

Entwicklung der Geschlechtsreife notwendig. Es ist von den genannten Autoren weitgehend isoliert worden und ist in seinen Eigenschaften — Löslichkeit, Thermostabilität und Destillierbarkeit — dem von Faust beschriebenen Sexualhormon auffallend ähnlich. [A. 15.]

Erfahrungen betr. Untersuchungsmethoden von Transformatoren-, Schalter- und Turbinenölen.

Von Dr. phil. G. BAUM, Wattenscheid.

Vorgetragen auf der Nürnberger Hauptversammlung in der Sonderabteilung des Fachausschusses für Brennstoff- und Mineralölchemie des Vereins deutscher Chemiker.

(Eingeg. 2. Febr. 1926.)

In erschreckender Weise mehrten sich in der letzten Zeit die Meldungen über Schalterbrände, häufen sich die Klagen über rasche Verschlechterung der Transformatorenöle und schnelle Alterung der Turbinenöle. Die Folge ist, daß eine ganze Anzahl führender Fachleute in Wort und Schrift die Angelegenheit bearbeitet. In erster Linie befassen sich die Arbeiten mit der Frage, wie man die Eignung der Erdölraffinate feststellt, sie gehen aber ganz an der betrüblichen Tatsache vorbei, daß die Öle tatsächlich so schlecht geworden sind, und worin der Grund der Verschlechterung liegt. Früher war das anders! Vor dem Kriege war es die Regel, daß Transformatoren-, Schalter- und Turbinenöle jahrelang ohne Anstände ihren Kreislauf verrichteten. Vor zwei Jahren traf ich in einem Betriebe sogar noch ein Turbinenöl aus der Vorkriegszeit, das also wenigstens neun Jahre im Betrieb gewesen war.

Die physikalisch-chemische Prüfung der genannten Öle erstreckt sich auf die Feststellung des spezifischen Gewichtes, des Flamm- und Stockpunktes, der Viscosität, der Säurezahl, des Gehaltes an Hartasphalt, Wasser, Asche und der mechanischen Verunreinigungen, wozu noch bei Turbinenöl die Untersuchung auf die Emulgierfähigkeit und Abwesenheit von fetten Ölen kommt. Alle Verfahren sind bekannt¹⁾ einfach und von jedem Betriebslaboratorium mit der vorgeschriebenen Apparatur leicht auszuführen.

Wesentlich anders liegt die Sache bei den besonderen Prüfungsverfahren, nämlich der Bestimmung der Durchschlagfestigkeit bei Transformatoren- und Schalterölen und der Bestimmung der Verteerungszahl bei diesen und Turbinenölen.

Die Bestimmung der Durchschlagfestigkeit setzt einen mehr oder weniger kostspieligen Prüfapparat voraus, von denen der von Siemens-Halske wohl der bekannteste ist. Die Durchschlagfestigkeit soll 60 KV/cm nicht unterschreiten. Während diese Vorschrift zuerst als sehr scharf vielfach angefochten worden ist, haben ausführliche Untersuchungen den Beweis erbracht, daß die Untersuchung lediglich eine Prüfung auf Abwesenheit von Wasser und mechanischen Verunreinigungen, wie Stoffasern u. dgl. ist. Denn jedes noch so minderwertige Erdölraffinat hat in völlig trockenem, faserfreiem Zustande eine Durchschlagfestigkeit, die über 60 KV/cm liegt. Während also die Prüfung auf Durchschlagfestigkeit oder vielmehr die dadurch festgestellte Wasserfreiheit vor dem Einfüllen des Öles in den Transformator dringend erforderlich ist, spielt sie bei Schalterölen keine wesentliche Rolle. Bei diesen Ölen werden ganz andere Anforderungen gestellt als an Transformatorenöle; sie sollen lediglich den bei der Schaltung entstehenden Fun-

ken schnell auslöschen. Es wäre daher für diese Ölart eine Prüfung auf Isolierfähigkeit auszuführen. Die Wissenschaftler finden hier noch ein völlig unbeackertes Arbeitsfeld.

