

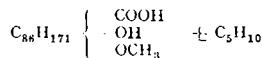
Chemische Gesellschaft Zürich

22. November 1950

E. LEDERER, Paris: *Recherches récentes sur la Chimie du Bacille Tuberculeux.*

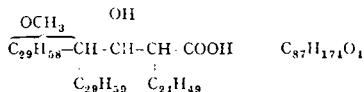
Die biologischen Arbeiten zu den vorliegenden Untersuchungen wurden 1947 unter Mitarbeit von Herrn Asselineau begonnen. Die Verbindungen der Tuberkelbazillen bestehen aus Proteinen, Polysacchariden und Lipoiden. Letztere lassen sich bei der Aufarbeitung in aceton-unlösliche Anteile, Phosphatide, Wachse und gebundene Lipide zerlegen.

Die Untersuchungen des Vortr. beschäftigten sich hauptsächlich mit den Wachsen der Tuberkelbazillen. Diese sind z. T. Ester, welche beim Verseifen eine hochmolekulare Säure geben. Das Molekulargewicht dieser Säure beträgt ca. 1300. Aus den getrockneten Tuberkelbazillen lassen sich 8,5% dieser Säure gewinnen. Sie wurde zuerst als einheitlich betrachtet und Mycolsäure genannt. Die Analyse ergab die Bruttoformel



Pyrolyse bei 300° ergibt die gesättigte unverzweigte Säure $\text{C}_{25}\text{H}_{51}\text{COOH}$ (Cerotinsäure). Bei der Oxydation der Mycolsäure mit Chrom(VI)-oxyd werden unter anderem die normalen Säuren mit 17 und 18 Kohlenstoffatomen erhalten.

Die Reindarstellung der Mycolsäure schien zuerst sehr mühsam, da ihre Alkalialze in organischen Lösungsmitteln (sogar Petroläther) leicht löslich sind. Eine günstige Reinigungsmethode wurde jedoch in der Chromatographie der Ester an Aluminiumoxyd der Aktivität II gefunden. Auf diesem Wege ließ sich die Mycolsäure in zwei Isomeren auftrennen. α -Mycolsäure hat einen Fp von 55–56° C und $[\alpha]_D = 1,8 \pm 0,5$. Die entspr. Konstanten für die β -Mycolsäure lauten: Fp 71–73°, $[\alpha]_D = 2,3 \pm 0,5$. Bemerkenswert ist, daß die beiden Mycolsäuren bei der Wasserabspaltung identische Anhydrosäuren liefern. Das Absorptionsspektrum im UV zeigt, daß die Anhydromycolsäure α - β -ungesättigt ist ($\lambda_{\text{max.}} 217 \text{ m}\mu$, $\log \epsilon = 4,1$). Da bei der Reduktion der Carboxyl-Gruppe kein Äthylenglykol-Derivat entsteht, kommt für die Hydroxyl-Gruppe nur die β -Stellung in Frage. Die wahrrscheinlichste Formel für die Mycolsäure ist demnach



Syntheseversuche, insbes. mit Behensäure, stützen die Abbaureultate. Es wurden auch Wege der Biosynthese im Organismus aufgezeigt, die durchaus mit der vorläufigen Formel der Mycolsäure im Einklang stehen.

Die Wachse enthalten 45% Mycolsäure, 10% Fettsäuren und 45% Lipo-polysaccharide. Diese wasserlöslichen Polysaccharide wurden ebenfalls sorgfältig analysiert. Dabei ließen sich die folgenden Zucker nachweisen: Arabinose, Galaktose und Xylose. Die stickstoff-haltigen Verbindungen wurden papierchromatographisch untersucht. Es ergaben sich dabei drei Flecken für Aminosäuren, von welchen sich zwei leicht als Alanin und Glutaminsäure identifizieren ließen. Der dritte Fleck führt von der in höheren Organismen sonst unbekannten α , α' -Diamino-pimelinsäure¹⁾ her. Die getrockneten Tuberkelbazillen enthalten 0,3 bis 0,9% Diamino-pimelinsäure.

Der Forschung nach neuen Heilmitteln gegen die Tuberkulose eröffnen sich somit zwei neue Wege: Es wäre denkbar, daß synthetische Verbindungen analog der Mycolsäure tuberkulostatische Wirkung aufweisen. Für die Bazillen könnten sich ferner Derivate der Diamino-pimelinsäure als toxisch erweisen, welche für höhere Organismen unschädlich sind.

