

grad der Metallsalze, welche entstehen, überschritten ist, und es zur Bildung von Deckschichten kommt, besteht die Möglichkeit, daß der Vorgang sein Ende findet. Ob dies aber tatsächlich der Fall ist, hängt dann aber noch von der physikalischen Beschaffenheit der abgelagerten Schicht ab. Ein völliger Stillstand tritt nur dann ein, wenn die Deckschicht tatsächlich undurchlässig ist. Dies trifft aber in vielen Fällen nicht zu. Man beobachtet daher, daß meistens unter der abgelagerten Salzschicht die Korrosion in noch stärkerem Maße vor sich geht. Dies kommt vermutlich daher, daß die Salzschicht zugleich den aus der Lösung herausgetriebenen Wasserstoff absorbiert und somit die eingetretene Korrosion noch durch Lokalströme verstärkt. Es ist aber auch möglich, daß nach Mylius und Rose<sup>5)</sup> sich primär durch die Einwirkung des Metalls auf lufthaltiges Wasser Wasserstoffsuperoxyd bildet, welches dann durch das Korrosionsprodukt zurückgehalten wird und hierdurch ein schnelles Fortschreiten der Korrosion an diesen Stellen verursacht. Ob diese Erklärungen für die Erscheinung der Korrosionsverstärkung unter den Salzschichten, die in vielen Fällen auffällig hervortritt, richtig sind, muß jedoch noch dahingestellt bleiben; es können vielleicht auch noch andere, rein chemische Ursachen, zur Erklärung herangezogen werden. Diesen Punkt muß man jedenfalls als heute noch unaufgeklärt bezeichnen.

Die Frage, wie die metallischen Werkstoffe vor der Korrosion am besten zu schützen sind, ist sehr schwer zu beantworten. Es zeigen sich hauptsächlich zwei Wege; der eine wäre der, das Metall mit Schutzschichten, sei es mit metallischen, sei es mit organischen, z. B. Anstrichstoffen, zu überziehen. Beides sind Mittel, die aber im allgemeinen nur über eine verhältnismäßig kurze Lebensdauer verfügen und in vielen Fällen nicht genügende Widerstandsfähigkeit gegen korrodierende Einflüsse besitzen. Die andere Möglichkeit bestünde darin, den Werkstoff durch Legieren mit anderen Metallen elektrochemisch so zu veredeln, daß die neue Legierung nur noch eine geringe Lösungstension zeigt, praktisch also nicht mehr in Lösung geht.

Dieser letztere Weg ist z. B. beim Chrom- oder beim Chromnickelstahl beschritten worden, allerdings unter Preisgabe mancher physikalischer Eigenschaften des Materials und vor allem auf Kosten des Preises. Der sicherste Weg, um den Forderungen der Technik einigermaßen gerecht zu werden, ist demnach der, die einzelnen Materialien genau kennenzulernen, und zwar unter den verschiedensten chemischen Bedingungen. Denn nur so wird es möglich sein, von Fall zu Fall entscheiden zu können, welches Material unter den gegebenen Umständen die größte Sicherheit bietet.

Ein für alle chemischen Bedingungen geeignetes Material, wie es in annähernd idealem Maße das Platin ist, wird auch durch die Herstellung von Legierungen wohl nur schwer gefunden werden können. So versagt z. B. die Unangreifbarkeit des Chromnickelstahls gegen Einwirkungen der Salzsäure und Schwefelsäure. Legierungen von Eisen, Chrom und Kobalt, welche auch gegen diese Agentien beständig sein würden, schließen wiederum durch ihre mechanischen Eigenschaften, also durch ihre übergroße Härte und schwere Bearbeitbarkeit, wenigstens vorerst eine weitgehende technische Anwendbarkeit aus.

Die Verhältnisse liegen demnach heute noch so, daß sich die Anforderungen, welche hinsichtlich des Korrosionsschutzes die Technik stellt, oft genug nur in be-

schränktem Maße befriedigen lassen, und daß manche aussichtsreichen Pläne lediglich aus Gründen der Materialfrage nicht zur Ausführung gelangen können.

[A. 243.]

## Die Temperatur des aus einer Lösung entwickelten Dampfes.

Mitteilung aus dem Laboratorium der Anorganischen Abteilung der Aktien-Gesellschaft für Anilin-Fabrikation, Wolfener Farbenfabrik, Wolfen (Kr. Bitterfeld).

Von Dr. E. REISSMANN.

(Eingeg. 13.6. 1924.)

Als Faraday 1822 die Behauptung aufstellte, daß der Dampf aus einer Lösung stets mit 100° entwiche, erstand ihm sofort ein Gegner in Gay-Lussac, der eine Dampftemperatur gleich der Temperatur der Lösung forderte. Der Streit ging seitdem hin und her<sup>1)</sup> und der neuerdings besonders von Schreber in verschiedenen Veröffentlichungen vertretene Faraday'sche Standpunkt ist stark angegriffen worden.

