

lösung getauchter Stein überzieht sich fast augenblicklich mit einer Teerhaut. Da nun die Adhäsionskraft stärker ist als die in den Magnonlösungen wirksame Emulgierungskraft, so ist es unmöglich, den Teer wiederum von der mineralischen Oberfläche abzuspielen. Ist der Stein also hernach getrocknet, so ist die durch die Magnonbehandlung erreichte Wirkung dieselbe, als hätte man einen trockenen Stein in Teer getaucht. Unter Ausnutzung dieser Eigenschaften des Magnons gestaltet sich die Ausführung einer Innenteerung (Tränkverfahren) mit Hilfe dieses Mittels kurz wie folgt:



Über die fest gelagerte und angefeuchtete neue Schotterschicht fährt man mit einem Rührwagen, in welchem sich die vorher zubereitete Magnonlösung befindet. Nach Öffnen der Sprengvorrichtung fährt man mit dem Wagen mit solcher Geschwindigkeit vorwärts, daß je Quadratmeter 6—7 kg Magnon ausfließen. Die Magnonlösung dringt schnell und tief in die poröse Schotter-



schicht ein. Es hat sich gezeigt, daß die Zerstörung der Teeremulsion sehr rasch vor sich geht; man kann dies daran erkennen, daß das Wasser, welches nach völligem Durchdringen der Schotterdecke etwa auf der Straßenseite abläuft, völlig teerfrei ist. Die Magnonlösung wird also auf ihrem Durchgang durch die Schotterdecke gewissermaßen filtriert; der Teer bleibt an den Steinen haften und überzieht sie allseitig mit einer dünnen Teerschicht.

Wie erwähnt, fließt ein Teil des Wassers der Magnonlösung von allein infolge des Filtrationsprozesses seitlich von der Straße ab. Ein anderer Teil bleibt zwar natürlich in der Straßendecke gewissermaßen aufgesaugt,

verschwindet aber erfahrungsgemäß sehr rasch durch Verdunstung, wenn der Magnonisierung einigermaßen trockenes Wetter folgt. Es ist ein wesentlicher Vorzug des Magnonverfahrens, daß es bei jeder Witterung ausführbar ist, weil nicht mit heißem, rasch erstarrendem Teer, sondern mit einer wässerigen Teerlösung gearbeitet wird.

Die durch das Magnon hervorgerufene Wirkung tritt bald deutlich hervor. In dem Maße, wie die Straße austrocknet, wirkt der Verkehr auf die einzelnen mit Teer überzogenen Steine innerhalb der Decke derart pressend und knetend, daß ein inniges Zusammenkleben der großen Schottersteine und des feinen Splittmaterials erfolgt. Die Decke wird daher von Tag zu Tag dunkler und fester und ähnelt schließlich einer heiß geteereten Straße bzw. Teermacadamstraße; die Straßendecke ist so fest wie eine Tenne.

Ein Vorzug der Magnonbehandlung ist noch der, daß die nachträgliche Oberflächenteerung zur Erzielung einer dichten und ebenen Schutzdecke auf dem Magnonunterbau ganz besonders gut hält. Lehm ist bekanntlich ein Feind der Oberflächenteerung, und mancher Mißerfolg bei der Oberflächenteerung alter Straßen ist darauf zurückzuführen, daß diese Straßen mit Lehm als Bindemittel gebaut sind und die oberflächliche Lehmschicht nicht vollständig genug entfernt wurde oder entfernt werden konnte. Eine Magnondecke ist dagegen stets vollständig sauber und lehmfrei. Der als Oberflächenteerung aufgebrauchte heiße Teer kann daher ausgezeichnet an ihr haften, und die Verankerung der auf die Teerschicht aufgebrauchten Splittbestreuung ist eine vollkommene.

