtbogen von 50 bis 300 A_{eff}, 50 Hz zwischen parallelen Elektroden das Verhalten im Eigenmagnetfeld. Analog zum Hg bilden sich mehrere Lichtbögen nebeneinander aus, von denen einzelne eine elektrodynamisch anomale Bewegung ausführen, dabei jedoch schnell verlöschen. Die Gesamtheit der Lichtbögen ändert ihre Lage kaum.

Um die Versuchsbedingungen übersichtlicher zu gestalten, benutzen wir in einer zweiten Anordnung ein transversales magnetisches Fremdfeld (0 bis 1400 Oe) unter weitgehender Ausschaltung des Eigenmagnetfeldes durch geeignete Leitungsführung. Der verwendete sinusförmige Strom hat einen Scheitelwert von 760 Amp bei einer Halbwelldauer von 1 ms

und wird bei feststehenden Elektroden durch einen Hochspannungsimpuls gezündet. Die Elektrodenform zeigen Fig. 1a und 1b; der Elektrodenabstand beträgt an der Zündstelle des Lichtbogens 0,5 mm und steigt im Falle der Elektroden nach Fig. 1a auf 8 mm an, während der Abstand der Elektroden nach Fig. 1b 2 mm beträgt. Die Elektroden sind 5 cm lang und 1 cm breit.

Die Beobachtung der Brennfleckbewegung erfolgt in Richtung des Magnetfeldes senkrecht zur Stromrichtung photographisch mit einer Registriertrommel derart, daß die Zeit-

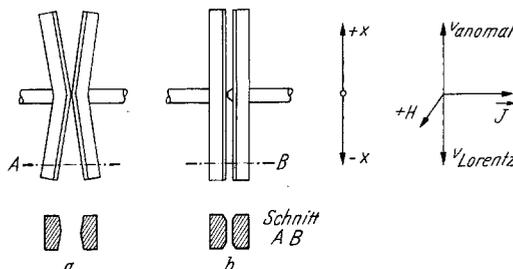


Fig. 1. Form und Anordnung der Elektroden. (Siehe Text.)

ablenkung durch die Umfangsgeschwindigkeit der Trommel und die Brennfleckbewegung im transversalen Magnetfeld durch die Auslenkung (x) nach oben oder unten auf dem Film dargestellt wird. Drehspiegelaufnahmen von SNODDY⁴⁾ und BEAMS⁵⁾ zeigen, daß die Kathodenbrennflecke die photographisch registrierten Leuchterscheinungen hervorrufen. Die Lichtbogensäule verursacht dagegen nur eine diffuse Schwärzung bei unseren Aufnahmen. Fig. 2 gibt die mit der Anordnung nach Fig. 1a erhaltenen Aufnahmen wieder: Ohne Magnetfeld zündet der Lichtbogen an der Stelle des kürzesten

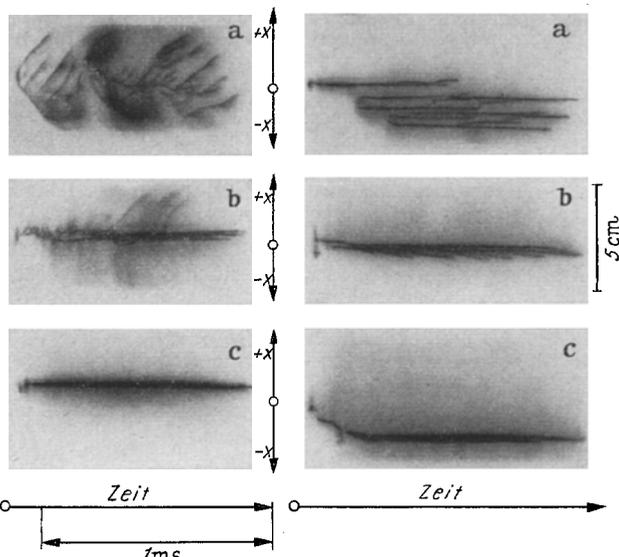


Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 2a—c. Aufnahmen mit der Anordnung nach Fig. 1a. Magnetfeld: a 0; b +400; c +1400 Oe.

Fig. 3a—c. Aufnahmen mit der Anordnung nach Fig. 1b. Magnetfeld: a 0; b -1020; c -1400 Oe.

Abstandes. Mit zunehmendem Strom entstehen mehrere Brennflecke, die auseinanderlaufen. Beim Vorhandensein eines Magnetfeldes tritt mit steigender magnetischer Feldstärke eine Bündelung der Brennflecke auf. Da bei diesen Versuchen die Lichtbogenlänge nach oben und unten erheblich zunimmt, wurde eine zweite Versuchsreihe mit der Elektrodenform nach Fig. 1b durchgeführt. Die Aufnahme zeigt Fig. 3. Man erkennt die mit zunehmender magnetischer Feldstärke auftretende Bündelung der Kathodenbrennflecke, die örtlich nicht an die Überschlagstelle der Elektroden gebunden ist. Die einzelnen Brennfleckspuren zeigen andeutungsweise eine Tendenz zu einer elektrodynamisch anomalen Bewegung, doch erlöschen sie dabei bald, selbst wenn der Gesamtstrom durch den Lichtbogen noch zunimmt.