Die Schwierigkeit einer experimentellen Prüfung des Problems liegt darin, daß sich infolge der geringen spezifischen Wärme des Dampfes bei falscher Apparatur leicht durch Wärmeabgabe eine zu tiefe Temperatur, wie anderseits auch durch Wärmeaufnahme eine zu hohe Temperatur im Dampfraume einstellt.

### A. Neue Untersuchungen.

Aus diesem Grunde wurde bei den folgenden Untersuchungen nicht, wie bei allen bisher von anderer Seite ausgeführten Versuchen, die Temperatureinstellung von Lösung und Dampf an einem einzelnen Zeitpunkt festgestellt, sondern es wurde der gesamte Temperaturverlauf beobachtet und in graphische Darstellung gebracht. Hierbei zeigte sich das Wesen der Untersuchung eindeutiger, und es ließen sich viel sicherere Schlüsse ziehen als bei Einzelablesungen. Da die Versuche auf diese Art längere Zeit dauerten, war natürlich nicht zu vermeiden, daß infolge der Verdampfung des Wassers aus der Lösung, der Siedepunkt derselben allmählich anstieg, eine Erscheinung, die das Prinzip des Versuches jedoch nicht berührt.

Als zweckmäßig wurde eine Apparatur gewählt, die der von Knoblauch und Reiher<sup>2)</sup> verwendeten im wesentlichen gleicht. Sie ist in Fig. 1 dargestellt. Als Strahlungsschutz diente indessen nicht ein Neusilberzylinder, sondern ein starkwandiges Glasrohr G. Die Messung der Temperatur geschah mit Silberkonstantelementen durch Kompensation. Die Ablesung hatte eine Genauigkeit von 0,01 Millivolt = etwa 0,2°. Als Lösung wurde eine wässrige Lösung von Calciumchlorid verwendet. Vor Beginn des Versuches wurde das Bad auf über 100° erwärmt, so daß an dem Thermometer II eine Kondensation des Dampfes nicht eintreten konnte. Nach Beendigung der Versuche wurde das Thermometer mit Wasser abgespült und durch Silbernitrat auf Calciumchloridfreiheit geprüft (vgl. Knoblauch u. Reiher l. c.).

Vorversuch zur Feststellung der Wärmestrahlung des Bades B durch den ruhenden Luftraum L und das Glasrohr G auf den das Thermometer II umspülenden Dampfstrom. Die Lösung wurde bis zum Siedepunkt von 120°, das Ölbad auf etwa 140° erhitzt. Nach 10 Minuten (siehe Fig. 2) wurde das Sieden unterbrochen, so daß die Temperatur im Dampfraum

<sup>1)</sup> Vgl. Literaturzusammenstellung bei Schreber, Z. techn. Physik 1923, 19.

<sup>2)</sup> Knoblauch u. Reiher, Z. techn. Physik 1923, 432.

allmählich stieg. Nach 20 Minuten wurde die Lösung wieder zur Dampfentwicklung gebracht. Die Temperatur im Dampfraum sank darauf sofort rasch herunter. Obwohl also der Luftpantel, das Rohr G, wie auch das Thermoelement II bis auf 140° vorgeheizt waren, zeigt der plötzliche Temperaturabfall, daß die von Schreber bemängelte „Wärmestrahlung durch den ruhenden Luftraum nur gering ist. Daß sich die

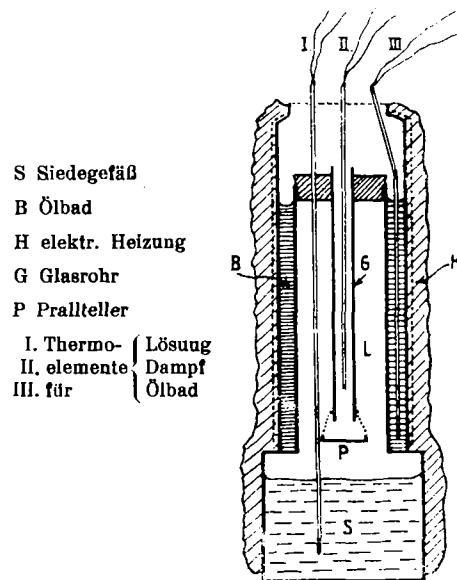


Fig. 1.

Dampf temperatur trotzdem noch etwas höher als die Lösungstemperatur einstellt, wird bei den folgenden Versuchen besprochen werden.

1. Versuch. Die Lösung wurde im Sieden erhalten, die Temperatur des Bades allmählich gesteigert. Es ergab sich ein Temperaturbild wie in Fig. 3.

2. Versuch. Die Lösung des Bades wurde im Sieden erhalten, die Temperatur des Bades wurde gesenkt. Es ergab sich Temperaturverlauf nach Fig. 4.