H. [VB 240]

GDCh-Ortsverband Bielefeld

am 27. Oktober 1950

W.-H. WAGNER, Frankfurt-M.: *Oxydativer Abbau aromatischer Verbindungen durch Bakterien.*

Als Grundlage für die Chemothrapie der bakteriellen Infektionen ist die Erforschung des Stoffwechsels der Erreger von besonderem Interesse. Über den oxydativen Abbau aromatischer Substanzen durch Bakterien ist bis jetzt wenig gearbeitet worden. Vor allem Bodenbakterien können einfache aromatische Substanzen wie Phenol, Kresol, Resorcin, Naphthalin u. ä. als Energiequelle verwenden. Seit den Versuchen Bernheims (1940) datieren Bemühungen, das Abbauschema bei derartigen Verbindungen aufzuklären. Von verschiedenen Autoren wurde besonders über den Abbau von Phenol, Benzoesäure, p-Oxybenzoesäure, Mandelsäure, Phenylsäure gearbeitet. Die Versuche, mit ganz verschiedenartigen Testkeimen durchgeführt, scheinen ähnliche bzw. gleiche Abbauwege zu ergeben. Die in Frage kommenden Intermediärprodukte wurden teils direkt, teils indirekt (Methode der simultanen Adaptation nach Stanier) ermittelt. Der Abbau von Mandelsäure geht wahrscheinlich über Phenyl-glyoxylsäure, Benzaldehyd, Benzoesäure, Brenzocatechin, o-Benzochinon, β -Ketoadipinsäure, der von p-Oxybenzoesäure über Protocatechusäure zu o-Benzochinon usw. Vortr. berichtet über eigene Versuche mit 2 Stämmen von saprophytären Mycobakterien (*Smegma*,

¹⁾ Vgl. diese Ztschr. 62, 197, 419 (1950).

Rabinowitsch); der Abbau von Benzoesäure geht auch hier über Brenzcatechin nach dem bereits genannten Schema. Die Bildung der dabei beteiligten adaptiven Fermente wird außer durch Streptomycin (*Bernheim*) auch durch Auricomycin (*Wagner*) gehemmt, wobei vom letzteren für die Hemmung wesentlich weniger Antibiotikum benötigt wird.

W.-H. W. [VB 235]

GDCh-Ortsverband Bonn

am 8. November 1950.

G. SCHWARZENBACH, Zürich: *Die analytische Anwendung der Trilone.*

Die Bildung von Metallkomplexen konnte bisher nur in wenigen Ausnahmefällen als Basis eines Titrationsverfahrens dienen, weil die freie Energie solcher Reaktionen meistens zu gering ist und der Vorgang infolge der stufenweisen Anlagerung der Liganden keinen wohldefinierten Endpunkt besitzt. Man kann nun die Bedingungen dadurch verbessern, daß man die Liganden miteinander verknüpft, wobei ein Chelatkomplexpartner entsteht, d. h. eine Moleköl (oder Ion), welche dem Metall-Kation mehrere Koordinationspartner zur Verfügung stellt, so daß sich bei der Komplexreaktion Ringe bilden, die möglichst spannungsfrei sein sollen. Die freie Energie wird dadurch gewaltig gesteigert¹⁾ und die Stöchiometrie vereinfacht, so daß das Metall und der Chelatpartner oft im Verhältnis von 1:1 zusammentreten. Die Reaktion bekommt dann die charakteristischen Merkmale einer Neutralisation²⁾. Als Beispiel diene die Verwendung eines Polyamins (z. B.: $\text{N}-(\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NII}_2)_3$) an Stelle von Ammoniak.

Besonders vielfältig anwendbare Chelatpartner sind die Derivate der Iminodiessigsäure (die „Komplexone“³⁾, z. B. die Trilone A und B, Nitrotriessigsäure $\text{N}^-(\text{CH}_2\text{COOII})_3$ ($= \text{H}_3\text{X}$) und Äthylendiamintetraessigsäure $(\text{HOOC}-\text{CH}_2)_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N}(\text{CH}_2-\text{COOH})_2$ ($= \text{H}_4\text{Y}$). Für die Endpunktindikation solcher Titrationen kann man entweder einen pH -Effekt⁴⁾ auswerten oder man kann einen Metallindikator anwenden.