Die beiden im vorstehenden geschilderten Verfahren bauen sich, wie gezeigt, auf dem Gedanken auf, den für Straßenbauzwecke bestimmten Teer in Form einer wässerigen Emulsion anzuwenden. Die Verfahren haben bereits eine weitgehende Anwendung in der Praxis gefunden und stellen bei der Einfachheit und Billigkeit ihrer Ausführung zweifellos einen wesentlichen Fortschritt auf dem Gebiet des Teerstraßenbaus vor.

[A. 264.]

## Die Kleinanalyse von Schmierölen.

### Vogel-Ossag-Viscosimeter und Flammpunkt im Kleintiegel

von G. MEYERHEIM und FR. FRANK.

Chemisches Laboratorium f. Handel u. Industrie, Berlin.

(Eingeg. 27. Sept. 1926.)

Die normale Ausführung einer Schmieröluntersuchung verlangt das Vorliegen einer Probemenge von wenigstens  $\frac{1}{4}$  l, da bereits zur Füllung des Engler'schen Viscosimeters 240 ccm Öl erforderlich sind. Häufig stehen aber für die Untersuchung nicht so große Ölmengen zur Verfügung, sei es, daß es sich um absichtlich kleine Kaufmuster handelt, oder daß aus einer Schmierstelle nur geringe Ölmengen zur Prüfung des Grades der Veränderung derselben entnommen werden können od. dgl. Nun ist die Benutzung des Engler-Apparates auch bei kleineren Ölmengen als 240 ccm möglich<sup>1)</sup>. Die Umrechnungsfaktoren sind für verschiedene Auffüll- und Ausflußmengen von Gans, Offermann, Edleanu festgestellt worden, beispielsweise bei Verwendung von 120/100 ccm, 60/50 ccm, bis herab zu 25/10 ccm, jedoch haften diesen Bestim-

<sup>1)</sup> Hold e, Kohlenwasserstofföle u. Fette, 6. Aufl., S. 23 f.; Gans, Chem. Umsch. 6, 221 [1899].

mungen immer gewisse Unsicherheiten an. Bei der Umfüllung der vorher etwas über die Versuchstemperatur im Meßzylinder erwärmten Öle in den Engler-Apparat bleiben je nach der Zähigkeit mehr oder minder große Ölmengen an der Zylinderwandung haften, auch taucht schon bei 60 ccm Einfüllmenge das Thermometergefäß nur mit der untersten Spitze in das Öl ein, so daß eine exakte Temperatureinstellung nicht mehr möglich ist. Diese Unsicherheiten in der Bestimmung des Flüssigkeitsgrades kleinerer Ölmengen haben Ubbelohde zu der Konstruktion des „Zehntelgefäßes“ geführt<sup>2)</sup>, das in den gewöhnlichen Engler-Apparat eingeschraubt wird und zur Füllung nur 25 ccm Öl benötigt. Der Eichwert dieses Zehntelgefäßes, d. h. die Ausflußmenge von 20 ccm Wasser bei 20°, beträgt etwa 5 Sekunden und ist nach Holdes Angaben „mit genügender Genauigkeit schwierig zu messen“, so daß stets eine Eichung durch die Physikalisch-Technische Reichsanstalt erforderlich ist. Ebenso schwierig ist aber auch die Messung der Ausflußzeit dünner Schmieröle, so daß die Bestimmung der Viskosität mittels des Zehntelgefäßes ein Notbehelf bleibt, und die erhaltenen Viskositätswerte nur als Näherungswerte zu betrachten sind. Das von Holdes konstruierte, die Mängel des Engler-Apparates vermeidende Metallviscosimeter<sup>3)</sup> benötigt zur normalen Füllung 120 ccm Öl; bei Versuchen mit kleineren Auffüllmengen treten dieselben Unsicherheiten auf wie bei Benutzung des alten Engler-Apparates. Es bleibt demnach zur exakten Ermittlung der Viskosität kleiner Ölmengen nur das von Ubbelohde-Holde verbesserte Capillarviscosimeter von Ostwald und Traube<sup>4)</sup>, das jedoch besonders wegen der leichten Zerbrechlichkeit der Glascapillaren ein für die Hand von Laboranten wenig geeignetes Instrument darstellt.

