

schiffe und Flugzeuge, Linoleumindustrie usw. Es kann in vielen Fällen Kork oder Kapok ersetzen, Stoffe, die bekanntlich aus dem Auslande bezogen werden müssen, und ist bis zu einer Temperatur von  $145^{\circ}$  beständig.

Dr. K. Zahn, Regensburg, und Dr. F. Drexler, Ludwigshafen a. Rh.: „Leinöl und Leinölmischungen als Schutzmittel für Natursteine.“

Zu der natürlichen Verwitterung der Natursteine ist seit Einführung der Steinkohlenfeuerung eine Zerstörung durch chemische Angriffe getreten, der man seit Jahrzehnten durch Steinschutzmittel zu begegnen sucht. Da die im folgenden beschriebenen Versuche in der Hauptsache am Regensburger Dom laufen, werden die dort vorherrschenden Verwitterungszustände kurz geschildert. Je nach Gesteinsart und Beanspruchung äußert sich die Zerstörung in der Bildung von leicht abstreifbaren mehlartigen Ausblühungen oder von Absandung oder von festen harten Krusten. Während erstere ohne weiteres den Zustand des Verwitterungsgrades erkennen lassen, täuscht die Krustenbildung eine Festigkeit vor; in Wirklichkeit sind solche Steine im Innern meist mehr zerstört als erstere. Es gibt also hier schon die Natur einen Hinweis, daß Schutzmittel keine feste, abschließende Haut oder Kruste bilden dürfen. Diese Tatsache konnte experimentell im Laboratorium erläutert werden. Auf Grund langjähriger Groß- und Kleinversuche werden die an ein Steinschutzmittel zu stellenden Anforderungen aufgeführt, nämlich Wasser- und Wetterfestigkeit, Temperaturwechsel- und Frostbeständigkeit. Das Eindringvermögen der Substanz in den Stein soll möglichst hoch sein, die Poren sollen nur ausgekleidet, nicht aber verstopt werden; es ist also nur eine wasserabweisende Tränkung ähnlich wie bei „wasserdicht“ getränkten Stoffen anzustreben. Ferner ist zu verlangen verhindrende Wirkung auf die Gesteinsbestandteile, ohne aber damit chemische Umsetzungen zur Folge zu haben. Einfach und betriebs-sichere Anwendungsmöglichkeiten und angenehmer Preis soll das Mittel für die Praxis tragbar machen. Den meisten obigen Anforderungen genügen das Leinöl bzw. Leinölerzeugnisse. Bedenken dagegen sind allerdings wegen der geringen Wasser- und Wetterfestigkeit des Ölfilms erhoben worden. Es gelang durch Zusatz von 8–10% gewisser Paraffinkohole zu Leinöl die wertmindernden Eigenschaften wesentlich zu verbessern. Außer der Erhöhung um ein Vielfaches der Wasserbeständigkeit, die durch Lagerungsversuche in fließendem Wasser festgestellt wurde, erhöhen diese Zusätze auch das Eindringvermögen durch ihre Netzwirkung und nehmen den Leinölfilm den unerwünschten Fettglanz. Großversuche am Regensburger Dom, die sich zum Teil über einen Zeitraum von 10 Jahren erstrecken, führten zum Ergebnis, daß alle anorganischen Schutzmittel, die meist Oberflächenkrusten bilden, ausscheiden; von organischen Mitteln zeigen eindeutig Leinöl und Leinölmischungen besonders gute Schutzwirkung, wobei nach 4-jähriger Verwitterungsdauer die mit Paraffinkohol versetzten Leinöltränkungen durch ihre Abperlwirkung vorteilhaft auffallen.

#### Aussprache:

Wolf, Ludwigshafen: Die um 1900 von Bildhauer A. Schlegelmüller auf dem Hofgartentor der Würzburger Residenz aufgesetzten

leinölgetränkten Sandsteinfiguren sind noch heute gut erhalten, während die aus demselben Sandstein auf dem Rennwegertor errichteten nicht getränkten Figuren längst zerstört und ausgewechselt sind. — Stois, München, bestätigt die guten Erfolge in Würzburg. Zur Anwendung kam Leinöl + 5% Terpentinöl. Zur Frage der möglichen Verfärbung des Gesteins durch Leinöltränkung: Im allg. kann man mit der Wiederaufhellung der Verdunkelung nach etwa 1–2 Jahren rechnen. Bei Abbacher Grünsandstein verbleibt ein Ton, der sehr angenehm wirkt. Die Behandlung mit Leinöl ist also auch denkmalpflegerisch durchaus tragbar.

Doz. Dr.-Ing. habil. E. Mörath, Darmstadt: „Widerstandsfähigkeit des Holzes gegen chemische Einflüsse und Holzschutz“).