Im ersten Falle wird die neutrale ($\text{p}_{\text{H}} \sim 6$) Metallsalzlösung mit einer gleichfalls neutralen Komplexlösung (welche bei Verwendung von Nitrotriessigsäure das Anion HIX^{-2} enthält) versetzt, wobei eine dem Metall äquivalente Menge Wasserstoffionen in Freiheit gesetzt werden ($\text{Zn}^{+2} + \text{HX}^{-2} \rightarrow \text{ZnX}^- + \text{H}^+$), die anschließend alkalimetrisch titriert werden. Die Kationen von Ca, Cd, Co, Cu, Hg, Mg, Mn, Ni, Pb, Zn sind derart bestimmbar.

Metallindikatoren⁵⁾ sprechen auf Metallionen in derselben Art und Weise an, wie die pH -Indikatoren auf die Wasserstoffionen. So gibt das Murexid in stark alkaliseher Lösung mit Calcium einen roten, löslichen Komplex. Fügt man diesen Farbstoff bei der komplexometrischen Titration von Ca hinzu, so tritt ein scharfer Farbwechsel auf, sobald die äquivalente Menge Maßlösung (den Komplexbildner enthaltend) zugefügt worden ist⁶⁾. Mit geeigneten Farbstoffen kann man in ähnlicher Weise die Kationen von Bi, Cd, Co, Cu, Fe, Hg, Mg, Mn, Pb, Zn, sowie die Gesamthärte titrieren⁷⁾.

Da die Bildungskonstanten der Chelatkomplexe der verschiedenen Metalle verschieden groß sind⁸⁾, ist es möglich, irgendein Metall in Anwesenheit eines anderen zu titrieren, ähnlich wie man ein Gemisch verschieden starker Säuren analysiert. Nach dieser Operation kann man die beiden Metalle dann dadurch trennen, daß man die Lösung durch ein Austauschharz schickt, welche das nicht komplex gebundene Kation zurückhält. Auch in Kombination mit Fällungsreagenzien kann man die Komplexe mannigfach verwenden⁹⁾.

(Wegen der Arbeitsvorschriften und der notwendigen Chemikalien wende man sich an die Firma Siegfried, Zofingen, Schweiz).

Sch. [VB 244]

GDCh-Ortsverband Frankfurt-M.

am 12. Oktober 1950

W. RIED, Frankfurt-M.: *Die Synthese neuer heterocyclisch substituierter Formacyl-Verbindungen und ihre chemische und biologische Anwendung.*

Für biologische Untersuchungen waren Formazane wünschenswert, die möglichst blaue bis blauschwarze Farblösungen ergeben. Es wurde versucht, dies durch Einführung von heterocyclischen Komponenten in das Formacyl-System zu erreichen. Durch Kupplung von Benzaldehyd-phenylhydrazen mit diazierten heterocyclischen Aminen in alkalischer Lösung wurden zunächst einfache heterocyclisch substituierter Formazane erhalten, die prächtig kristallisierten. Es wurden dargestellt: C,N-diphenyl-N'-6-chinolylformazan (Fp. 174°), C,N-diphenyl-N'-3-chinaldylformazan (Fp. 208°), C,N-diphenyl-N'-(5)-(6-äthoxychinolyl)-formazan (Fp. 147°), C,N-diphenyl-N'-(7)-Chinolylformazan (Fp. 165°), C,N-diphenyl-N'-dehydrothio-p-toluidylformazan (Fp. 197°), C,N-diphenyl-N'-2-thiazolylformazan (Fp. 146°).

¹⁾ G. Schwarzenbach u. J. E. Prue, Helv. Chim. Acta 33, 945–1005 (1950).

²⁾ G. Schwarzenbach, Chimia 3, 1 (1949).

³⁾ G. Schwarzenbach u. Mitarb., Helv. Chim. Acta 28, 828, 1133; 29, 364, 811; 30, 1303, 1798; 31, 331, 456, 1029; 32, 839, 1046, 1175, 1543, 1682 (1945–1949).

⁴⁾ Dieselben, ebenda 31, 331, 456 (1948).

⁵⁾ H. Gysling u. G. Schwarzenbach, ebenda 32, 1314, 1484 (1949). Vgl. auch diese Ztschr. 62, 127 (1950).

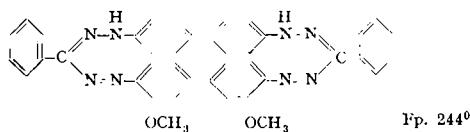
⁶⁾ G. Schwarzenbach u. Mitarb., Helv. Chim. Acta 29, 811 (1946).