H. Vogel (Rhenania-Ossag, Hamburg), konstruierte nun das Ostwaldsche Capillarviscosimeter so um (s. die Figur), daß ein handlicher, stabiler Apparat entstand, bei welchem man mit einer einzigen Ölfüllung von etwa 15 ccm eine vollkommene Viskositätskurve zu ermitteln in der Lage ist<sup>5)</sup>. Das Öl fließt unter seinem eigenen Gewicht aus, und rings um das Ölgefäß ist eine Galerie vorhanden, in welche das bei Temperaturerhöhung sich ausdehnende Öl überfließt, so daß automatisch die Druckhöhe stets dieselbe bleibt. Man mißt bei dem Apparat unmittelbar die kinematische Viskosität  $V_k = \frac{100 \tau}{s}$ , in welcher Formel  $\eta$  die absolute Zähigkeit des Öles,  $s$  sein spezifisches Gewicht bei der Versuchstemperatur darstellt. Man braucht demnach den ermittelten Wert der kinematischen Viskosität nur mit dem spezifischen Gewicht des Öles zu multiplizieren, um direkt die absolute Zähigkeit in Centipoisen zu erhalten. Solange es aber der Schmierölhändler ebensowenig wie der Schmierölverbraucher gelernt hat, die einzige mögliche Vergleichung der Zähigkeit der Öle aus den absoluten Viskositätswerten herzuleiten, so lange sind noch Formeln nötig, um aus der im Vogel-Ossag-Viscosimeter bestimmten kinematischen Viskosität die Engler-, Redwood- oder Sayboltgrade zu berechnen. Die von Vogel aufgestellte Umrechnungsformel lautet:

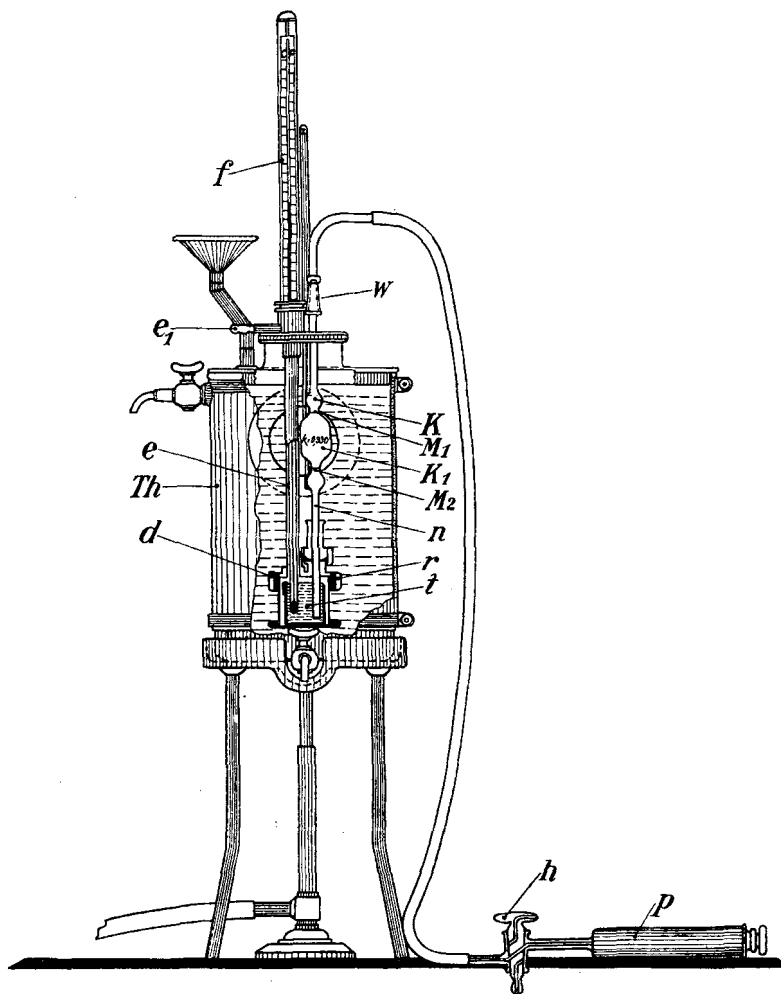
$$\frac{\eta}{s} = a \left(1 - \frac{1}{\tau^3}\right) \cdot f(t).$$