Hatten wir es bisher mit Untersuchungsverfahren zu tun, die allgemein als gut und einwandfreie Ergebnisse liefernd anerkannt sind, so ist dieses bei der Bestimmung der Verteerungszahl nicht der Fall. Bekannt und gebräuchlich sind in Deutschland drei Verfahren: 1. Das kürzeste mit Natriumsuperoxyd, das sogenannte A.E.G.-Verfahren; 2. Das nach Schwarz-Marcusson, bei dem das Öl 50 Stunden auf 120° erwärmt wird und 3. das für Schiedsanalysen vorgeschriebene Verfahren, bei dem das Öl 70 Stunden auf 120° erwärmt wird, wobei je Sekunde zwei Blasen Sauerstoff durchgeleitet werden. Alle drei Verfahren liefern verschiedene Ergebnisse, die sich nicht miteinander vergleichen lassen. Für das Betriebslaboratorium wäre die A.E.G.-Methode erstrebenswert, da die meisten derartigen Laboratorien gar nicht in der Lage sind, die beiden anderen Verfahren einwandfrei durchzuführen. Erst recht gilt dieses von den noch weitergehenden Vorschlägen, die Dauer der Versuche auf 100, 300 ja 1000 Stunden auszudehnen. Ich bin der Ansicht, daß es sich doch ermöglichen läßt, zwischen den durch längere Dauer festgestellten Ergebnissen und den durch Natriumsuperoxyd erzielten Zahlen eine Vergleichsmöglichkeit zu schaffen. Die vielen Schwankungen liegen vielleicht an der wechselnden Zusammensetzung des Natriumsuperoxydes. Hier müßte sich doch leicht durch Festlegung des Titors ein Ausweg finden. Erhebliche Differenzen sind festgestellt beim Vergleich der Ergebnisse zwischen der Schwarz-Marcussonschen und der Schiedsmethode. Hierbei ist die Frage noch ungeklärt, ob der Sauerstoff nötig ist, oder ob es richtiger ist, in Anlehnung an die Betriebsverhältnisse die Luft als Reaktionskörper zu nehmen. Besonders die Untersuchungen von Dr. von der Heyden und Dr. Typke (Petroleum 22) zeigen ganz erhebliche Differenzen bei den verschiedenen Untersuchungsverfahren, vor allem bei den russischen Ölen, welche bei Gegenwart von Sauerstoff wesentlich höhere Verteerungszahlen zeigen als ohne Sauerstoff. Da die Betriebsergebnisse der letzten Zeit gerade diese Öle als besonders geeignet hinstellen, so neige ich zu der Ansicht, daß die Schiedsmethode nicht das richtige Bild zeigt, daß vielmehr der Sauerstoff durch Luft zu ersetzen ist. Ob ein Durchleiten nötig, oder ob Diffusion genügt, müßten weitere Versuche klären. Dr. Heyd hat neuerdings das Dezimalsystem vorgeschlagen, 100 Stunden bei 100° mit je 100 Blasen Luft in der Minute. Natürlich müßte die zugelassene Verteerungszahl entsprechend dem Untersuchungsverfahren verändert werden. Mein Vorschlag geht dahin, daß eingehende Versuche die Frage klären, wie weit man die A.E.G.-Methode mit einem genau typisierten Natriumsuperoxyd mit den Ergebnissen einer längeren Luftbehandlung bei 100° vergleichen kann, an Hand dieser Versuche für Betriebslaboratorien das erstere Verfahren einzuführen und die Bedingungen entsprechend festzulegen.

Die Frage, ob alle die mit so großer Sorgfalt von den Genannten durchgeführten Laboratoriumsversuche der vielen Arbeit wert sind, muß ich verneinen, denn Transformatoren-, Schalter- oder Turbinenöle, welche nach der schärfsten Untersuchungsmethode Verteerungszahlen haben, die weit unter der Höchstgrenze liegen, zeigen durchaus nicht stets günstige Betriebsergebnisse. Wissen wir überhaupt, ob die Verbindungen, welche wir durch die Verteerungszahl erfassen, wirklich schädlicher Natur sind? Setzen sie die Durchschlagfestigkeit herab, bilden sie

¹⁾ Siehe Richtlinien für den Einkauf und die Prüfung von Schmiermitteln, IV. Aufl. 1925, Verlag Stahleisen.

Schlamm, sind sie der Grund der Emulsionsbildung? All das wissen wir nicht. Im Gegenteil, es ist sogar durch Messung festgestellt worden, daß derartige Ausscheidungen recht hohe Durchschlagfestigkeit besitzen. Man sollte sich unter diesen Umständen doch damit begnügen, auf möglichst einfache Weise, etwa durch Natriumsuperoxyd, die Verteerungszahl feststellen zu lassen und sie bei der bisherigen Höhe zu belassen. All die verschiedenen Ergebnisse der drei Methoden spielen gegenüber obiger Tatsache doch gar keine Rolle. Zur wirklichen, der Praxis angepaßten Beurteilung müssen wir andere Wege suchen.

