

Die Chemie wird ein Chaos, wird der Atomisierung weiter Vorschub geleistet. Prinzipiell betrachtet ist unter diesen Gesichtspunkten die Reform der Schulen, die auf Spezialisierung, sei es auch verhältnismäßig allgemeiner Art, hinzielt, zu verwerfen. Es ist ferner zu verwerfen die Möglichkeit des Universitätsstudiums durch Abschlußprüfung von Schulen, deren Leistungen stets geringer werden oder die spezialisiert sind. Es sei daran erinnert, daß vor drei Jahrzehnten zum Universitätsstudium das Abiturientenexamen eines humanistischen Gymnasiums gehörte, eine Reservation, die heute im wesentlichen preisgegeben ist.

Bei dieser Einstellung darf nicht gefolgert werden auf Rückständigkeit bei der Betrachtung neuzeitlicher Entwicklung. Es soll nur darauf hingewiesen werden, daß unter dem Einfluß Amerikas und zuletzt unter dem Einfluß des verlorenen Krieges und seiner Nachwirkungen, Wege beschritten worden sind, die letzten Endes zu einer „Amerikanisierung“ führen müssen, wobei man nicht bedenkt, daß die Amerikaner sich mit Erfolg bemühen, unsere Bildungseinrichtungen nach Amerika zu verpflanzen und zu verbessern, um so selbst von der Amerikanisierung loszukommen. Das Postulat kann gerade angesichts der unerhörten Fülle der Erscheinungen keineswegs sein, als Zusammenfassung auf möglichst einfache Formeln im Unterricht, und erst nach vollendetem Unterricht in Schule und Universität Spezialisierungen, die nur auf allgemeiner Grundlage wirkungsvoll gedeihen können, und auch die Fortbildung im Unterricht möglichst von allem Spezialisiertem fernzuhalten und das Allgemeinste in den Vordergrund zu rücken. Das humanistische Gymnasium ist in dieser Hinsicht naturgemäß die beste Grundlage, weil es in der Lage ist, Unterricht auf allgemeinster Grundlage zu erteilen, ohne daß damit gesagt sein soll, daß das humanistische Gymnasium in praxi unbedingt ein Ideal sein muß. Es hängt auch hier die Wirkung dieser menschlichen Einrichtung von den Personen ab, die sie benutzen und die sie betreiben, und es soll ausdrücklich gesagt werden, daß es auch von der Geistesrichtung des Schülers abhängt, ob er auch ohne humanistisches Gymnasium „Humanist“ werden kann und wird.

Jede Schule, die ihr Augenmerk auf allgemeine Geistesbildung richtet, würde demgemäß das humanistische Gymnasium ersetzen können.

Das gleiche, was hier für die Schule gesagt ist, gilt auch für das Universitätsstudium. Auch hier ist zu verhindern, daß während der ersten 6–8 Semester eine Spezialisierung einsetzt, da nur auf allgemeinster wissenschaftlicher Grundlage eine spätere Spezialisierung das handwerkliche vermeiden kann.

Daß der Wert des Unterrichtes an der Universität im übrigen genau so wie in der Schule von Personen abhängt, ist selbstverständlich (und es soll hier daran erinnert werden, daß nicht immer ein großer Forscher und Gelehrter auch ein großer Pädagoge zu sein braucht. Über dieses Thema ist schon so oft diskutiert worden).

Diese Ausbildung auf allgemeinster wissenschaftlicher Grundlage soll verhindern, daß dem Studenten die Zusammenhänge verlorengehen. Um diese Zusammenhänge aufrechtzuerhalten, dazu gehört auch ein Unterricht in Geschichte der Chemie. Aber nicht nur eine solche Geschichte, in der die einzelnen Daten großer Erfindungen und großer Gelehrter, ähnlich wie Schlachtentage und Regierungsdaten in der Staatengeschichte, sondern eine Geschichte der Wissenschaft, in der die Entwicklung der Wissenschaft als solche, die Entwicklung ihrer Theorien, ihrer Hypothesen, kurz die Geisteswissenschaft der Chemie gelehrt wird.

Es wird mit Recht eingewandt werden können, daß diesen Unterricht zu erteilen wohl kaum jemand berufen sein wird, da das Gebiet ein so großes ist. Dem könnte dadurch abgeholfen werden, daß die einzelnen Lehrer im Verlauf ihrer Vorlesungen oder an sie anschließend eine geisteswissenschaftliche Geschichte der Teile der Chemie bieten, die ihre Spezialgebiete sind oder diesen Spezialgebieten benachbart sind. Es wäre sehr gut möglich, daß auf dieser Grundlage auch eine geisteswissenschaftliche Geschichte der Chemie geschrieben werden könnte, in der als Schlußkapitel alle die Einzeldarstellungen zusammengefaßt werden würden. Erst wenn so

die Stellung der Chemie als Wissenschaft bei den Studenten gefestigt dasteht, erst dann soll die Spezialisierung auf dem Gebiet erfolgen, auf dem er später tätig sein will oder muß. Da diese Spezialgebiete immer enger werden, so ist eine vorhergehende allgemeine wissenschaftliche Bildung um so notwendiger.