<sup>2)</sup> K. Scheel, *Petroleum* **12**, 873 [1917].

<sup>3)</sup> Holdes, *Kohlenwasserstofföle u. Fette*, 6. Aufl., S. 30.

<sup>4)</sup> Ebenda, S. 11.

<sup>5)</sup> Z. ang. Ch. **35**, 561 [1922]; **38**, 891 [1925]; D. R. P. 373 779.



Hierin bedeutet  $a$  die Apparatkonstante, die beim Engler-Apparat 7,6 beträgt,  $\tau$  das Verhältnis der Ausflußzeit des Öles zur Ausflußzeit von Wasser bei 20,2°,  $f(t)$  den Temperaturgang des Engler-Apparates. Der

Ausdruck  $a \frac{1}{\tau^3}$  bedeutet die Turbulenzkorrektur und wird für große Werte von  $\tau$  schnell  $\approx 1$ . Um die Umrechnung zu erleichtern, hat Vogel eine Tabelle angegeben, welche es gestattet, für Werte der kinematischen Viskosität von 1–60 unmittelbar die zugehörigen Engler-, Redwood- und Sayboltgrade abzulesen. Bei Werten von  $V_k$  über 60 ergibt sich die einfache Umrechnungsformel

$$\text{Englergrad } E = 0,132 V_k.$$

Die Benutzung des Vogel-Ossag-Viscosimeters gestaltet sich entsprechend der dem Apparat beigegebenen Versuchsvorschrift außerordentlich einfach. Man füllt das Öl in das zylindrische Gefäß  $t$  bis zum Rande ein, setzt den Deckel  $d$  mit der eingeschraubten Capillare  $n$  auf, indem man mittels der Pumpe  $p$  einen Teil des Öles in die Kugel  $K_1$  hochsaugt, damit auch nach dem Zuschrauben des Deckels die vollständige Füllung des Gefäßes  $t$  gewährleistet ist. Bei geschlossenem Hahn  $h$  wird nun der Deckel festgeschraubt, und der so vorbereitete Apparat in das innere Bad gehängt, ohne daß hierbei Öl in die Galerie, etwa durch Neigen des Apparates, überfließt. Das Thermometer  $f$  setzt man dann in das Luftauslaßrohr  $e$  ein und stellt in dem inneren Bad, das bis zu Temperaturen von 100° mit Wasser gefüllt ist, die Versuchstemperatur genau ein, indem man das äußere Bad  $Th$  etwa 6° über der Versuchstemperatur hält. Bei 100° und mehr verwendet man im äußeren Bad ein dünnflüssiges Öl, für die tieferliegenden Temperaturen genügt Wasser. Nachdem im inneren Bad die gewünschte Temperatur eingestellt ist, saugt man mittels der Pumpe  $p$  das Öl in die Kugel  $K$ , beläßt es hier einige Zeit, bis man sicher ist, daß es die Versuchstemperatur gleichmäßig an-

genommen hat, und läßt es dann unter seinem Eigengewicht ausfließen, indem man bei w den mit der Pumpe verbundenen Schließ abnimmt. Mit der Stoppuhr bestimmt man die Zeit, welche das Öl benötigt, um von der Marke  $M_1$  bis zur Marke  $M_2$  zu fließen. Die Berechnung der kinematischen Viscosität erfolgt dann durch Division von Ausflußzeit  $\tau$  in Sekunden und dem Eichwert der benutzten Capillare  $k$  gemäß der Formel