⁷⁾ W. Biedermann u. G. Schwarzenbach, Chimia 2, 56 (1948).

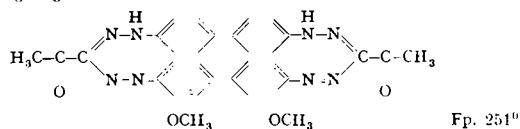
⁸⁾ H. Ackermann u. G. Schwarzenbach, Helv. Chim. Acta 32, 1543 (1949).

⁹⁾ R. Pribil, Chimia 4, 160 (1950).

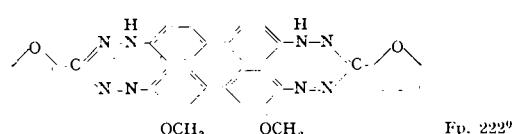
Ihre Lösungen in Aceton, Chloroform oder Alkohol sind rot. Mit o-Dianisidin als Kupplungskomponente ergaben sich Diformazane mit mehr oder weniger blauen Lösungen. Durch Kupplung von Benzaldehyd-phenylhydrazone mit o-Dianisidin erhält man ein Diformazan, das eine blau-violette Lösung ergibt. Es schmilzt nach der Kristallisation aus Pyridin nach Zusatz von wenig Wasser scharf bei 244° und kristallisiert in grünschwarzen Nadelchen mit metallischem Oberflächenglanz.



Brenztraubenaldehyd-phenylhydrazone und o-Dianisidin lieferten ein dunkelgrün kristallisierendes Formazan, das eine prächtige purpurne Farblösung ergibt.



Das erste rein blaue Diformazan konnte aus Furfurol-phenylhydrazone und o-Dianisidin erhalten werden.



Terephthalaldehyd-bis-phenylhydrazone und o-Dianisidin gaben ein mikrokristallines schwarzes Diformazan, das in Chloroform und Aceton eine fast schwarze Lösung ergibt, die in der Durchsicht einen rötlichen Stich aufweist. Die Lösung in Pyridin ist schwarz. Die heteroaryleischen Formazane wurden in Chloroform-Lösung mit Isoamylnitrit und Salzsäuregas zu den entspr. Tetrazoniumsalzen cyclisiert. Die Ausbeuten dabei sind unterschiedlich. Am besten lassen sich das blaustrichige Diformazan aus Benzaldehyd-phenylhydrazone und das schwarze aus Terephthalaldehyd-bis-phenylhydrazone cyclisieren. Das blaue Formazan aus Furfurol verharzt bei der Behandlung mit Oxydationsmittel stark, wahrscheinlich wegen der großen Säureempfindlichkeit des Furan-Ringes.

Eine neue Cyclisierungsmethode gestattet es, carbocyclisches Formazan leicht und in guter Ausbeute in die entspr. Tetrazoniumsalze überzuführen. Das Formazan wird in Alkohol suspendiert und unter Zugabe katalytischer Mengen Vanadinpentoxyd mit Wasserstoffsuperoxid (35%) und konz. Salzsäure oxydiert. Bald verschwindet unter Selbsterwärmung des Gemisches die Formazan-Farbe und es resultiert die Lösung des entspr. Tetrazoniumsalzes, das wie üblich isoliert werden kann.

Ferner wurde an Lichtbildern das Reduktionsvermögen gewisser Mikroorganismen und Bakterien demonstriert, das sich durch die Bildung der gefärbten Formazane aus den Tetrazoniumsalzen im Zelleib der Mikroorganismen zeigt. Es konnte gezeigt werden, daß die Reduktionsorte innerhalb des Zelleibs entweder polar endständig oder in regelmäßiger Folge angeordnet sind. Bei Mäuse-aszitostumorzellen wurde gezeigt, daß die Reduktionsorte perinuklear liegen. Schließlich wurde ein neues diagnostisches Verfahren von Siegert und Brückel demonstriert, wonach Leukozyten-Aufschlammungen im Blutplasma von Blutkranken und Carcinom-Trägern bes. hohe Reduktionswerte in der Bildung von Formazanen ergeben. Durch Verwendung der neuen blauen Formazane wird gerade die biologische Seite noch weiter wesentlich verbessert werden.