Die über die Frage der Ausbildung in der Chemie in der Zeitschrift für angewandte Chemie erschienenen zahlreichen Aufsätze enthalten unzweifelhaft Anklänge an diese oben gestellten prinzipiellen Forderungen. Es sei insbesondere an die Aufsätze von Walden und Binz erinnert. Es erscheint aber notwendig, mit aller prinzipieller Schärfe das Problem aufzurollen.

[A. 255.]

Die Farbmesser nach Ostwald zur Beurteilung der Malzwürzen.

Von F. MĚŠTAN.

Institut für Gärungsindustrie bei der böhmischen technischen Hochschule Brünn.

Vortrag auf der Hauptversammlung des Vereins deutscher Chemiker in Kiel in der Fachgruppe für Gärungsschemie.

(Eingeg. 8. Juni 1926.)

Mit der Bestimmung der Farbe des Malzes resp. der Malzwürzen befaßten sich in letzter Zeit Lampe, Bermann, Laufer und Thomas, insbesondere mit Bezug auf die Bestimmungsmethode von Bermann. Es ist nicht erforderlich, die Gründe anzuführen, weshalb eine Regelung der Art der Bestimmung der Farbe des Malzes und der Malzprodukte notwendig ist. Zahlreiche fachliche Publikationen und unsere eigenen Erfahrungen sind der maßgebendste Beweisgrund.

Man gelangt, wenn auch langsam, so doch zu immer größerer Vollkommenheit in der Methodik der Farbenbestimmung. Die ursprünglich verwendete Jodlösung wurde wegen deren Unbeständigkeit von den Farbstofflösungen nach Brandt verdrängt, und gegenwärtig wird erwogen, diese ebenfalls unbeständigen und oft von der Farbe des Jodes und der Würzen verschiedenen Lösungen durch mineralische Lösungen zu ersetzen. Solche werden aus Kobaltsulfat und Kaliumbichromat hergestellt, und wie Stádník vorschlägt, wird der Farbtone dieser Lösungen noch durch Kupfersulfat korrigiert.

Soviel kann heute schon festgestellt werden, daß die Lösungen nach Stádník besser mit dem Farbtone lichter Würzen übereinstimmen als die nach Lampe, denn sie charakterisieren besser den typischen grünlichen Ton der Würzen und haben eine größere färbende Kraft bei geringerem Verbrauch an Salzen. Die Möglichkeit der Verwendung dieser Lösung für helle und dunkle Würzen, wie auch für Farbmalze würde diese Lösung tatsächlich als eine universell anwendbare erscheinen lassen. Wie weit jedoch diese Lösungen den in sie gesetzten Erwartungen entsprechen werden, ist eine Frage der Zukunft, da insbesondere die Subjektivität der Bestimmung der Farbe, sowie auch noch andere Unzulänglichkeiten damit noch nicht beseitigt sind.

Verfolgt man die fachlichen Publikationen und Debatten, die sich mit der Farbenbestimmung befassen, so sieht man, daß viele Beschwerden und Einwendungen sich ständig wiederholen, und doch wurden diese weder gelöst noch beseitigt. Die Zusammensetzung der Lösungen, die Qualität des Glases sowie die Form der Gläschchen, weiter die Art der Farbenbestimmung selbst und Konstruktion der Colorimeter sind große Quellen von Differenzen, welche neben der subjektiven Einstellung des Beobachters einen großen Einfluß auf die richtige Bestimmung der Farbe ausüben. Und doch wird diesen Fehlern so wenig Bedeutung beigemessen. Ich habe festgestellt, daß bei

Verwendung von Fläschchen sonst gleicher Form, jedoch abweichender Stärke des Glases, Differenzen entstehen, die bis $0,05 \text{ ccm } \frac{1}{10} \text{ n-Jod}$ erreichen. Auch bei der Bestimmung der Farbe im reflektierten und direkt durchgehenden Lichte habe ich Differenzen bis $0,05 \text{ ccm } \frac{1}{10} \text{ n-Jod}$ gefunden.

Beim Vergleiche der Standardlösung mit Würzen entstehen Differenzen, wenn die Fläschchen unter oder über, rechts oder links vom Standardfläschchen gehalten werden; hier habe ich Differenzen bis $0,025 \text{ ccm } \frac{1}{10} \text{ n-Jod}$ nachgewiesen.

Da aber auch die Bereitung des als Urlösung dienen den $\frac{1}{100} \text{ n-Jodtitors}$ leicht unrichtig sein kann, so entstehen dadurch Möglichkeiten für weitere Differenzen, und diese übertragen sich dann auf die Einstellung der Farblösungen. Dabei ist nicht berücksichtigt die Differenz, welche entsteht durch die verschieden feinen Tönungen der Standardlösungen selbst. Diese Schattierungen werden gewöhnlich durch die verschiedene Qualität der Farbstoffe und durch wechselseitige Reaktionen der verwendeten Farben verursacht. Was für Differenzen zwischen den Messungen bekannter Institute vorkommen können, möge an folgendem Beispiele gezeigt werden.