$$V_k = \frac{\tau}{k}.$$

Zur Bestimmung des Eichwertes  $k$  ist noch eine Abhängigkeit vom Engler-Apparat vorhanden. Es wird von einem Öl auf dem Engler-Viscosimeter bei bestimmter Temperatur, beispielsweise 50°, unter Verwendung geeichter Thermometer und Beachtung aller Vorsichtsmaßregeln der Englergrad genau festgestellt. Aus der dem Vogel-Ossag-Viscosimeter beigegebenen Tabelle entnimmt man den dem Englergrad entsprechenden Wert von  $V$ . Bestimmt man dann von demselben Öl auf dem Vogel-Ossag-Viscosimeter bei der gleichen Temperatur die Ausflußzeit  $\tau$  unter Anwendung derselben Vorsichtsmaßregeln, so erhält man den Eichwert  $k$  der Capillaren, gemäß der Formel

$$k = \frac{\tau}{V_k}.$$

Dem Apparat ist gewöhnlich ein Satz von drei Capillaren beigegeben, deren Eichwerte etwa 1 für die weiteste Capillare, etwa 4 für die mittlere und 14–15 für die engste Capillare betragen. Capillare 1 dient für sehr zähflüssige Öle, Capillare 2 für mittelzähe und Capillare 3 für dünnflüssige Öle. Man wählt für die Viscositätsbestimmung diejenige Capillare, welche eine Ausflußzeit von möglichst nicht über 20 Minuten, keinesfalls aber unter 20 Sekunden ergibt. Beträgt die Ausflußzeit weniger als 20 Sekunden, so tritt Turbulenz ein, welche die Zähigkeit scheinbar vergrößert und dadurch ein falsches Ergebnis liefert.

Der große Vorzug des Vogel-Ossag-Viscosimeters gegenüber anderen Viscosimetern besteht nun darin, daß es ohne weiteres möglich ist, durch erneutes Hochziehen des Öles und Wiederausfließenlassen die Bestimmung der Viscosität beliebig oft zu wiederholen, ohne daß es, wie beispielsweise beim Engler-Apparat, erforderlich ist, das Öl wieder anzuwärmen, auf die Markenspitzen erneut einzustellen, einen neuen Viscosimeterkolben zu benutzen usw. Der einzige Übelstand, der sich bei Benutzung des Vogel-Ossag-Viscosimeters im Verlaufe von vielen Hunderten von Bestimmungen herausgestellt hat, ist die Schwierigkeit, die sich bei Prüfung von dickflüssigen, sehr dunklen Ölen ergibt. Es ist nämlich wiederholt, wenn auch selten, vorgekommen, daß der an der Glaswandung haftende Ölfilm so undurchsichtig ist, daß auch bei intensiver Beleuchtung eine exakte Beobachtung des Durchgangs an den Marken nicht möglich ist; sonst hat sich bei allen Prüfungen der Apparat einwandfrei und sicher bewährt. Zu beachten ist, daß man immer von der niederen zur höheren Temperatur übergeht und nicht umgekehrt, damit das Ölgefäß  $t$  stets vollständig gefüllt ist. Sollte durch ein Versehen einmal die Temperatur zu hoch steigen, so ist es nur erforderlich, einen Teil des Öles aus dem Gefäß  $t$  in die Kugel  $K_1$  zu ziehen und hier zu belassen bis die Temperatur wieder eingestellt ist, um zu vermeiden, daß unbeabsichtigt Öl in die Galerie überfließt. Die Übereinstimmung der ermittelten Werte ist eine recht gute, wie beispielsweise folgende Bestimmungen zeigen:

Ausflußzeiten: 56,5"; 56,3"; 56,0"; 56,0" — 1'51,4"; 1'51,8" 1'51,2" — 2'4,0"; 2'3,7"; 2'4,0"; — 8'56,4"; 8'53,7".