Die Erklärung für die gemessenen Dampftemperaturen kann nur die folgende sein: Liegt die Badtemperatur tiefer als die Lösungstemperatur, so ist die Temperatur

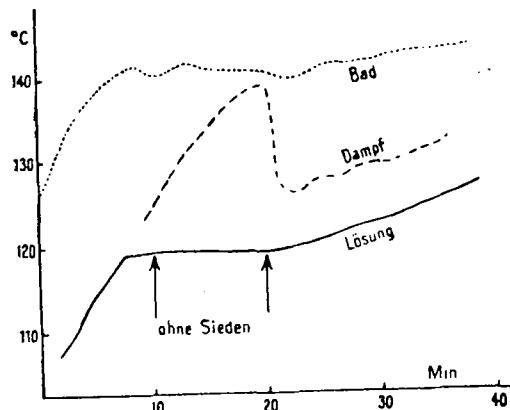


Fig. 2.

des Dampfes heißer als die des Bades, also muß der Dampf ursprünglich eine heißere Temperatur haben als das Bad, an das er einen Teil seiner Wärme abgibt. Liegt die Badtemperatur höher als die der Lösung, so ist die Dampf temperatur heißer als die Lösung. Der Dampf wird durch das Bad auf eine mittlere Temperatur angeheizt.

Der Umstand, daß die drei Kurven nahezu einen Schnittpunkt bilden, deutet darauf hin, daß der Dampf — wenn durch ein ebenso heißes Bad eine Wärmeabgabe verhindert wird — tatsächlich die Temperatur der Lösung

hat. Trotzdem zeigte sich bei Versuchen analog Versuch 1 stets beim Schnittpunkt der Bad- und Lösungskurve eine um etwa 1—2° tiefere Dampf temperatur, anderseits bei Versuchen analog Versuch 2 am gleichen Schnittpunkt eine um etwa 1° höhere Temperatur im Dampfraum. Der Grund hierfür konnte in einem „Nachhinken“ des Thermometers liegen, das seine Ursache in dem raschen Ansteigen oder Fallen der Temperaturen hatte, so daß sich das Thermometer im Dampfraum nicht schnell genug einstellte. Da indessen durch die allmähliche Erhöhung der Lösungstemperatur infolge der Ver-

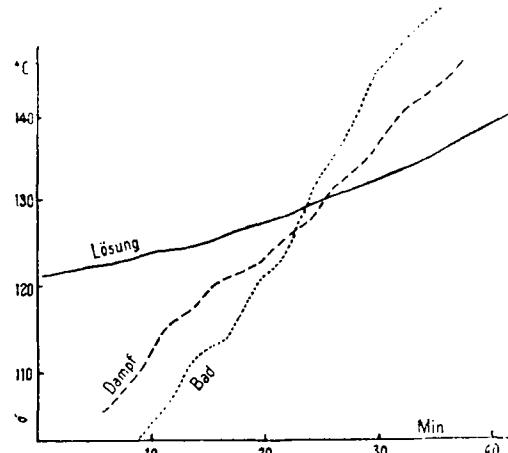


Fig. 3.

dampfung des Wassers schon das Ansteigen einer Temperaturkurve gegeben war, wurde im

3. Versuch die Temperatur des Bades konstant gehalten. Temperaturverlauf in Fig. 5.

Bei diesem Versuch wurde der Schnittpunkt der drei Kurven einwandfrei bis auf 0,3° (Fehlertoleranz der Temperaturmessung 0,2°!) genau festgestellt. Bad n. Lösung 128,7°, Dampf 128,4°. Selbst wenn man alle Ursachen einer „gefälschten Messung“ für möglich halten sollte, wie sie besonders Schreber durch Spritzer aus der Lösung und Wärmestrahlung durch das Bad anführt, wäre doch nicht eine so völlige experimentelle Übereinstimmung zu erzielen, wenn der Dampf ursprünglich 100° haben sollte.

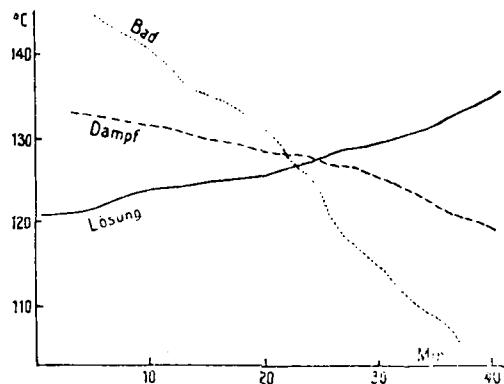


Fig. 4.

Schließlich wurde noch ein weiterer

4. Versuch ausgeführt. Derselbe sollte zeigen, welche Temperatur ein Dampf, der tatsächlich 100° hat, unter den gleichen Bedingungen in der gleichen Apparatur annimmt. Statt einer Chlorcalciumlösung wurde destilliertes Wasser in das Siedegefäß gegeben. Den Temperaturverlauf stellt Fig. 6 dar. Bei beispielsweise 128° Badtemperatur zeigte das Dampfthermometer 107°.