H.-R. [VB 233]

GDCh-Fachgruppe „Körperfarben und Anstrichstoffe“

7. Fachtagung, 26. Oktober 1950 in Stuttgart

Dr. E. A. Becker, der Vorsitzende der GDCh-Fachgruppe „Körperfarben und Anstrichstoffe“, begrüßte die erschienenen Tagungsteilnehmer – etwa 180 – und dankte besonders dem örtlichen Tagungsleiter Dr. Goeb. Der Schwerpunkt der Tagung lag bei den Pigmenten, dem Arbeitsgebiet des verstorbenen Stuttgarter Kollegen Prof. Dr. Hans Wagner.

A. GOEB, Stuttgart: Teilchengröße und Teilchenform von Pigmenten und ihre Bedeutung.

Die ideale Teilchengröße für Laekfarbenpigmente liegt zwischen 5 und 0,5 μ . Bei Teilchengrößen im kolloidalen Bereich treten unangenehme Nebenergebnisse auf, z. B. Durchbluten von unlöslichen anorganischen Pigmenten, überschüssige Bindemittelaufnahme, Erhöhung der Viscosität und Thixotropie usw. Durch die starke Vermehrung der Oberflächenkräfte bei feinstter Verteilung ist die Neigung der Pigmentteilchen groß, durch Zusammenballung die freien Oberflächenkräfte abzusättigen. Auch bilden sich Luft- und Feuchtigkeitshüllen, die beim Anreiben Schwierigkeiten verursachen. Zu kleine Teilchen erschweren das Anreiben. Mit abnehmender Teilchengröße nimmt das Deckvermögen zu. Es erreicht bei etwa 2,5 μ den kritischen Punkt des maximalen Deckvermögens. Bei Weißpigmenten ist die Deckfähigkeit eine Funktion des Brechungsindex und der Teilchengröße, bei Buntpigmenten kommt die

Lichtabsorption hinzu. Die Deckfähigkeit, aufgefaßt als Summe der Remission und Absorption, kann bei den verschiedenen Pigmenten durch vergleichbare Zahlen mit einem vom Vortr. konstruierten Deckkraftmesser kontrolliert werden. Für die Kontrolle des Mischvermögens gibt es noch keine voll befriedigende Methode. Die Teilchengröße beeinflußt in gewissem Grade die Lichtechnik von Pigmenten. Bei sonst gleichen Bedingungen und gleicher chemischer Zusammensetzung treten durch Unterschiede in der Teilchengröße starke Veränderungen im Farbton von Pigmenten auf. Vorliegende Betrachtungen gelten einwandfrei nur für annähernd kugelförmige Pigmente. Bei nadelförmigen Pigmenten sind die gesetzmäßigen Verhältnisse nicht so klar. Nadelförmige Pigmente haben den Nachteil, sich durch ihre lockere Lagerung schwieriger anreiben zu lassen, durch Störung der Oberflächendichte matte Filme zu geben und vielfach Pleochroismus zu zeigen. Universalnetzmittel für alle Pigmente gibt es nicht. Pigmente lassen sich ein und demselben Netzmittel gegenüber in 4 Grundklassen einteilen: 1) unbeeinflußbare, 2) solche mit zwei Maxima und Minima an bestimmter Stelle, 3) solche, die ein Maximum dort zeigen, wo Klasse 2 ein Minimum zeigt, und ein Minimum, wo Klasse 2 ein Maximum zeigt, 4) Pigmente mit nur einem Maximum.

Aussprache:

H. Arnold, Oberhausen: Das Grindometer ist keine neue amerikanische Erfindung. In unserem Labor befindet sich das Gerät wenigstens seit 1933. Bei der Beurteilung der unterschiedlichen Wirkung von Netzmitteln ist grundsätzlich zu berücksichtigen, ob es sich um Pigmente oleophilen oder hydrophilen Charakters handelt. Die gezeigten Maxima bei der Netzmittelaufnahme sind u. U. durch die von Behre-Hamburg aufgestellte Theorie deutbar, nach der die Benetzung eines Pigmentes in mehreren Phasen verläuft und dazwischen jeweils Halbpermeation auftritt. Die erste Phase ist dabei die Umhüllung der äußeren Oberfläche mit dem Netzmittel, die zweite die Benetzung der inneren Oberfläche und die dritte gegebenenfalls der Übergang von der Adsorption zur Chemosorption. E. Roßmann, München: Gröberes Korn ist für Künstlerzwecke erwünscht. E. Schuhmann, Stuttgart: Bei Benetzung bei ca. 800 atm werden alle Gasräume benetzt.