Daß die auf dem Vogel-Ossag-Viscosimeter ermittelten und auf Englergrade umgerechneten Zähigkeitswerte mit den auf dem Engler-Apparat direkt bestimmten Viscositäten gut übereinstimmen, zeigt folgende Tabelle 1, welche eine Reihe von Vergleichsversuchen enthält:

Tabelle 1.

Öl	Temperatur Grad	Ausflußzeit Sek.	$V_k = \frac{100 \eta}{s}$	Englergrad aus $V_k$ berechnet	Englergrad direkt bestimmt
A	20	4266	1207,7	159,4	160,7
	35	1164,8	329,7	43,52	43,54
	50	429,7	121,63	16,06	16,06
	65	187,8	53,14	7,03	7,33
	80	100,8	28,52	3,89	3,99
B	20	1533,8	434,2	57,32	56,83
	35	493,7	139,7	18,45	18,02
	50	204,0	57,75	7,62	7,42
	65	101,6	28,76	3,93	3,97
	80	57,7	16,33	2,47	2,44
C	20	509,2	144,1	19,03	19,00
	35	215,1	60,89	8,04	7,89
	50	107,1	30,32	4,13	4,06
	65	60,2	17,04	2,54	2,56
	80	38,4	10,87	1,916	1,95
D	20	621,4	176,0	23,22	23,02
	35	229,6	65,0	8,58	8,54
	50	105,8	29,95	4,08	4,09
	65	56,8	16,10	2,44	2,48
	80	35,1	9,93	1,82	1,86
E	20	4377	1233	163,55	167,4
	35	1388	390,9	51,60	51,8
	50	557,8	157,9	20,84	20,12
	65	259,6	73,50	9,70	9,56
	80	138,8	39,29	5,25	5,07
F	20	2454	694,7	91,69	91,50
	35	706,0	199,85	26,38	27,06
	50	291,0	82,37	10,87	10,80
	65	139,9	39,60	5,29	5,39
	80	78,1	22,11	3,12	3,21

Die Zusammenstellung zeigt, daß es mit Hilfe des Vogel-Ossag-Viscosimeters gelingt, auch mit 15 ccm Öl die Viscositätskurve mit genügender Genauigkeit festzustellen.

#### Die weiteren Prüfungen:

Was die Bestimmung der Flammpunkte betrifft, so besteht eine gewisse Schwierigkeit bei der Untersuchung kleiner Proben, da zur Füllung der vorgeschriebenen Porzellantiegel von  $4 \times 4$  cm nach Marcussen etwa 40 ccm Öl erforderlich sind. Es ist aber auch gelungen, bei Anwendung von nur 10 ccm Öl einwandfreie Flamm- und Brennpunkte zu erhalten. Zu diesem Zwecke wurde so verfahren, daß ein kleiner Porzellantiegel von etwa 27,5 mm Höhe, 35 mm oberem und 17,5 mm unterem Durchmesser bis 6 mm unterhalb des Randes mit dem zu untersuchenden Öl gefüllt wurde. Den so vorbereiteten Tiegel bettet man dann bis zum Ölniveau in den Sand des Flammpunktapparates, befestigt darüber das Flammpunktthermometer so, daß die Quecksilberkugel sich in der Mitte der Ölfüllung des Tiegels befindet und führt unter der üblichen Erhitzung von Grad zu Grad das Zündflämmchen in Höhe des Tiegelrandes über das Öl hinweg.

Tabelle 2 zeigt, wie weit die Übereinstimmung mit den in normaler Weise ausgeführten Flamm- und Brennpunktbestimmungen geht.