Wenn also der Dampf aus Chlorcalciumlösung im 3. Versuch auch mit 100° entweicht, wie könnte man dann die dort gefundene Temperatur von 128,4° im Dampfraum bei einer Badtemperatur von 128,7° erklären?

Aus dem 4. Versuch ergibt sich noch eine weitere Folgerung: Der Dampf von  $100^{\circ}$  wird durch die doch immerhin nur teilweise stattfindende und zeitlich kurze Berührung mit der heißen Wand des Ölbades auf  $107^{\circ}$  erwärmt. Dagegen sollte der Dampf, der sich in einer  $128^{\circ}$  heißen Lösung entwickelt, trotz seiner anfangs molekularen Berührung mit der Lösung mit  $100^{\circ}$  entweichen? Hieraus ergibt sich die volle Berechtigung der von Gay-

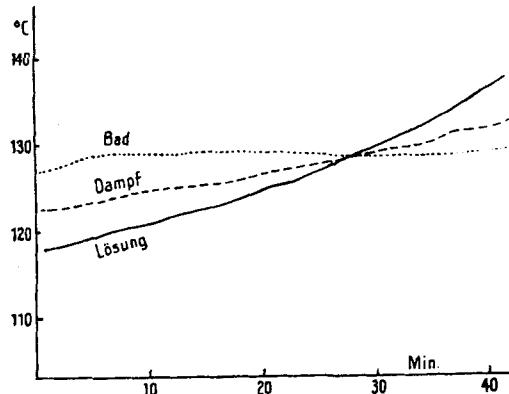


Fig. 5.

Lussac auf Grund der „unendlich benachbarten Schichten“ aufgestellten Schlusfolgerung, daß der Dampf nur die Temperatur der Lösung haben kann.

Schließlich ergibt das Temperaturbild der Fig. 6 noch folgendes:

Die Temperaturkurven verlaufen völlig analog den in den vorhergehenden Versuchen erhaltenen Kurven. Eine Abweichung tritt nur insofern ein, als bei einer Temperatur des Bades von weniger als  $100^{\circ}$  der Dampf nicht eine Temperatur zwischen  $100^{\circ}$  und der Badtemperatur zeigt, da ja der sich am Bad abkühlende Dampf kondensiert. Aus dem gleichen Grunde zeigt das Dampfthermometer, auch nachdem die Badtemperatur bereits etwas über  $100^{\circ}$  gestiegen ist, noch eine Zeitlang  $100^{\circ}$ , ehe es zu steigen beginnt. Bei Beginn des Ver-

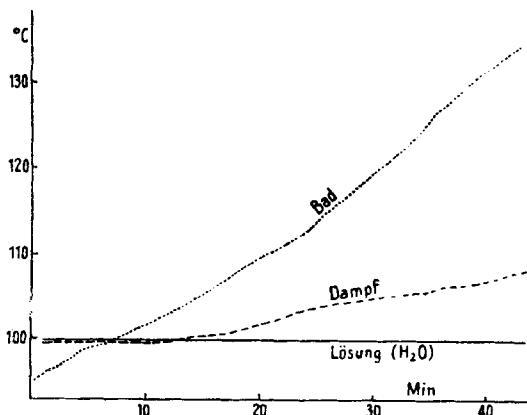


Fig. 6.

suchs hat sich natürlich etwas Wasser am Thermometer kondensiert, das erst durch den vom Bad auf über  $100^{\circ}$  erhitzten Dampf verdampft werden muß, ehe das Thermometer die tatsächlich höherliegende Temperatur des Dampfes anzeigen kann. Abgesehen von diesen ohne weiteres erklären Abweichungen zeigt der Temperaturverlauf aber das grundsätzlich gleiche Bild: einen Schnittpunkt der drei Kurven bei der Temperatur des entweichenden Dampfes, also  $100^{\circ}$ .

Hieraus ergibt sich eine weitere Stütze für die Behauptung bei Fig. 3, 4 und 5, daß der Schnittpunkt der drei Kurven die Temperatur des Dampfes, wie er sich aus der Lösung entwickelt, anzeigt.

I. Der Verlauf der experimentell festgestellten Temperaturkurven von Lösung, Wärmeschutzbade und Dampf zeigt folgendes:

- Bei kälterer Badtemperatur als Lösungstemperatur liegt die Dampftemperatur zwischen beiden, d. h. also höher als die Temperatur des Bades.