Eine derartige Bündelung der Kathodenbrennflecke wird auch am Hg-Niederdruckbogen im transversalen Magnetfeld

beobachtet²⁾, doch führen die Brennflecke dabei gemeinsam eine elektrodynamisch anomale Bewegung aus, während sie bei unseren Versuchen an Kupfer bei Restgasdrucken von $2 \cdot 10^{-5}$ Torr während der Stromflußdauer von 1 ms praktisch stehen bleiben.

Herrn Dr. E. SCHMIDT und Herrn P. DUFFING danken wir für die Anregungen, die sie uns im Laufe vieler Diskussionen gegeben haben.

Siemens-Schuckertwerke A.-G., Berlin.

GRETCHEN MÜLLER und RUDOLF PATZELT.

Eingegangen am 21. Oktober 1955.

¹⁾ SCHMIDT, E.: Ann. Physik (6) 4, 246 (1949). — STEER, G.: Z. angew. Phys. 5, 116 (1953).

²⁾ SMITH, CH. G.: Physic. Rev. 82, 570 (1951); 84, 1075 (1951); 93, 653 (1954).

³⁾ YAMAMURA, S.: J. Appl. Physics 21, 193 (1950). — GALLAGHER, C. J.: J. Appl. Physics 21, 768 (1950).

⁴⁾ SNODDY, L. B.: Physic. Rev. A 37, 1678 (1931).

⁵⁾ BEAMS, J. W.: Physic. Rev. 44, 803 (1933).

Kristallabscheidung auf Wachstumsspiralen.

Es wurde der Einfluß von spiraligen Wachstumshügeln auf die orientierte Kristallabscheidung an organischen Stoffen geprüft. Verwendet wurden durch Sublimation erzeugte Trägerkristalle, auf die der Gaststoff ebenfalls durch Sublimation aufgebracht wurde. Unter Einhaltung geeigneter Temperaturverhältnisse, worüber an anderer Stelle berichtet werden soll, ergab sich folgendes Bild:

1. Die Spiralen der Trägersubstanz wachsen mit den Mitteln der Gastsubstanz weiter. Voraussetzung dafür ist lückenlose Mischkristallbildung der Partner. So können Spiralen von Borneol mit Campher, von β -Chlornaphthalin mit β -Bromnaphthalin und von p-Chlorbrombenzol mit p-Dibrombenzol weiterwachsen.

2. Keimbildungs erleichterung durch den Spiralrand. a) Träger und Gast haben flächenhaften Habitus und bilden Formen mit runder Begrenzung. Der Gaststoff setzt sich entlang des Spiralrandes in paralleler Verwachsung fest, dieser wird unregelmäßig gelappt (Fig. 1), das Spiralzentrum wächst aber



Fig. 1—6. 1 Phenanthren auf Fluoren. 2 Chloranil auf 2,3-Benzofluoren. 3 Bromural auf Phenanthren. 4 Pikrinsäure auf 2,3-Benzofluoren. 5 Hexachlorbenzol auf 2,3-Benzofluoren. 6 Phthalanil auf 2,3-Benzofluoren.

nicht weiter, so daß die Spiralen eingeebnet werden. Neu auftretende Spiralen des Gaststoffes stehen nicht in direkter Beziehung zu den Trägerspiralen. Dieses Verhalten ist vor allem bei Stoffen mit spezifischer Keiminduktion anzutreffen, die als isomorph im weiteren Sinn bekannt sind [z. B. Fluoren auf Phenanthren¹⁾, Diphenyl auf Fluoren^{*)}, Phenanthren auf Anthracen¹⁾]. Besitzt der Gaststoff die Tendenz zur Ausbildung von Kristallen mit geradlinigen Begrenzungselementen, so geben die induzierten Gastkristalle das Bild der Spiralen mit Unterbrechungen wieder [z. B. Chloranil (Fig. 2) und β -Naphthol auf 2,3-Benzofluoren]. Dieser Fall bildet den Übergang zu b). — b) Die Gastkristalle haben vorwiegend prismatischen Habitus und scheiden sich auf den Spiralen orientiert ab. Der Spiralrand wirkt dabei keimbildungsfördernd, so daß die Gastkristalle entlang des Stufenrandes angereichert sind (Fig. 3). Auch bei verzögerter Keimbildung kondensiert sich der Gaststoff in Form von Tröpfchen entlang