Nach Angabe der „Richtlinien“<sup>\*)</sup> beträgt die Toleranz bei Flammpunktbestimmungen  $\pm 5^\circ$ . Die Abweichungen der mit kleiner Menge ermittelten Flammpunkte sind gemäß vorstehender Zusammenstellung meist wesentlich geringer und bleiben immer innerhalb der Toleranzen. Die Abweichungen der Brennpunktwerte ließen sich noch nicht klar übersehen. Vielleicht

<sup>\*)</sup> Richtlinien für den Einkauf und die Prüfung von Schmiermitteln; herausgegeben vom Verein deutscher Eisenhüttenleute und dem Deutschen Verband für die Materialprüfungen der Technik. 4. Aufl., 1925, S. 58.

wird für die Bestimmung derselben doch die Oberfläche des Öles eine größere Rolle spielen als bei dem Entweichen der ersten Gase in die umgebende Luft bei der Bestimmung des Flammpunktes.

Tabelle 2.

	Flammpunkt		Brennpunkt	
	mit kleiner Menge Grad	normal Grad	mit kleiner Menge Grad	normal Grad
Destillat . . . . .	105	107	133	124
Rohöl . . . . .	119	123	189	169
Schweröl . . . . .	132	129	159	159
Spindelöl . . . . .	139	140	170	165
Transformatoröl . . . . .	158	161	194	189
Desgl. . . . .	162	163	202	192
Desgl. . . . .	177	174	213	204
Maschinenöl . . . . .	177	183	206	212
Gasöl (?) . . . . .	200	200	243	228
Schmieröl . . . . .	200	198	262	257
Motorenöl . . . . .	207	208	257	246
Desgl. . . . .	222	222	275	260
Pumpenöl . . . . .	227	225	278	269
Schmieröl . . . . .	230	229	285	270
Autoöl . . . . .	227	232	287	283
Motorenöl . . . . .	242	242	297	284
Zylinderöl . . . . .	269	269	335	314
Motorenöl . . . . .	290	283	363	336
Zylinderöl . . . . .	327	319	—	—

Nach diesen Arbeiten ist es ohne weiteres möglich, mit 20 ccm Öl, selbst sogar mit 15 ccm, eine völlig exakte Schmieröluntersuchung auszuführen, indem man zunächst im Vogel-Ossag-Apparat die Viskosität bzw. Viskositätskurve feststellt, dann das spezifische Gewicht im 10 ccm-Pyknometer ermittelt, mit 5 ccm Öl den Säuregehalt bestimmt, den Flammpunkt mit kleiner Menge feststellt und dieses Material gleich zur Bestimmung des Aschengehaltes im gleichen Tiegel weiter verwendet.

Bei der Ausführung der Kontrollbestimmungen sind wir von Dr. Hedwig Ramer und Dr. H. Selberg in dankenswerter Weise unterstützt worden, wofür wir ihnen auch an dieser Stelle verbindlichst danken. Besonders danken möchten wir auch dem Verein deutscher Ingenieure, der die Ausführung der Arbeit unterstützte, die mit im Interesse des Arbeitsprogramms des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik ausgeführt wurde. Es wird um Stellungnahme zu den behandelten Fragen möglichst bis 1. April 1927 an die Verfasser oder den „Deutschen Verband für die Materialprüfungen der Technik“, Berlin NW 7, Friedrich-Ebert-Straße 27, gebeten. [A. 267.]

## Über die Aktivierung des fermentativen Stärkeabbaus

von HANS PRINGSHEIM.

Chemisches Institut der Universität Berlin.

(Eingeg. 1. Sept. 1926.)

Die gewaltige Entwicklung der Fermentchemie in den letzten Jahren, welche ihren Niederschlag in den umfangreichen Werken von H. v. Euler und C. Oppenheimer gefunden hat, erhebt diesen Wissenszweig zu einem besonderen Forschungsgebiet. Wir können in ihm verfolgen, wie sich einerseits das Studium der Fermente besonders in Anlehnung an die physikalische und die Kolloidchemie entwickelt, wie die präparative Reinigung und Anreicherung der Fermente fortschreitet; wir können beobachten, wie die Einbeziehung fermentchemischer Methoden die Erkenntnis der Substrate, besonders der hochmolekularen Naturstoffe, aus der Reihe der Kohlenhydrate und Eiweißarten befruchtet, und wir

sehen zum Schluß, wie wertvoll auch das Eindringen in das Gefüge dieser Stoffklassen mit rein chemischen Methoden für die Entwicklung der Enzymchemie ist.