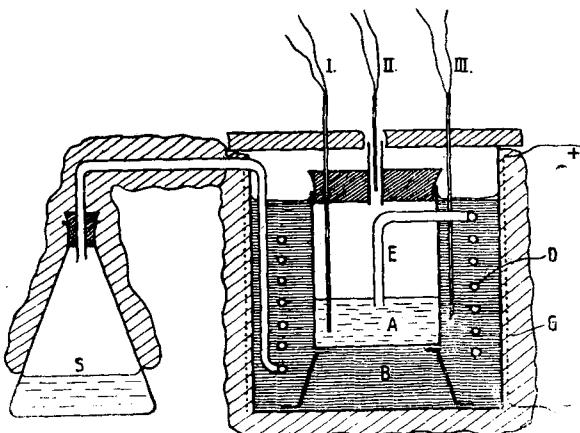


Fig. 7.

- Bei heißerer Badtemperatur als Lösungstemperatur liegt die Dampftemperatur zwischen beiden.
- Die drei Kurven schneiden sich in einem Temperaturpunkte.

II. Bei Verwendung von Wasser statt einer Lösung ergab sich:

- Die Dampftemperatur liegt bei sonst gleichen Versuchsbedingungen wie vorher nur wenig über  $100^{\circ}$ .
- Das Kurvenbild ist völlig analog dem bei Verwendung einer Lösung erhaltenen: Der Schnittpunkt

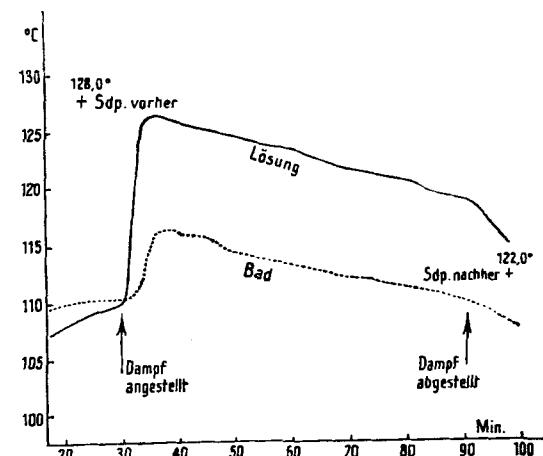


Fig. 8.

der drei Kurven ergibt die Temperatur des entwickelten Dampfes.

- Die Erwärmung eines Dampfes von  $100^{\circ}$  in der Apparatur auf einige Grade über  $100^{\circ}$  bestätigt die Behauptung, daß der Dampf bei seiner Entwicklung in unendlich benachbarten Schichten die Temperatur der Lösung haben muß.

Durch die Versuche ergibt sich der einwandfreie Beweis des Satzes:

Der aus einer Lösung entwickelte Dampf besitzt die Temperatur der Lösung.

### B. Entgegnungen zu Schrebers Veröffentlichungen.

Schreber sucht in seiner Veröffentlichung in der Zeitschrift für physikalische Chemie 1923, S. 24 ff. die *Faraaday'sche 100°-Theorie* auch aus allgemein anerkannten Tatsachen und Sätzen abzuleiten. Er schreibt hierbei:

„Wasserdampf kann bei Atmosphärendruck bestehen, sobald er 100° warm ist. Es liegt deshalb kein Grund vor, warum er nicht mit 100° aus der Lösung entstehen soll, sondern erst, wenn er überhitzt ist.“

Wenn Dampf erst oberhalb 100° bestehen kann, so ist dies jedoch kein Beweis, daß er mit 100° entstehen muß. Mit gleicher Berechtigung könnte sonst Schreber sagen: Es liegt deshalb kein Grund vor, weshalb nicht jede Lösung bei 100° sieden soll — eine Schlussfolgerung, die den Tatsachen nicht entspricht. Für die Entstehung von Dampf ist es dagegen maßgebend, daß der Dampfdruck in der Lösung den Druck über der Lösung erreicht. So hat z. B. eine Calciumchloridlösung vom Siedepunkt 110,5° (42 g  $\text{CaCl}_2$  in 100 g  $\text{H}_2\text{O}$ ) bei 100° nur 620 mm Dampfdruck und erreicht erst bei

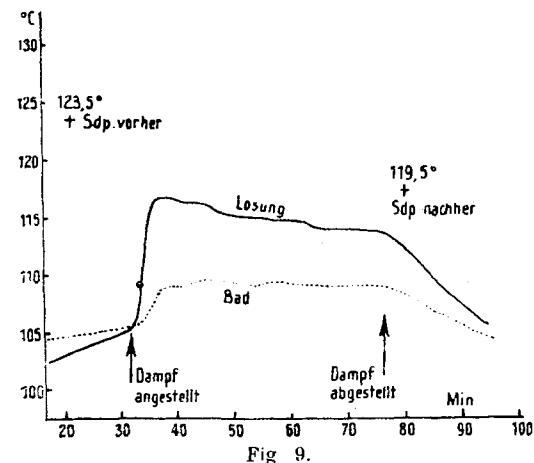


Fig. 9.