Zum Zwecke gegenseitiger Kontrolle hat das Brünner Gärungsinstitut an verschiedenen Institute gewissenhaft hergestellte Durchschnittsmuster gesendet. In den Analysen wurde die Farbe der Würzen wie folgt festgestellt:

Zürich	Berlin	Brünn	München	Prag	Wien
0,20	0,18	0,175	0,175	0,15	0,225 $\frac{1}{10} \text{ n-Jod}$

Hieraus ist also ersichtlich, daß bei der colorimetrischen Bestimmung der Farbe nicht allein die theoretisch und einzeln festgestellten Differenzen wie Glas, Farbstoffe usw. in die Wagschale fallen, sondern daß zwischen zwei Laboratorien noch weit größere Differenzen entstehen können. Ich erkläre mir diese Differenzen etwa derart.

Die Ziffer, welche den Farbton einer Würze angibt, ist in erster Linie durch die große Subjektivität, manchmal mehrere Personen, sehr beeinflußt. Wenn bei colorimetrischen Bestimmungen stets Fehler gemacht werden, so ist es sehr leicht möglich, daß durch eine Addition dieser Fehler eine maximale Abweichung vom richtigen Werte entsteht, anderseits aber ist es auch möglich, daß durch gegenseitige Aufhebung der Fehler diese vollkommen beseitigt werden, und ein richtiger Befund erzielt wird. Zwischen den beiden Maxima nach oben und unten vom richtigen Werte, kann dann noch eine Reihe von Fehlerkombinationen resultieren.

Hiermit glaube ich das Bestreben, einen anderen Weg zur Bestimmung der Farben suchen zu sollen als den bisher üblichen, ausreichend begründet zu haben.

Ein solcher Weg ist der von B e r m a n n vorgeschlagene, bestehend in der Anwendung einer physikalischen Methode, die auf der O s t w a l d schen Theorie aufgebaut ist. O s t w a l d s Art der Bestimmung durch numerische Bezeichnung der Farben ist nicht nur einfach, sondern auch zweckmäßig, denn er richtet sich nach dem Grundsätze, bei der Bezeichnung der Farben nur soviel Ziffern anzuwenden, als der Genauigkeit der Messung entsprechen. Da jedoch die O s t w a l d sche Methode hauptsächlich für Zwecke der Färberei und Farbenindustrie, nicht aber für Zwecke der Gärungsindustrie ausgearbeitet wurde, so ist es selbstverständlich, daß bei Anwendung dieser Methode sich verschiedene Unzulänglichkeiten zeigten, wie dies bereits von B e r m a n n , L a u f e r und T h o m a s angegeben wurde. Soll nun diese wissenschaftlich einwandfreie Methode den Zwecken der Gär-

rungsindustrie dienstbar gemacht werden, so ist es notwendig, daß nachstehende Bedingungen erfüllt werden:

a) Die Einteilung der Grauleiter müßte so eingerichtet werden, daß diese jeder Empfindlichkeit und jedem Grade der gesuchten Konzentration entspricht.

b) Die Filter müßten den normalen Tönungen der Würzen entsprechen.

c) Alle für die Bestimmung der Farbe nach der O s t w a l d schen Theorie verwendeten Hilfsmittel müssen normalisiert werden.

Ich habe mit den Apparaten nach A d l e r , dem H a h n schen und O s t w a l d schen Farbmesser zahlreiche Messungen vorgenommen, wobei mich insbesonders nachstehende Punkte interessierten:

1. Die vorteilhafteste Art der Bestimmung;
2. die Differenzen, welche bei wiederholter Bestimmung entstehen;
3. das gegenseitige Verhältnis der erzielten Resultate bei Bestimmung der Farben von $\frac{1}{10} \text{ n-Jod}$ und Würzen;
4. Ursache dieser Differenzen;
5. gegenseitige Genauigkeit der Grauleitern, Filter und Möglichkeit der Beseitigung bestehender Mängel;
6. Eignung der angeführten Apparate für die Bestimmung der Farben von Malz und Malzerzeugnissen.

Die Messungsresultate sind außerdem abhängig von:

- a) der Konstruktion des Apparates;
- b) der Beleuchtung;
- c) der Menge der verwendeten Flüssigkeit.

Der Adlersche Apparat ist von den angeführten Apparaten der primitivste, billigste und zu einer raschen Bestimmung der Farbe geeignetste. Er hat aber keine Polarisationseinrichtung. Als notwendige Menge zur Bestimmung der Farben von Würzen habe ich die Menge von 10 ccm als geeignet gefunden, welche Menge für Farbengrade von Würzen zwischen $0,15—0,60 \frac{1}{10} \text{ n-Jod}$ ausreicht, und in dem Intervall auf der Grauleiter von $45,0—17,5\%$ Weißgehalt enthalten ist.

Der Apparat ist mit einer Reihe von Filtern ausgestattet, von welchen der Farbe unserer Würzen — als deren Gegenfarbe — am besten das Filter Nr. 3 A entspricht. Als normalweiße Fläche dient geglättetes feinpulveriges Bariumcarbonat.