Auch die Prüfung der Zerreißfestigkeit gibt keinen Anhaltspunkt für das Verhalten der Öle im Betriebe. Die Laboratoriumsergebnisse sind so verworren, daß man sich von der Zuverlässigkeit kein Bild machen kann. Sie hat bisher auch nirgendwo festen Fuß fassen können.

In neuerer Zeit ist unter anderen von Dr. von der Heyden und Dr. Typke der Vorschlag gemacht worden, den durch Sauerstoff- oder Luftereinwirkung gebildeten Schlamm als Prüfmethode einzuführen. Dieser Weg erscheint mir, da er dem Betriebe ähnelt, gut. Ich möchte aber auch hier die Luft und nicht den Sauerstoff als Prüfstoff vorschlagen, und nur den wirklich gebildeten, nicht den durch Benzin fällbaren Schlamm bestimmen lassen. Denn hier müssen wir ebenfalls fragen, ist der durch Benzin fällbare Schlamm wirklich schädlich? Die Vorschrift müßte meiner Ansicht nach etwa lauten, daß nach einer hinsichtlich der Zeit noch festzulegenden Erhitzung auf 100° und Durchleiten von 100 Blasen Luft je Minute — falls nicht einfache Diffusion genügt — die Probe in der Laboratoriumszentrifuge 10 Minuten mit 3000 Umdrehungen geschleudert wird. Wenn sich Schlamm gebildet hat, ist das Öl abzulehnen. Die Zentrifuge sollte überhaupt viel mehr ein unentbehrlicher Bestandteil des Öllaboratoriums werden.

Bei der Prüfung der Frage, woher es kommt, daß die schnelle Verschlechterung der Transformatoren-, Schalter- und Turbinenöle erst nach dem Kriege beobachtet wurde, lag der Gedanke nahe, sie mit der Änderung der Raffinationsverfahren in Verbindung zu bringen. Bekanntlich werden im Gegensatz zu der Vorkriegszeit viele Destillate, besonders die Pennsylvanischen, nicht oder nur ganz wenig mit Schwefelsäure behandelt und dann einer Filtration über Bleicherden unterzogen. Die Endprodukte sind helle, den Raffinaten im Aussehen völlig gleiche Öle. Der Gedanke, die Anteile, welche durch Schwefelsäure noch angegriffen werden, festzustellen und zu untersuchen, wurde von Dr. Heyd aufgegriffen. In der Tat konnte er zeigen, daß Öle mit hohem Gehalt an diesen ungesättigten Kohlenwasserstoffen bei längerer Oxydation durch Luft eine erhebliche Steigerung der Verteerungszahl zeigten. Damit stimmten auch seine Betriebserfahrungen überein, denn Öle, die im Betriebe versagten, zeigten im Anlieferungszustande hohen Gehalt an ungesättigten Verbindungen. Da die russischen Öle bekanntlich wenig ungesättigte Kohlenwasserstoffe enthalten, scheint hierin auch die Vorliebe mancher Betriebe für diese Öle eine Erklärung zu finden. Allerdings wird die Ansicht von Dr. Heyd heute noch bestritten und muß weiter verfolgt werden. Ein von mir beobachteter Versuch bei einer Turbine bestätigte indes die Heydsche Theorie. Ein Öl mit einem größeren Gehalt an ungesättigten Verbindungen, das im Anlieferungszustande eine Verteerungszahl von 0,31% hatte, versagte völlig. Bereits nach 1000 Betriebsstunden war die Verteerungszahl auf 2,18%, nach 3000 Stunden auf

3,24% gestiegen, während die Säurezahl von 0,11 auf 0,28 und schließlich auf 0,45 stieg. Die Turbine lief schließlich derartig unruhig, daß sie stillgesetzt und das Öl ausgewechselt werden mußte.