110,5° den Druck von 760 mm, d. h. sie siedet. Diese Überlegungen führen zu folgendem Versuch:

5. Versuch. Die Apparatur ist aus Fig. 7 ersichtlich, der Temperaturverlauf aus Fig. 8. In das Gefäß A wurden etwa 100 ccm einer Calciumchloridlösung vom Siedepunkt 128° gegeben (95 g Calciumchlorid in 100 g Wasser). Hierauf wurde das Ölbad B durch die elektrische Heizung C auf etwa 110° erhitzt. Nachdem sich nach 30 Minuten die Temperaturen ausgeglichen hatten, die Apparatur also gleichmäßig auf etwa 110° erhitzt war, wurde das Wasser im Siedegefäß S zum Kochen gebracht. Der entweichende Dampf wurde in der Kupferschlange D auf 110° vorgewärmt und so durch Rohr E in die Lösung eingeblasen. Sofort stieg die Temperatur der Lösung im Gefäß A steil an. Dadurch trat ein Wärmefluß vom Lösungsgefäß A nach dem Ölbad B ein. Jetzt wurde der Heizstrom in C verringert, jedoch nur soweit, daß die Temperatur des Bades dauernd über 110° blieb, um mit Sicherheit eine Kondensation von Dampf durch Abkühlung unter 100° zu vermeiden. Daß dies gelang, wurde im abströmenden Dampf durch das Thermometer II kontrolliert, das während des ganzen Versuches über 100° zeigte. Nach Beendigung des Versuches war der das Gefäß A abschließende Kork — abgesehen von einigen Spritzern der Chlorcalciumlösung — völlig trocken. Nach 90 Minuten wurde das Sieden im Gefäß S unterbrochen, worauf sich Lösungs- und Badtemperatur ausgleichen. Die Lösung hatte am Ende des Versuches um etwa ein Drittel ihres Volumens zugenommen, d. h. es waren etwa 30 ccm Wasser kondensiert worden. Der Siedepunkt der Lösung war von 128° auf 122° gesunken.

Obwohl eine Calciumchloridlösung vom Siedepunkt 128° mehr Wasser enthält, als der Formel  $\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$  entspricht, wurde — um Einwendungen zu entgehen — der Versuch mit einer Ammoniumnitratlösung wiederholt.

6. Versuch. Lösung von Ammoniumnitrat mit einem Siedepunkt von 123,5°. Der Temperaturverlauf ist aus Fig. 9 ersichtlich. Die Lösung hatte nach Beendigung des Versuches einen Siedepunkt von 119,5°, es waren etwa 29 g Wasser kondensiert worden.

Diese Untersuchungen gleichen im Prinzip einem von Schreber beschriebenen Versuch (l. c. S. 24): Bringt man ein Thermometer, an dessen Quecksilberkugel durch einen Papierstreifen etwas Ammoniumnitrat befestigt ist, in einen Dampfraum, so steigt das Thermometer rasch auf 120° oder noch höhere Temperaturen. Schreber bemerkt hierzu, daß in dem vorliegenden Falle Wärme von Orten kälterer zu Orten wärmerer Temperatur übergehe. Dies widerspricht aber dem Satz von Carnot-Clausius, dem Schreber deshalb eine andere Fassung geben muß unter Zuhilfenahme der Gesetze der Osmose.

Daß die Arbeit des osmotischen Druckes nicht zur Erklärung herangezogen werden kann, beweist folgender Versuch:

7. Versuch. Ein Gefäß mit Wasser und ein Gefäß mit einer Ammoniumnitratlösung werden in einem Wasserbad auf 100° erwärmt. Beim Zusammengießen beider Lösungen tritt eine Abkühlung (!) ein, es wurden z. B. 92° Mischtemperatur gemessen.

Die angeführten Versuche Nr. 5—7 führen auf die richtige Deutung der Tatsachen. Bei den Versuchen 5 und 6 treten zwei Beobachtungen auf, die auf den ersten Blick ohne Erklärung erscheinen:

1. In einem System, das gleichmäßig (z. B. auf 110°) erwärmt ist, wird plötzlich ein höheres Wärmepotential (beispielsweise 120°) erzeugt.
2. In einem System, das eine Temperatur über 100° hat, wird bei Atmosphärendruck Wasser kondensiert.