Der H a h n s che Apparat zeichnet sich durch eine vollkommenere Ausstattung aus, ist ganz in Metall ausgeführt, hat eine Polarisationseinrichtung, die hauptsächlich ein besseres Beobachten bei künstlichem Lichte ermöglichen soll. Die Flüssigkeit wird in ein durchsichtiges kalibriertes Gefäß mit etwa 50 ccm Inhalt eingefüllt. Dieses Gefäß hat einen einwandfrei geraden Boden, der an den Zylinder des Gefäßes angekittet ist. Oder aber es wird eine Küvette von 5 ccm verwendet, deren Wandungen planparallel aneinander gekittet sind. Der Glaszyylinder resp. die Küvette mit der Lösung werden in einen innen schwarz lackierten Blechkasten eingesetzt. Die Bestimmung wird folgendermaßen ausgeführt:

- a) Das Täfelchen mit dem Normalweiß wird unter die Öffnung des Blechkastens auf eine drehbare Fläche gelegt.
- b) In den Kasten setzt man die leere Küvette resp. den Zylinder ein.
- c) Ein zweites Täfelchen Normalweiß legt man auf die obere Fläche des Kastens vor die Öffnung, über welcher sich die Grauleiter bewegt.
- d) Nunmehr wird eine Kompensation des Glases der Küvette dadurch ausgeführt, daß durch Neigung der unteren Normalweißtafel jene Lage dieser ermittelt wird, bei welcher das von der oberen Normalweißtafel reflektierte Licht mit dem die Küvette durchdringenden Lichte gleiche Intensität aufweist.

- e) In die Küvette wird die notwendige Menge der Flüssigkeit eingefüllt. Diese beträgt bei Würzen von einem Farbtone von 0,15—0,60 ccm $\frac{1}{10}$ n-Jod mindestens 20 ccm.
- f) Über die Öffnung des Tubus wird von einer Serie von kreisförmig angeordneten farbigen Filtern das geeignete Filter der Gegenfarbe — das sogenannte Sperrfilter — eingesetzt.
- g) Und nun wird durch Verschieben der Grauleiter jene Schattierung gesucht, bei welcher die Farbe dieser mit der Farbe der Flüssigkeit gleich ist; das heißt, bis der gleiche Weißgehalt gefunden wird.

Auf Grund zahlreicher Messungen mit diesem Apparate habe ich jedoch festgestellt, daß er für unsere Zwecke in der vorhandenen Ausführung ungeeignet ist. Ich habe Messungen mit Flüssigkeitsmengen von 10 bis zu 30 ccm vorgenommen, wobei ich fand, daß bei einer Menge von 10 ccm nur Farbtöne von 0,22 ccm $\frac{1}{10}$ n-Jod aufwärts bei Benützung der Polarisation bestimmbar sind, und ohne Polarisation, erst bei Farben von (über) 0,35 $\frac{1}{10}$ n-Jod. Der Bestimmung der Farben mit diesem Apparate steht hauptsächlich seine geringe Empfindlichkeit im Wege, die jedoch durch Mangel an Licht verursacht ist. Auch die Konstruktion des Apparates, die das Entstehen größerer Differenzen zuläßt, ist nicht besonders geeignet.

Die Polarisationseinrichtung kann nicht ausreichend ausgenutzt werden.

Von einer Beschreibung des dritten Apparates, dem Ostwaldschen Chrometer, sehe ich ab, da mich nur der typische Unterschied in der Konstruktion, wie auch des Arbeitsvergangen der einzelnen Apparate interessierte, was also beim Ostwaldschen Chrometer unter Berücksichtigung der bereits angeführten Apparate nicht zu konstatieren ist. Dieser Apparat wurde hauptsächlich zum Messen von Farbenflächen hergestellt und zu diesem Zwecke mit verschiedenen Skalen ausgestattet. Man kann diesen Apparat jedoch, nach vorhergehender gewisser Abänderung, auch für die Bestimmung der Farbe von Flüssigkeiten verwenden.

Bei wiederholten Bestimmungen einzelner Flüssigkeiten habe ich mit dem Adlerischen Apparat die geringsten Differenzen gefunden, wohingegen die Messungen mit dem Hahnischen Apparate bei verschiedenen Tageszeiten manchmal ziemlich beträchtliche Differenzen zeigten.

Bei Ausführung von zahlreichen Messungen, hauptsächlich mit dem Adlerischen Apparate, habe ich festgestellt, daß nicht nur bei verschiedener Konzentration der Lösungen, sondern auch bei verschiedener Menge ziemlich gleichmäßige Intervalle beobachtet werden können; darüber hat sich schon Berman in der Wochenschrift für Brauerei geäußert. Ich habe jedoch die Intervalle in einem anderen Prozentgehalt an Weiß gefunden als Berman, welcher unter anderen Bedingungen gearbeitet hat.

Die folgende Tabelle zeigt einen Teil meiner Messungsresultate:

Die Kolonne A bedeutet die Farbintensität der verwendeten Lösungen in Kubikzentimeter $\frac{1}{10}$ n-Jodlösung. Dr. Berman verwendete die Brandtschen Farbstofflösungen, wohingegen ich einerseits $\frac{1}{10}$ n-Jodlösung und anderseits Lösungen von Malzextrakten gebrauchte, die nach den Angaben von Direktor Ing. Černy bereitet waren.

Die Kolonne B gibt die der Farbe zugehörige Konzentration des Jodes in Milligramm an.