Im Jahre 1924 wurde im Ölausschuß des deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik der Vorschlag gemacht, bei der Kennzeichnung der Erdöle zwischen Destillaten, Filtraten und Raffinaten zu unterscheiden. Die Bezeichnung Filtrate ließ man fallen, da man einerseits fürchtete, daß Verwechslungen mit den filtrierten Zylinderölen vorkommen könnten, andererseits aber eine Vorschrift zur Erkennung der hellen Filtrate gegenüber den Raffinaten nicht möglich erschien. Ich möchte heute den damals abgelehnten Vorschlag wieder aufgreifen und die Bezeichnung „Raffinate“ nur für solche Schmieröle zulassen, die nur geringe Mengen ungesättigter Kohlenwasserstoffe enthalten. Hierbei stelle ich einen Vorschlag Dr. Heyds zur Diskussion, der folgendermaßen arbeitet. In einem graduieren Probegläschen einer Zentrifuge von 15 ccm Inhalt werden je 5 ccm Öl und Schwefelsäure vom spezifischen Gewicht 1,84 durch Luft, welche aus einer eingetauchten Capillare am Grunde des Röhrchens austritt, $\frac{1}{2}$ Stunde durchmischt. Dann wird 10 Minuten lang mit 3000 Umdrehungen geschleudert, und die Zunahme der Schwefelsäure gemessen. Die auf 100 berechnete Zunahme gilt als Gehalt an ungesättigten Bestandteilen. Ich schlage vor, als Höchstgrenze 5% zu setzen. Derartige Raffinate sollten ausschließlich bei Transformatoren, Schaltern und Turbinen Verwendung finden. Ich bin überzeugt, daß mein Vorschlag heftigen Widerspruch erregen wird, möchte ihn aber doch dringend befürworten. Natürlich erwarte ich heute keine Abstimmung darüber. Vielleicht erscheint es praktisch, in der Benennung eine Änderung eintreten zu lassen, indem die bisher als Raffinate bezeichneten, mehr oder weniger mit Schwefelsäure behandelten Filtrate auch weiterhin Raffinate heißen, während die oben gekennzeichneten Öle eine neue Bezeichnung, vielleicht Edel-Raffinate oder dergleichen bekämen.

Dr. Heyd war sich bei seinem Vortrag, den er vor einigen Monaten vor der Gemeinschaftsstelle „Schmiermittel“ des Vereins deutscher Eisenhüttenleute hielt, selbst darüber klar, daß er die Eignungsfrage nicht restlos durch die Bestimmung der ungesättigten Anteile im Öl erfaßt hat. Er hat weiterhin vorgeschlagen, die Öle einer optischen Prüfung zu unterziehen. Diese Untersuchungsart ist nicht neu und auch in vielen klassischen Lehrbüchern, unter anderen im H o l d e, erwähnt. Bisher habe ich aber nirgendwo eine eingehende Arbeit über den Einfluß des Brechungswinkels auf die Güte des Öles gefunden. Es wurde lediglich die Höhe des in den verschiedenen Ölsorten gemessenen Winkels angegeben. Dr. Heyd will nun gefunden haben, daß die Veränderung des Brechungsindex (resp. unter Umständen

die spezifische Refraktion $\frac{n^2 - 1}{n^2 + 1} \cdot \frac{1}{d}$) während der stufen-

weisen Einwirkung von Schwefelsäure auf das Öl einen Rückschluß auf die Verwendbarkeit gestattet. Er nennt die Methode „Refraktolyse“. Natürlich kann der Verlauf auch mit anderen Reagenzien als Schwefelsäure verfolgt werden. Im Verlauf der Refraktolyse nimmt Dr. Heyd vier Linien auf: Linie 1, welche den Brechungsindex des Öles im Anlieferungszustande angibt. Linie 2 beschränkt gemeinsam mit Linie 1 denjenigen Bruchteil des Brechungsindex, der durch die mit Schwefelsäure reagierenden Kohlenwasserstoffe bedingt wird. Linie 3 gibt den Brechungsindex der gesättigten, und Linie 4 den

der ungesättigten Kohlenwasserstoffe wieder. Nach Dr. Heyd zeigen die Erdöle verschiedener Herkunft ganz charakteristischen Verlauf der Kurven, so daß wir, falls die Behauptung bestätigt wird, in dem Refraktometer einen einfachen Apparat zur Feststellung der Herkunft der Schmieröle haben. Bisher war es leider nicht immer möglich, das Öl genau nach seiner Herkunft zu bestimmen. Weitere Veröffentlichungen über dieses interessante Thema sind zu erwarten.