Beide Erscheinungen sind jedoch wie folgt ohne Abweichung von bisher erkannten Sätzen zu erklären: Die auf 110° erhitze Lösung hat einen Dampfdruck von — beispielsweise — 600 mm. Der eingeblasene auf 110° überhitze Dampf hat einen Dampfdruck von 760 mm. Infolgedessen ist der Dampf im Überdruck, das System ist instabil und es tritt eine Kondensation ein. Bei dieser Kondensation werden aber 600 cal. pro 1 kg Wasser frei. Diese Calorien rufen die Erwärmung der Lösung hervor. Für den theoretischen Fall, daß eine Wärmeabgabe nach außen hin völlig verhindert ist, würde sich die Lösung bis zu ihrem Siedepunkt erwärmen — eine Tatsache, die längst bekannt ist. Ist dieser Siedepunkt erreicht, dann beträgt der Dampfdruck in der Lösung ebenfalls 760 mm, und eine weitere Kondensation von Dampf kann nicht mehr stattfinden. Wird aber wie bei den vorstehenden Versuchen 5 und 6 die Wärme dauernd entzogen, so geht die Kondensation weiter vor sich, die Lösung wird verdünnt. Der Versuch 7 zeigt deutlich, daß die Erwärmung der Lösung nur bei Zugabe von Wasser in Dampfform, nicht aber bei Zugabe von Wasser in flüssigem Zustand eintritt, womit die Wärmeentwicklung auf freiwerdende Kondensationswärme zurückgeführt ist, nicht aber wie Schreber annimmt, auf einen Wärmefluß von Orten kälterer Temperatur nach Orten wärmerer Temperatur unter dem Einfluß der Osmose.

Schließlich sei noch auf die Annahme Schrebers, daß der aus einer Lösung entweichende Dampf 100° besitzt, da der osmotische Druck zu überwinden sei, folgendes erwidert. Als halbdurchlässige Wand im Sinne der Osmose bezeichnet Schreber die „freie Oberfläche einer Lösung“, da diese wohl Wasser, nicht aber das gelöste Salz auswählend hindurchlässe. Demgegenüber muß darauf hingewiesen werden, daß der Dampf nicht an der Oberfläche entsteht, sondern hauptsächlich am

Boden des Gefäßes oder in der Lösung selbst. Im Augenblick der Entstehung einer Dampfblase ist aber zunächst noch keine Oberfläche vorhanden. Der Dampf entsteht, und nachdem er gebildet ist, tritt erst sekundär eine Oberfläche auf, auf die Schreber rückwirkend die Gesetze der Osmose anwenden will.

Es sei noch hinzugefügt, daß die Versuche 5—7 über die Temperatur des aus einer Lösung entwickelten Dampfes nichts auszusagen vermögen. So würde z. B. der Versuch 6 mit einer Lösung vom Siedepunkt 123,5° in der oben beschriebenen Weise verlaufen, gleichgültig, ob Faradays oder Gay-Lussacs Ansicht zu Recht besteht.

Diese Arbeiten wurden mit Unterstützung von Dr. R. Fuchs ausgeführt.

#### Zusammenfassung.

1. Die von Schreber angeführten allgemeinen Überlegungen zur Begründung der Faraday'schen Behauptung wurden widerlegt, und die von ihm angeführten experimentellen Tatsachen konnten durch neue Versuche in Übereinstimmung mit allen bisher erkannten, allgemeinen Gesetzen erklärt werden.
2. Durch neue Versuche wurde der experimentelle Beweis erbracht für die Richtigkeit des Satzes: Der aus einer Lösung entwickelte Dampf hat die Temperatur der Lösung.

[A. 159.]

## Über die Ausmittelung eines Pflanzenschutzmittels und seine fungizide Bewertung.

Erwiderung von Dr. E. W. SCHMIDT, Hannover.

(Eingeg. 31.7. 1924.)

Zu dieser Arbeit in Nr. 19 vorliegender Zeitschrift bemerkt in Nr. 29 dieser Zeitschrift Dr. Kotte vom Freiburger Weinbau-Institut, er müsse sie in einem Punkte ergänzen, und zwar darin, daß es dringend erforderlich sei, „daß man die Giftwirkung eines Mittels im Laboratorium an dem gleichen Schädling prüft, gegen den es in der Praxis verwendet werden soll“. Dr. Kotte hat offenbar übersehen, daß ich diese Forderung schon selbst in meiner Arbeit aufgestellt habe, indem ich bemerke (S. 269, 1. Spalte), „sofern der oder die Pilze, gegen welche das zu prüfende Mittel sich richten soll, kultivierbar sind und Sporen bilden (z. B. Monilia, Fusicladium, Gloeosporium usw.), so wird der praktische Giftwertversuch außerdem auch noch mit den Sporen derartiger Pilze selbst vorgenommen, wodurch die Festlegung der Wertziffer natürlich noch an Bedeutung gewinnt“. Dieses besagt selbstverständlich gleichzeitig, daß, falls der Pilz nicht kultivierbar ist, aber die Sporen zu den Versuchen zu verwenden sind (wie etwa Peronospora und Oidium), daß dann auch diese zu benutzen sind.