Kolonne C enthält die prozentuale Menge des Weißgehaltes der Ostwaldschen Grauleiter, welche Dr. Berman bei seinen Versuchen mit 5 ccm der geprüften Farbstofflösung gefunden hat. Nachdem die Grauleiter Unterscheidungsintervalle 1—2,5% aufweist, hat Berman durch Interpolation die dazwischenliegenden Werte bestimmt.

Kolonne D weist einige Angaben auf, die ich mit den Farblösungen nach Ing. Černy mit 5 ccm erzielte, welche Menge allerdings sich nicht bewährte.

Die Kolonne E enthält die prozentuale Menge (Intervalle) des Weißgehaltes der Ostwaldschen Grauleiter, die ich bei Verwendung von 10 ccm der Farblösungen oder von 10 ccm $\frac{1}{10}$ n-Jodlösung, auf welche die Farblösung eingestellt war, gefunden habe.

In der Kolonne F sind die von mir innerhalb der einzelnen Intervalle gefundenen Werte enthalten.

Die Kolonne G weist einige Resultate auf, die ich bei Verwendung von 15 ccm Farblösungen fand.

Unter den in der Tabelle angeführten Daten ist auffallend das Verhältnis der in den Kolonnen C und E angegebenen Werte, wobei in Kolonne C die Daten sich auf 5 ccm Brandtsche Farblösungen, die in Kolonne E jedoch auf 10 ccm Extraktlösungen beziehen. Dr. Berman fand zwischen dem ersten und letzten Farbengrade (0,15—0,60) eine Differenz, die $21,50 - 8,75 = 12,75\%$ beträgt; ich habe bei doppelter Menge, 10 ccm, eine Differenz von $44,0 - 19,0 = 25,0\%$ des Weißgehaltes gefunden, also fast genau das Doppelte. Auch zwischen den einzelnen Farbengliedern ist dieses Verhältnis sehr gut zu unterscheiden. Die kleineren Abweichungen sind der ziemlich beschwerlichen Ablesung zuzuschreiben.

Ich habe gleichzeitig auch die Farbe der Würzen mit $\frac{1}{10}$ n-Jodlösung und Brandtschen Farbstofflösungen bestimmt, und nachher ermittelte ich die Farbe derselben Würzen mit dem Adlerischen Apparate, und umgekehrt wieder bestimme ich mit diesem Apparate die Farbe der zugehörigen $\frac{1}{10}$ n-Jodlösung. Ich fand zum Beispiel in Prozenten des Weißgehaltes:

Bei Würze:			Bei $\frac{1}{10}$ n-Jodlösung:	
Farbe 0,225—0,25		Farbe 0,225	0,25	
bei 5 ccm 45,0% Weißgehalt		45,0—47,5%	45,0% Weißgehalt	
bei 10 ccm 37,0% Weißgehalt		37,5—39,0%	37,5 Weißgehalt	

Wie aus vorstehenden Versuchen ersichtlich ist, sind die auftretenden Differenzen beim Adlerischen Apparate sehr gering.

Die Ursachen der Differenzen beim Hahnschen Apparate sind vor allem in der ungeeigneten Lage der Grauleiter beim Arbeiten zu suchen.

Der Adlerische Apparat ermöglicht das Messen von Farben der Würzen in den Grenzen von 0,15—0,55 ccm $\frac{1}{10}$ n-Jod sehr genau. Es muß jedoch beim Beobachten dafür Sorge getragen werden, daß nicht durch den oberen Teil des Beobachtungstabus Licht eindringt, und dadurch das Beobachten gestört werde. Es können anstatt Bariumcarbonat auch hier Täfelchen mit Normalweiß Verwendung finden, denn wie ich durch Messungen feststellte,

Farbe der ver- wend. Lösung: ccm $\frac{1}{10}$ n-Jod	Jod- konz. in mg	Menge der geprüften Lösung:			Intervall %	
		5 ccm				
		Intervall %	Intervall %	Intervall %		
0,150	1,9	21,50	47,50	42,50—45,00	44,00	37,50—40,00
0,175	2,2	20,00	—	42,50	42,00	—
0,200	2,5	19,50	45,00—47,50	40,00—42,50	40,00	35,00
0,225	2,8	18,00	—	37,50—40,00	37,50	—
0,250	3,1	17,00	42,00—45,00	37,50	37,00	—
0,275	3,4	16,50	—	35,00—36,50	35,00	—
0,300	3,8	15,75	42,00—45,00	32,50—35,00	33,00	27,50—30,00
0,350	4,4	—	—	30,00—32,50	30,00	—
0,400	5,1	13,00	—	27,50—30,00	27,50	—
0,450	5,7	—	—	25,00—27,50	25,00	—
0,500	6,3	10,50	—	22,50—25,00	22,50	—
0,550	7,0	—	—	20,00—22,50	21,00	—
0,600	7,6	8,75	—	17,50—20,00	19,00	—

entstehen dadurch keine merklichen Differenzen. Durch vorteilhaftere Einrichtung der Beleuchtung erzielt man bei diesem Apparate genauere Messungen, als beim Belichten mit einer gewöhnlichen Glühbirne.

Ein Vergleich der Resultate, die mit dem Adlerischen Apparat gefunden wurden, mit solchen nach dem Hahn'schen Apparate ist nicht direkt möglich. Die Ursache muß man hauptsächlich in der unterschiedlichen Konstruktion der Apparate und in der unterschiedlichen Qualität des auffallenden Lichtes suchen.