R. KÖNIG, Stuttgart: Feinstrukturuntersuchungen an Farbpigmenten mittels Röntgenstrahlen.

Das Auftreten oder Fehlen von Interferenzen gibt Aufschluß über den Ordnungszustand von Pigmenten. Röntgen-Interferenzen lassen sich charakterisieren durch 1) ihren gegenseitigen Abstand, d. h. ihre Lage, 2) ihre Breite bzw. Schärfe, 3) ihre Intensität. Während die Vermessung eines Filmes und die Ermittlung der Gitterkonstanten für die Pigmentherstellung zunächst sekundäres Interesse besitzen, führt die Beurteilung der Linienbreite bzw. -schärfe qualitativ zu einer Abschätzung der sog. Primärteilchengröße. Ihre quantitative Erfassung ist röntgenographisch möglich, wobei man häufig einen Mittelwert erhält, da eine einheitliche Teilchengröße selten ist und man besser von einem Verteilungszustand der Dimensionen spricht. Durch Messung der Reflexionsintensität unter Heranziehen der Fourier-Analyse ist es schließlich möglich, ein Bild über die Elektronendichte von Substanzen zu bekommen, was beim Heliogenblau zu einer schönen Bestätigung des organischen Strukturbildes führte. Aussprache:

H. Arnold, Oberhausen: Sind mit Hilfe des Debye-Scherrer-Diagramms Gitterstörungen erkennbar, wenn bei Lithopone das Kobalt tatsächlich in das Gitter eingetreten ist? Sind Gitterstörungen bei Metallocydraten erkennbar, wenn ein Sauerstoff-Manko besteht? Vortr.: ist der Aufbau, daß beide Fragen zu bejahen sind, vorausgesetzt, daß tatsächlich Gitterstörungen vorliegen. Böhme, Mannheim: Es wird darauf hingewiesen, daß es bei sehr feinen Verteilungen bis zum fast völligen Ausbleiben der Elektroneninterferenzen kommen kann.

H. BRINTZINGER, Stuttgart: Aufgaben und Ziele des neuen Forschungsinstituts für Pigmentfarben und Lacke.

Die Forschung von heute ist die Technik und das Geschäft von morgen. Wir leben heute von der Grundlagen- und angewandten Forschung der letzten 10–20 Jahre und werden in den nächsten Jahren von dem leben müssen, was die Forschung jetzt leistet. Hoch ist daher die Initiative des Württemberg-Badischen und des Hessischen Wirtschaftsministeriums, des Verbandes der Mineralfarbenindustrie sowie der Verbandsgruppen der Lackindustrie von Württemberg-Baden und Hessen zu schätzen, die sich zusammenfanden, um das Institut für Pigmentfarben und Lacke in Stuttgart zu gründen. Das Institut wird jungen Chemikern, die sich für Lacke und Pigmentfarben interessieren, eine entspr. gründliche wissenschaftliche und praktische Ausbildung vermitteln. Darüber hinaus erscheint es wichtig, den Studierenden anderer Fachrichtungen einen Einblick in die Möglichkeiten zu bieten, welche durch richtige Anwendung der Lacke und Pigmentfarben für den Oberflächenschutz und andere Zwecke gegeben sind. Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten des Instituts werden sich mit dem Gesamtgebiet der Pigmentfarben und Lacke, von den Rohstoffen über die Herstellung bis zur Anwendung, einschließlich der Prüfung und Prüfungsmethoden befassen. Das Institut wird engstens mit den Pigmentfarben und Lacke sowie deren Rohstoffen herstellenden Industrien zusammenarbeiten und es wird beratend den an der Verarbeitung von Pigmentfarben und Lacken interessierten Industrie- und Handwerksbetrieben zur Seite stehen. Auch für neutrale Begutachtungen sowie Obergutachten in Streitfällen wird das Institut zur Verfügung stehen.

H. E. J. NEUGEBAUER, Stuttgart: Über die Messung der Lichtechnik von Pigmenten.

Es wird gezeigt, daß es bei Bestimmung von Lichtechnik durch Vergleich nicht darauf ankommt, ob die zu vergleichenden Proben aus dem gleichen Material bestehen und ob sie die gleiche Farbe besitzen. Daraus folgt, daß Einwände, die von Zeit zu Zeit gegen das Wollphotometer erhoben werden, nicht stichhaltig sind. Sein Hauptnachteil dürfte sein, daß es schwierig ist, den Zeitpunkt genau zu bestimmen, wann eine deutlich erkennbare Änderung der zu untersuchenden Probe eingetreten