Im übrigen muß ich aus der weiteren Stellungnahme Kottes ersehen, daß meine Ausführungen in der obengenannten Arbeit mißverständlich aufgefaßt werden können. Da ich anderseits Wert darauf lege, daß meine Methoden die richtige Nutzanwendung finden, so sei noch folgendes bemerkt:

Die Wahl von Botrytis als Testpilz geschah nach sorgfältiger Überlegung und nach Durchprüfung von mehr als einem Dutzend verschiedener sporenbildender Pilze, unter diesen auch Parasiten wie Fusicladium, Nectria, Monilia, Septoria. Die entgegengehaltenen Peronosporasporen wurden als für die vorgesehenen Zwecke ungeeignet verworfen, das gleiche gilt für die verwandte Phytophthora, weil beide Pilze in ihrem eigenartig gebauten Sporenmaterial zu empfindlich sind. Gerade was

Kotte hervorhebt, den fungiziden Wert eines Mittels nicht zu unterschätzen, wollte ich vermeiden. Der Erreger der Peronosporakrankheit des Weins und der Erreger der Phytophthorakrankheit der Kartoffel sind zwei in der Praxis des Pflanzenschutzes vorkommende, verhältnismäßig leicht zu bekämpfende Ausnahmen infolge des Baues ihrer Infektionsorgane, der sogenannten Zoosporen, die, weil unbehäutete, nackte Protoplasmaklümpchen darstellend, überaus anfällig selbst gegen Spuren von Giften, i. e. von Kupfer, sind. Die überwiegende Mehrzahl sämtlicher anderer für die große Praxis des Pflanzenschutzes bedeutsamen pilzlichen Krankheitserreger haben aber behäutete Sporen und sind daher wesentlich resistenter gegen die zu ihrer Bekämpfung herangezogenen Mittel. Das Testobjekt also für die Bewertung eines Mittels als Fungizid muß so beschaffen sein, daß es mit höchster Wahrscheinlichkeit resistenter ist, als sämtliche in Frage kommenden pilzlichen Erreger von Pflanzenkrankheiten, so daß die Überprüfung eines Mittels im Laboratorium an dem besonders resistenten Testobjekt die Sicherheit gibt, daß es erst recht wirken wird gegen die weniger resistenten Sporen, gegen die es zur Anwendung gelangen soll. Da man, wie ich ja vorschreibe, sofern man die betreffenden Sporen erlangen kann, an diesen die Giftwertigkeit in Beziehung zu Botrytis kontrollieren soll, so werden auch Fehlschlüsse vermieden. Kotte scheint mir das Ganze zu sehr vom Standpunkte des Weinbaues anzusehen. Für den unbeeinflußt Eingestellten ist es aber klar ersichtlich, daß z. B. der Wert der Kupferkalkbrühe für die Bekämpfung der Peronospora durch die Feststellung der relativen Wertigkeit dieses Mittels gemessen an Botrytis, gar nicht berührt wird.

Meine Methode gibt den Wert eines Pflanzenschutzmittels in Beziehung zu Botrytis an, zu einem Pilze mit den Eigenschaften der Infektionsorgane (Sporen), die denjenigen der bei weitem überwiegenden Mehrzahl aller pilzlichen Erreger von Pflanzenkrankheiten entsprechen. Und da diese Sporen von Botrytis als besonders resistent sich erwiesen haben, läßt die Wirksamkeit eines Mittels gegenüber diesen Sporen auch den sicheren Rückschluß zu auf die voraußichtliche Wirksamkeit gegenüber anderen Sporen. Nur so ist es überhaupt möglich, nämlich in Beziehung zu einem bestimten Testobjekt, das jederzeit überall in jedem Laboratorium bereitgehalten werden kann, schnell zu exakten Normierungen zu gelangen, die vor großen Zeitverlusten und Irrwegen bewahren. Wenn die Bordeauxbrühe, deren Bewertung nach dieser Methode von Kotte beanstandet wird, gegen die Zoosporen von Peronospora wesentlich wirksamer ist, so kann das die Allgemeinbewertung der Kupferkalkbrühe, bezogen auf Botrytis, als Testobjekt für die Mehrzahl der pilzlichen Krankheitserreger nicht ändern. Und es wäre falsch, durch die Wirksamkeit der Bordeauxbrühe in der Praxis des Weinbaues bei der Bekämpfung der Peronospora diesen eklatanten Einzelfall höchster Giftigkeit sich in der richtigen Bewertung der Kupferkalkbrühe beeinflussen zu lassen.

Ich hege die Hoffnung, mit diesen Methoden die Möglichkeit gegeben zu haben, Pflanzenschutzmittel im Laboratorium soweit auszumitteln (was bisher ausgeschlossen war), daß der Freilandversuch, der selbstverständlich unerlässlich ist und von mir auch deshalb natürlich verlangt werden muß zur Überprüfung der Richtigkeit des laboratoriumsseitig gefundenen voraußichtlichen Wirkungswertes (wie ich den erhaltenen Wert ausdrücklich bezeichnet habe), keine „Enttäuschungen“ bringt, sondern vielmehr die im Laboratorium gefundene Wirksamkeit in praxi auch im wesentlichen bestätigt.

[A. 180.]