Differenzen, welche ich durch ungleiche Farbtöne der farbigen Filter und der Grauleiter des Handels, die mir zur Verfügung standen, gefunden habe, betragen maximal etwa 2% des Weißgehaltes, was praktisch unbedeutend ist.

Bei meinen Angaben drücke ich alle Werte der untersuchten farbigen Lösungen nur nach der Menge des Weißgehaltes aus, da ich die von Berman angeführte einfachere Form, nur eine der drei Komponenten: Schwarz-Weiß- und Vollfarbe anzuführen, vollkommen anerkenne. Ich stimme jedoch keinesfalls mit der Form der vorgeführten Apparaturen selbst, und auch nicht mit einer Applikation der Ostwald'schen Art der Messung von farbigen Flächen zur Messung von farbigen Lösungen überein, und das aus Gründen, die einerseits im Vortrage von Berman, anderseits auf Grund meiner Versuche erörtert wurden.

Da die angeregte Methode hauptsächlich auf physikalischen Prinzipien oder Gesetzen beruht, habe ich bei Kontrolle dieser Methode und deren Einrichtung für unsere Zwecke überprüft, wie weit diese Bedingungen erfüllt sind.

Auf Grund der gemachten Erfahrungen wären bei einem Apparat der für die Messung der Farben von Würzen konstruiert werden sollte, nachstehende Punkte zu normalisieren: die Beleuchtungsintensität und Einrichtung, die Flüssigkeitsmenge, die Höhe der Flüssigkeitsschicht, und schließlich die Anordnung der einzelnen Teile des Apparates. Ferner ist es unrichtig und gegen die Gesetze der Physik, wenn man die Farbe einerseits im reflektierten Lichte — wie dies bei der Ostwald'schen Grauleiter der Fall ist — mit einer Farbe vergleicht, bei welcher das Licht den Stoff durchdringt. Außerdem haben die Grauleitern aus Papier den großen Nachteil, daß sie sich leicht beschmutzen und die einzelnen Sprossen abbiegen und abknicken, so daß es vorkommt, daß ein und dieselbe Sprosse in der einen Hälfte einen ganz anderen Farbwert aufweist als die andere Hälfte. Solche Erscheinungen konnte ich gleichfalls bei meinen Versuchen feststellen, besonders beim Hahn'schen Apparate und künstlicher Beleuchtung. Eine Einteilung der Intervalle zwischen 14 und 20%, wie dies Berman und Thommas beantragen, wird, falls es zu dieser Einführung kommt, für praktische Zwecke nicht sehr geeignet sein bei der bisherigen Form der Apparate, da die einzelnen Intervalle nur sehr schwer voneinander unterschieden werden können.

Bei meinen Versuchen, auf photometrischem Wege die Absorption von grauen Sprossen der Grauleiter zu messen, bin ich auf den Gedanken gekommen, die Grauleitern überhaupt durch eine Glasskala mit ansteigender Absorptionsfähigkeit in Form von Keilen zu ersetzen. Damit ich eine flache und dabei optisch exakte, sich durch gleiche Absorption auszeichnende Skala erhalte, habe ich zwei Keile mit entgegengesetzten Werten so übereinander gelegt, daß an die Stelle eines Keiles mit der höchsten Absorption die Stelle der niedrigen Absorption

des anderen Keiles kommt. Mit einer einfachen optischen, wie die Lummmer-Brodhun-Einrichtung zum Beispiel, ist es dann möglich, beim Vergleichen die graue Fläche so zu begrenzen, daß das Auge des Beobachters auf einer kreisrunden Fläche in der Mitte einen grauen Streifen sieht, um welchen herum zu beiden Seiten sich zwei Kreisabschnitte anschließen, welche diejenigen Strahlen darstellen, die durch die beobachtete farbige Flüssigkeit durchgegangen sind. Durch eine einfache Schraubeneinrichtung (ähnlich wie beim Polarimeter) wäre es nun möglich (mit Hilfe von Schrauben) die Keile zu bewegen und dadurch deren Absorption beliebig zu vergrößern oder zu verkleinern. Die Größe der Absorption könnte dann auf einer Skala abgelesen werden, auf welcher man auch die geringsten Abweichungen in Prozenten des Weißgehaltes ersehen könnte. Die Beobachtung der kreisförmigen dreiteiligen Fläche würde über ein entsprechendes farbiges Filter und mit Hilfe einer Lupe vor sich gehen. Was die Erzeugung und Eichung der von mir vorgeschlagenen Graukeile anbelangt, so hat mir die Firma Zeiss die Versicherung gegeben, daß sie in der Lage wäre, solche Graukeile mit beliebigen Abstufungen der Absorption und in beliebiger Größe herzustellen.

Die Eichung der Grauleiter oder des Graukeiles besteht im Prinzip darin, daß man auf physikalischem Wege die Menge des absorbierten Lichtes bestimmt. Das Eichungsprinzip der Farbenfilter besteht in der Messung der Wellenlänge des Absorptionsspektrums. Beide physikalischen Methoden sind schon lange ausgearbeitet und die Messungen von absoluter und objektiver Genauigkeit.