des Spiralrandes (Fig. 4). An eckigen Spiralen, die ja selbst auch immer orientiert sind, wachsen die Gastkristalle vielfach direkt entlang des Stufenrandes (Fig. 5). Die Wachstums erleichterung, die der Stufenrand gewährt, wird aber bedeutungslos, wenn die bevorzugte Wachstumsrichtung nicht parallel zur Richtung der Stufe verläuft. In diesem Fall werden die Kristalle wohl ebenfalls vorzugsweise am Stufenrand gebildet, sie wachsen aber in dem entsprechenden Winkel über mehrere Stufen hinweg (Fig. 6). Daraus ergibt sich, daß Wachstumsspiralen in der Höhe bis zu etwa 2μ mit Stufenhöhen bis zu $0,5 \mu$ die orientierte Kristallabscheidung nicht stören. Ihr Einfluß beschränkt sich auf eine allgemeine Keimbildungs erleichterung und in besonderen Fällen auftretende Wachstums erleichterung durch den Stufenrand.

Pharmakognostisches Institut der Universität, Innsbruck.

M. BRANDSTÄTTER.

Eingegangen am 18. Oktober 1955.

^{*}) Eigene Beobachtung.

¹⁾ BRANDSTÄTTER, M.: Mh. Chem. 81, 806 (1950).

²⁾ KOFLER, A.: Mh. Chem. 86, 301 (1955).

Polarographische Untersuchung hochmolekularer Stoffe mittels Maximaunterdrückung.

Es ist bekannt, daß viele Farbstoffe sowie verschiedene aromatische polymerisierte und hochmolekulare Stoffe maxima dämpfende Wirkung aufweisen¹⁾. Weniger erforscht sind die Zusammenhänge zwischen Molekelbeschaffenheit und Maximaunterdrückung; wir haben deshalb einige ausgewählte Stoffe mit dem HEYROVSKY-Polarographen (Typ 301) in 10^{-8} -normaler Kaliumchloridlösung untersucht.

Bei der wasserlöslichen Stärke besteht ein geradliniger Zusammenhang zwischen Stärkekonzentration und Maximaunterdrückung. Anders verhält sich dagegen native Stärke, welche bei gleichen Konzentrationen praktisch keine dämpfende Wirkung aufweist. Wenn native Stärke mit zunehmend konzentrierter Salpetersäure immer weitgehender depolymerisiert wurde, bemerkte man, neben gleicher Trockenrückstandskonzentration, mit fortschreitender Depolymerisation eine zuerst schnelle, dann langsamere Erhöhung der maxima dämpfenden Wirkung (Fig. 1). Der Zusammenhang zwischen Konzentration und Höhe des Maximums gestaltete

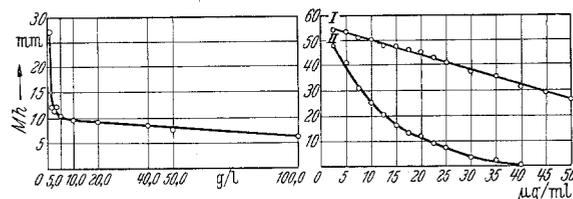


Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1. Zusammenhang zwischen Hydrolysegrad der Stärke und Maximumhöhe des Sauerstoffs. Je 5 g Stärke wurden mit 10 ml Salpetersäure der angegebenen Konzentration hydrolysiert; das neutralisierte und dialysierte Hydrolyseprodukt wurde eingetrocknet, und zu je 10 ml Grundlösung wurden 250 μ g Trockenrückstand hinzugefügt.

Fig. 2. Zusammenhang zwischen Maximumhöhe des Sauerstoffs und Stärkekonzentration. 5 g Stärke wurden mit 10 ml Salpetersäure von 0,01 g/L (I) bzw. 100,0 g/L (II) Konzentration hydrolysiert; zu je 10 ml Grundlösung wurden verschiedene Mengen des neutralisierten, dialysierten und eingetrockneten Hydrolyserückstandes hinzugefügt.

sich bei den verschiedenen Depolymerisationsprodukten nicht immer geradlinig, was aus Fig. 2 hervorgeht, wo die beiden Grenzfälle der untersuchten, nicht völlig, sondern nur bis zu einem gewissen Grad abgebauten Depolymerisate wiedergegeben sind. Die dazwischenfallenden Depolymerisate zeigten einen kontinuierlichen, vom Depolymerisationsgrad abhängenden Übergang vom einen Grenzfall bis zum anderen. Endprodukte des Stärkeabbaus, wie Glukose und Zuckersäure, bewirkten auch in hundertfacher Konzentration keine Maximaunterdrückung. Den Versuchen nach wird die Dämpfung des Maximums nicht nur von der Trockenrückstandskonzentration, sondern auch von der Molkonzentration sowie der Molekelgröße beeinflusst.

Diese Befunde konnten durch weitere Untersuchungen der Maximaunterdrückung in Abhängigkeit vom Hydrolysegrad bisher bei den Hydrolyseprodukten der Carboxymethylcellulose, des Gummiarabikums, des Tragants und der Gelatine