Ich möchte hier die behandelten Punkte zur Diskussion stellen. Ich habe in meiner Eigenschaft als Leiter der Gemeinschaftsstelle „Schmiermittel“ beim Verein deutscher Eisenhüttenleute die Fragen vor allem vom Standpunkt der Verbraucher und der Betriebschemiker behandelt, und lediglich einen ganz kurzen Überblick über das Gebiet geben können, da mir meine Zeit leider keine restlose Durcharbeitung der gesamten Literatur gestattete. Aus diesem Grunde habe ich auch von einem Hinweis auf die Literaturstellen abgesehen. Eine restlose Lösung der Fragen werden wir nur erreichen durch längere, intensive Zusammenarbeit zwischen Wissenschaftlern, Erzeugern und Verbrauchern. Hierzu ist es dringend erforderlich, daß die Arbeiten einem Forschungsinstitut für Schmiermittel- und Lagerwirtschaft übergeben werden, welchem die in den Betrieben gesammelten praktischen Erfahrungen zugänglich gemacht werden müssen. Hierzu fehlt uns nur eins: Geld! Ich möchte daher meine Ausführungen schließen mit einem Appell an die Wirtschaft, wenn nicht in den heutigen, trüben Zeiten, so doch bei eingetretener Besserung die Mittel hierfür zur Verfügung zu stellen. Ich bin überzeugt, daß die Industrie selbst in kurzer Zeit reichliche Früchte ihrer Tat ernten wird.

Im Anschluß an dieses Referat fand eine eingehende Diskussion statt. Alle Einzelheiten über die Diskussion können beim Obmann Prof. Dr. F. Frank, Berlin W 35, Lützowstr 96 eingesehen werden. Eine vollständige Wiedergabe war des mangelnden Raums wegen nicht möglich. Der Hauptinhalt der Diskussion ist der folgende:

Dr. von der Heyden, Oberschöneweide weist darauf hin, daß von den Fragen der rein analytischen Prüfung der Öle und denen ihrer Erhaltung im Betriebe die letzteren trotz ihrer größeren Wichtigkeit am wenigsten bearbeitet waren. Er will aber zur Diskussion lediglich über die Frage der Prüfung von Transformatoren- und Schalter-Ölen sprechen. Er unterscheidet hierzu die Anwendungszwecke beider und wünscht neue Prüfmethoden zunächst für Schalteröle, die ja den beachtlichen Kupferzerstörungen im Lichtbogen ausgesetzt sind. Bei Transformatorenöl sind die heutigen Prüfungsmethoden wegen des mannigfaltigen Baues derselben nicht ohne weiteres generalisierbar. Der Vergleich mit den früheren Verwendungswerten ist nicht zutreffend, weil die Beanspruchungen heute um das Vielfache gegen früher gesteigert sind. Gesteigert sind demnach auch die Einwirkungen des Hauptschädling, des Sauerstoffs. Die Anforderungen, die die Schiedsmethode stellt, sind deshalb auch eher zu verschärfen als abzuschwächen. Die Superoxydmethode wird für schnelle Betriebsmethoden vielleicht möglich sein, einstweilen rücken wir von derselben wieder etwas ab. Diesbezüglich wird auf die Arbeiten in Erdöl und Teer verwiesen und ebenso auf die Raffinationsarbeiten und die Schlammabildung, die gleichfalls inzwischen veröffentlicht sind. Was die Raffination mit Schwefelsäure angeht, so bestehen für Öle optimale Grenzen. Die Überschreitung derselben führt zu labileren Stoffen. Auf Grund dieser an sich genügend bekannten Beobachtungen wurden dann noch Bedenken gegen die zurzeit bekannten Ergebnisse der Dr. Heydschen Prüfmethode gemacht, die sich scheinbar der Akzisemethode nähert und noch den refraktolytischen Faktor hinzuführt, ohne genügend breites Material bekannt gegeben zu haben. Es wird auch auf die Schwierigkeiten der Einstellung auf bestimmte Ölprovenienzen hingewiesen.

Dr. Rosenberg, Berlin, erinnert an die Erfahrungen des Auslandes mit dem Michie-Test und eine mögliche Bedeutung des Schwefelgehaltes für die Verwendung der Öle. Die Raffinationsmethode nach Edeleanu biete hier erfahrungsmäßig auswählende Reinigung. Demgegenüber wird von anderer Seite gegen den Michie-Test entschieden und begründet Widerspruch erhoben, was Dr. Rosenberg dazu veranlaßt, zu sagen, daß er nur auf die Vergleichserfahrungen in England und Amerika exemplifizieren wolle.