Von der Eignung farbiger Filter für die Bestimmung rötlicher und grünlicher Töne der Malzwürzen habe ich mich in nachstehender Weise überzeugt. Ich habe die Farben von alkoholischen Lösungen bestimmt, die aus Malzextrakten nach der Vorschrift des Direktors Ing. Černy bereitet werden, und welche in den feinsten Tönungen am besten den Malzwürzen entsprechen. Meine Untersuchungen erstreckten sich auf Verdünnungen dieser Lösungen entsprechend den Farbtönen zwischen 0,15 bis 0,50 $\frac{1}{10}$ n-Jodlösung bei Verwendung des Farbilters nach Ostwald Nr. 3 A; dabei habe ich vollkommen übereinstimmende Werte dieser Lösungen mit den zugehörigen Jodlösungen gefunden.

Da sich die grünlichen Töne besonders bei den niedrigeren Farbtönen geltend machen, so habe ich die Farblösungen mit 0,15 beginnend und mit ansteigender Intensität entsprechend grün zugefärbt, wobei ich feststellen konnte, daß die Unterscheidungsfähigkeit dadurch keinesfalls gelitten hat. Bloß eine Helligkeitsverminderung um etwa 1—2% des Weißgehaltes habe ich konstatieren können; was größtenteils durch die erhöhte Zugabe der grünen Farbe, die vielleicht nicht ganz einwandfrei rein war, verursacht wurde. Von dem Einfluß der rötlichen Färbungen der Würzen, welche bei den dunkleren Würzen merkbar werden und bei größerer Intensität berücksichtigt werden müssen, habe ich mich gleichfalls überzeugt. Mit diesem Einfluß beschäftigte ich mich durch Ausführung ähnlicher Versuche, indem ich eine Farblösung von der Farbe von etwa 0,40 rötlich zufärbte. Es trat zwar ebenfalls eine unbedeutende Verdunkelung ein, aber die Genauigkeit der Messung wurde dadurch praktisch nicht beeinträchtigt.

Man kann also das Filter 3 A sowohl bei normalen Würzefarben bis zum Farbton von 0,50 als auch für abweichende grünliche und rötliche Schattierungen von Würzen als genügend befriedigend verwenden. Es ist aber notwendig, die Helligkeit und Genauigkeit der ganzen

Bestimmung zu erhöhen, damit die Grenzen der genauen Unterscheidungsmöglichkeit auch bei dunkleren Würzen erweitert werden.

Bei dünneren Farben der Würzen resp. Farblösungen — über 0,40—0,50 ccm $\frac{1}{10}$ n-Jod — scheint es mir vorteilhafter, anstatt einer Menge von 10 ccm nur 5 ccm zu verwenden, und zur Kompensation des sich hier zeigenden unterschiedlichen Farbtönen, der ins Grünliche spielt, eine gleiche Einlage vor das Filter 3 A einzuschalten.

Fehler, die mit einer derart normierten Bestimmungsart der Farben gemacht werden können, sind sehr klein und unbedeutend.

Ich betrachte die Einführung der physikalisch einwandfreien Farbenbestimmungsmethode nach Ostwald als einen großen Fortschritt auf dem Wege der Bestimmung der Würzefarben, die, obwohl vollkommen verschieden von den bisherigen Arten colorimetrischer Bestimmungen, solche bei weitem überragt und von solchen, was Genauigkeit anbelangt, nie erreicht wird.

Ich bedauere es sehr, daß ich heute noch nicht in der Lage bin, meine nur theoretischen Erläuterungen durch einen Apparat jener Konstruktion, die ich auszuführen beabsichtige, unterstützen und so auch praktisch die Beweise vorführen zu können. Die Herstellung meines Apparates hat sich leider verzögert, doch hoffe ich, daß mir dies in kurzer Zeit gelingen wird.

Ich bin der Überzeugung, daß der von Bemann vorgeschlagene Weg, uns die wissenschaftlich exakte Methode der Farbenbestimmung nach der Theorie von Ostwald für Zwecke der Farbenbestimmung der Würzen dienstbar zu machen, zu einem befriedigenden Ziele führen wird.

[A. 162.]

Neuzeitliche Beurteilungsgrundsätze für Kesselspeisewasser.

Von Dr. A. SPLITTERGERBER, Wolfen.

Vorgetragen auf der Jahresversammlung des Vereins deutscher Chemiker in Kiel in der Fachgruppe für Wasserchemie.

(Eingeg. 5. Juni 1926.)

„Kein Tag ohne Prüfung des Kesselwassers!“ Dieses Wort könnte man in Anlehnung an den bekannten Spruch des Apelles¹⁾, des Hofmalers Alexander des Großen, „nulla dies sine linea“ als Kennwort der heutigen Anschauungen über den Betrieb von Dampfkesselanlagen hinstellen. Man hat früher den Kesselwasserprüfungen in den Kraftwerken weniger Wert beigelegt und sich meist damit begnügt, von einem Heizer oft recht ungenaue Härtebestimmungen mit Seifenlösungen ausführen zu lassen. Heute aber wird aus den Kreisen der Ingenieure der größeren Kraftwerke aus der Erkenntnis heraus, daß eine gute Wasserbehandlung zu den hauptsächlichsten Grundlagen eines Dampfbetriebes gehört, immer wieder der Wunsch geäußert, exakte chemische Wasseranalysenmethoden zu besitzen, die so dargestellt werden können, daß man, ohne etwa in den großen Handbüchern der analytischen Chemie nachschlagen zu müssen, danach arbeiten und das Wasser in einwandfreier Weise untersuchen kann [vgl. B. Haak und A. Splittergerber²⁾]. Um diesen Bedürfnissen entgegen-

¹⁾ Plinius, Natur hist. XXXV. 36, 12; nach G. Büchmann, „Geflügelte Worte“, Verlag Haude & Spener Berlin 1910. S. 461.