Zwei Eigenschaften sind für die biologischen Katalysatoren besonders charakteristisch: ihre der lebendigen Materie, aus der wir sie stets entnehmen, nahe verwandte Unbeständigkeit z. B. gegenüber höheren Temperaturgraden und ihre feine, ja spezifische Einstellung auf den Zustand ihrer Umgebung und ihrer Substrate; die erstere kommt in der Anpassung an bestimmte Aciditätsverhältnisse, die letztere in der spezifischen Einstellung auf die Konstitution und Konfiguration der Fermentsubstrate zum Ausdruck.

### I.

Ein besonderes Kapitel der Enzymchemie ist die Beeinflussung der Fermente durch Aktivierungsstoffe, zu deren Wirkung das Studium der Hemmungsstoffe in mancher Beziehung das Spiegelbild darstellt. Mehr und mehr wird man zu der Überzeugung kommen müssen, daß die Fermente in ihrer Wirkung vielseitig durch Aktivatoren unterstützt und reguliert werden, und daß die Erforschung dieses Kapitels der Enzymchemie, welches heute nur einen verschwindend kleinen Umfang der zusammenfassenden Literatur einnimmt, sich in den nächsten Jahren stark entwickeln und wieder zu einem Sonderwissenschaftszweig werden wird. Denn fraglos spielt die Aktivierung und Hemmung biologischer Katalysen im Organismus der Tiere und der Pflanzen eine große Rolle.

Die bisher bekannt gegebenen, nicht sehr ausgedehnten, dafür aber um so wichtigeren Ergebnisse der Enzymaktivierung sind nun genau so wie die Wirkung der Fermente selbst sehr verschiedener Natur. Man kann solche recht unspezifischer Art, andere von ausgesprochen feiner Anpassung unterscheiden, ja zum Schlusse Aktivatoren benennen, durch deren Mitwirkung ein Ferment so umgestimmt wird, daß es zu einer Wirksamkeit auf ein neues Substrat gelangt und durch den Aktivator gewissermaßen zu einem neuen Ferment wird. In solchen Fällen kann man die Aktivatoren am besten als Fermenthilfsstoffe, Komplemente, bezeichnen.

Von dem Gedanken, daß die Fermente in gewissen Fällen im unfertigen Zustande als „Zymogene“ oder „Proenzyme“ abgesondert werden, also in Gestalt einer inaktiven Vorstufe, welche durch den Aktivator, z. B. ein Co-Enzym in das wirksame Ferment umgewandelt wird, scheint man auf Grund der neueren Untersuchungen mehr und mehr abzukommen. Die Vorstellung, daß das Pepsin im Magen als Pepsinogen abgesondert und erst durch die Salzsäure aktiviert wird, ist der Erkenntnis des begrenzten Wirkungsbereiches des Pepsins bei einer für andere Fermente ungewöhnlich sauren Reaktion gewichen. Die Anschauung, daß ein Aktivator selbst auf enzymatischem Wege ein Proenzym in ein Enzym umwandle, ist z. B. bei der Enterokinase widerlegt worden; nach den Untersuchungen von Waldschmidt-Leitz besteht vielmehr zwischen dem Trypsin und seinem Aktivator eine stöchiometrische Beziehung.

Zu den am wenigsten spezifisch wirkenden Aktivatoren gehören die der fettsplittenden Fermente, welche, wie z. B. die Gallensalze oder auch Kalkseifen, vornehmlich durch Adsorption dafür sorgen, die wasserlöslichen Enzyme mit dem unlöslichen Fett in Berührung zu bringen. Ganz abhängig in seiner Fähigkeit den Zucker in Alkohol zu vergären von seinem Co-Ferment ist das Enzymgemisch, welches wir Zymase nennen; nur in Gegenwart des von der