Dr. Landsberger, Berlin, zeigt die Wichtigkeit des Vorliegens geeigneter deutscher Öle. Er weist nach, erfahrungs- und zahlenmäßig, daß diese Öle einwandfreie lange Lebensdauer bei sachgemäßer Vorbehandlung haben.

Sehr eingehend teilt dann Dr. Baader, Hürth, seine Erfahrungen zur Transformatoren- usw. Ölfrage mit. Er verweist darauf, daß bei der Verteerungszahl nur die zurückbleibenden oxydierten Produkte erfaßt, die flüchtigen und nicht leicht verseifbaren aber unerfaßt bleiben. Die eigentliche Verteerung bei dem Transformatorenöl ergibt sich aus der Verteerungszahl — Teerzahl im Anlieferungs- bzw. Gebrauchszustand gegenüber Anlieferung. Ein sicheres Kriterium für die Lebensfähigkeit der Öle wird dadurch nicht gegeben. Es sei erforderlich, mehr die gebrauchten Öle zur Aufklärung der Vorgänge heranzuziehen. Die reine Verteerungszahl berücksichtigt nicht den Einfluß des elektrischen Feldes. Dr. Baader spricht sich entschieden für die Schaffung eines Arbeitsausschusses aus, der in erster Linie die Verbraucherkreise umfaßt, aber in sorglichem Kontakt mit den Erzeugern der Öle und den wissenschaftlichen Stellen sei.

Im Anschluß an diese Ausführungen teilt Dr. v. d. Heyden nochmals mit, daß er großen Wert auf die Bestimmung der Schlammstoffe lege, die sich am besten überhaupt nicht bilden dürften. Würde man dieselben einfach vernachlässigen, so würden labile Ölgruppen überhaupt nicht erfaßt in ihren ungünstigen Eigenschaften, weil die Schlammstoffe nicht in die Kießlingsche Lauge gehen.

Dr. Müller, Hirschfelde, berichtet über die Dauerkontrollversuche, die im Anschluß an das Franksche Programm in Zschornowitz von Dr. Wellmann und an einigen anderen Stellen ausgeführt wurden, und empfiehlt ein Zusammenarbeiten.

Prof. Frank macht eingehende Ausführungen über die Ölveränderungen durch Sauerstoffeinwirkung und die Erfassung aller dabei entstehender Produkte. Er teilt einige der Erfahrungen und Arbeitsmöglichkeiten mit und verweist auf die katalytisch mitwirkenden Ölinhalts- und Begleitstoffe. Auch führt er aus, daß es erwünscht sei, daß die viele Einzelarbeit an den verschiedensten Stellen aufhöre, und daß die Mittel zusammengefaßt werden möchten an den bereits bestehenden Mineralöl-Forschungsinstituten Berlin und Karlsruhe. Bei der Zusammenfassung seien die erforderlichen Mittel nicht zu große, um sie nicht gerade unter den bestehenden ungünstigen wirtschaftlichen Verhältnissen und zu deren Beseitigung aufzubringen. Man dürfe dabei nicht die Tatsache übersehen, daß die Ölfrage gerade fast den stärksten Passivposten in unserer wirtschaftlichen Bilanz darstellt. Der Staat habe ja auch dem Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit große Mittel bewilligt. Es sei wohl selbstverständlich, daß von denselben auch besonders für das überall grundlegende Ölgebiet nennenswerte Teile abgezweigt würden.

Im Schlußwort greift Dr. Baum das Ergebnis der Aussprache zusammen. Er behandelt nochmals die einzelnen Momente und dankt für das Interesse, welches die Anregungen gefunden hätten. Es wird dann die Kommission mit dem Recht der Kooptierung auch ausländischer Mitglieder gewählt, bestehend aus:

Obmann: Prof. Dr. Frank, Berlin W 35.

Mitglieder: Dr. Baader, Hürth b. Köln; Dr. Baum, Wattenscheid; Dr. v. d. Heyden, Berlin-Oberschöneweide; Direktor Dr. Landsberger, Berlin; Dr. Otto Stern, Hamburg.

Kooptiert sind: Dr. Stäger von Fa. Brown, Boveri & Cie., Baden; Dr. Abe, Oslo; Evert Norlin, Abteilungschef in der Staatlichen Prüfungsanstalt, Stockholm. [A. 24.]