²⁾ B. Haak und A. Splittergerber. a) „Einfache, exakte Methoden zur Untersuchung von Roh-, Speise- und Kesselwässern in Dampfkesselbetrieben“, Mitteilungen der Vereinigung der Großkesselbesitzer Charlottenburg, 1925, Heft 9. S. 76—89. b) „Untersuchungsmethoden für Roh-,

zukommen, habe ich im Vorjahr im Verein mit Dr. Haak dem Betriebsleiter der Speisewasserenthärtungsanlage im Ammoniakwerk Merseburg-Leuna Richtlinien für ein einheitliches Vorgehen in den Deutschen Kraftwerksanlagen aufgestellt. Diese Richtlinien wurden von dem Arbeitsausschuß für Speisewasserpflege der Vereinigung der Großkesselbesitzer auf der Tagung vom 17.—19. September 1925 in Darmstadt eingehend durchgesprochen und für zweckentsprechend befunden^{2).}

Auf die Einheitsmethoden selbst soll hier nicht eingegangen werden.

Ein Hauptzweck, der durch die Festlegung besonderer Analysenmethoden miterreicht werden soll, ist der, daß die an verschiedenen Orten erhaltenen Untersuchungsergebnisse ohne weiteres miteinander vergleichbar sind. Dazu ist nötig, daß auch die Darstellungsweise derselben überall möglichst gleichartig erfolgt. Kommt man nämlich heute in die verschiedenen Kraftwerke, so findet man, daß z. B. die Härte bald in deutschen, bald in französischen Graden ausgedrückt ist, daß ferner die Alkalität, d. h. die Werte für Phenolphthalein und Methylorange, bald für 50, bald für 100, bald für 1000 ccm Wasser angegeben werden, auch Angaben nach dem Verbrauch der Anzahl Tropfen findet man u. dgl. Diese Ungleichheiten machen für Vergleiche umständliche Rechnungen nötig, und es ist daher dringend erforderlich, daß in der Ausführung und Darstellung der Analysen Gleichheit geschaffen wird. Wir haben daher im Anschluß an die Beschreibung der Einheitsmethoden auch für die Darstellungsweise der Analysenergebnisse selbst ein Schema aufgestellt, das aus nebenstehender Tabelle ersichtlich ist.

Das Tabellenschema zeigt zunächst, was überhaupt bei den verschiedenen Wässern zu bestimmen ist, wie es darzustellen ist (mg/l, d. °, ccm usw.), was aus diesen Zahlen möglichst immer bei größeren Analysen zu errechnen und was sonst noch mit den Analysenwerten zusammen anzugeben ist, um das Bild für ein gegebenes Wasser möglichst zu vervollständigen.

Die Großkesselvereinigung hat bei der Veröffentlichung dieses Schemas den Wunsch ausgesprochen, daß bei in Auftrag gegebenen Analysen auch die öffentlichen Untersuchungsämter veranlaßt würden, danach zu arbeiten. Wenn auf diese Weise ein leichtes, einwandfreies Vergleichen der Wässer in den verschiedenen Kraftwerken möglich ist, werden auch bezüglich der Speisewasserpflege und der Erforschung der Ursachen der Dampfkesselschäden in erhöhtem Maße die Vorteile eintreten, die stets eine Frucht gemeinsamer Arbeiten sind.

Eine quantitative Ermittlung der bei der Untersuchung des Rohwassers zu berücksichtigenden Einzelverbindungen ermöglicht einwandfrei die Beurteilung des Rohwassers und gestattet die Auswahl eines der Wasserzusammensetzung angepaßten Enthärtungsverfahrens.

In einem Vortrag auf der schon erwähnten Darmstädter Jahresversammlung der Vereinigung der Großkesselbesitzer hatte ich unter Berücksichtigung der bei der Aufbereitung des Wassers in Frage kommenden chemischen Umsetzungen nachstehende Winke für die Auswahl von Enthärtungsverfahrenn gegeben³⁾; auf die Einzelheiten kann hier nur hingewiesen werden.

Speise- und Kesselwässer in Dampfkesselbetrieben“. Vorträge und Verhandlungen auf der wissenschaftlichen Tagung des Ausschusses für Speisewasserpflege der Vereinigung der Großkesselbesitzer am 18. und 19. September 1925 in der Technischen Hochschule zu Darmstadt. Herausgegeben von der Vereinigung der Großkesselbesitzer Charlottenburg, 1926. Selbstverlag.

³⁾ A. Splittergerber, a) „Die Aufbereitung des Kesselspeisewassers bei Berücksichtigung der Eigenschaften des Rohwassers und der Betriebsverhältnisse, und die chemische