Die hohe Widerstandsfähigkeit des Holzes, das im Baum sicher vollständig aus dem leicht löslichen Traubenzucker aufgebaut wurde, ist aus seiner chemischen Zusammensetzung allein schwer zu verstehen. Sie ist in hohem Maße durch die Feinstruktur des Holzes bedingt, die Schichten abwechselnder Widerstandsfähigkeit gegen die einzelnen Reagenzien aufweist, welche nur sehr langsam von ihnen durchdrungen werden. Dieser Einfluß des Feinbaus wird eingehend besprochen und an Hand von Versuchsergebnissen gezeigt, daß die Nadelhölzer eine höhere Widerstandsfähigkeit gegen Mineralsäuren und Alkalien besitzen als die Laubhölzer und daß von allen einheimischen Holzarten Lärchenholz am günstigsten abschneidet.

Innerhalb der einzelnen Holzarten nimmt die chemische Widerstandsfähigkeit mit steigendem spezifischen Trocken gewicht zu. Die Korrosionswirkung ist von der Wasserstoffionenkonzentration der angreifenden Lösungen in erster Linie abhängig; also nur das stark saure und das stark alkalische Gebiet führt zu Angriffen.

Aber auch diese können durch geeignete Imprägnierung sehr verringert werden, wie überhaupt die regelmäßige Überwachung und Pflege des Holzes ebenso zur Selbstverständlichkeit werden müßte wie die der Metalle, der gegenüber sie wesentlich geringere Kosten verursacht. Die Hauptanwendungsbereiche sind daher die Landwirtschaft und die damit zusammenhängenden Gewerbe, dann die Industrien der künstlichen Düngemittel, die Gerberei, Färberei und Wäscherei, bei der Metalle leicht zur Bildung von Metallseifen (dunkle Flecken) führen. In der Zellstoffindustrie werden in großem Umfange Abwasserleitungen, Sortieranlagen, Sandfänge und große Bottiche für die Abläufe, Spritfabrikation usw. aus Holz hergestellt. Beim Bau von Laboratorien und Fabriken, in denen chemisch aggressive Gase sich entwickeln, hat sich die Ausführung der Abgasleitungen, Schornsteine und Ventilatoren aus Holz als wirtschaftlichste Ausführung erwiesen, während im chemischen Apparatebau auch Filterpressen, Saugzellenfilter, Rührwerke, Leitungen und Knet- und Walzmaschinen hergestellt werden.

Eine aussichtsreiche Kombination scheint die des Holzes mit Kunststoffen, die noch höhere chemische Widerstandswerte besitzen, zu sein, doch sind hierüber die Versuche noch nicht abgeschlossen.

1) Vgl. hierzu Ramstetter, „Deutsches Holz als Baustoff in der chemischen Industrie“, Chem. Fabrik 8, 446 [1935].

## XVII. Fachgebiet der Kunststoffe. (Fachgruppe des V. D. Ch.)

Vorsitzender:

Direktor Dr. Kränzlein, Frankfurt a. M.

Sitzung am 9. Juli 1936.

#### Geschäftliche Sitzung:

Vorstandswahlen: Vorsitzender: Direktor Dr. Kränzlein, Frankfurt a. M., stellvertretender Vorsitzender: Prof. Dr. Fuchs, Darmstadt, Schriftführer: Dr. R. Lepsius, Berlin. Über die Zusammenarbeit mit dem Fachausschuß für Kunst- und Preßstoffe beim VDI vgl. diese Ztschr. 46, 392 [1936].

#### Wissenschaftliche Sitzung:

\* Dir. Dr. G. Kränzlein, Frankfurt a. M.: „Entwicklung, Umfang und Bedeutung der Kunststoffchemie.“

Die Kunststoffe beschäftigen heute durch die Rohstoffknappheit Deutschlands in besonderem Maße die Öffentlichkeit. Kunststoffe sind kolloidale organische Substanzen von besonderen Festigkeitswerten. Ihre Entwicklung setzte vor 100 Jahren auf Basis der in der Natur vorkommenden Kolloide ein. Kautschuk, Baumwolle, Leinöl, Schellack usw. wurden meist empirisch verformt zu Hartgummi, Linoleum, Kunstleder, Vulkanfiber, Celluloid. Der

Impuls ging von den angelsächsischen Ländern aus, welche die Hüter der natürlichen Rohstoffe waren. Im Gegensatz hierzu entwickelte sich die organische Chemie in Deutschland auf Basis des Steinkohleenteers zu besonderen Leistungen. Naturfarbstoffe und -produkte wurden erforscht, synthetisiert und fabriziert. Wo dieser unmittelbare Ersatz nicht möglich war, wurden neue organische Stoffe erzeugt von zum Teil besseren Wirkungen und Leistungen. Es wird gezeigt, wie im Laufe der Jahrzehnte in Amerika durch die Verformung der Naturstoffe zu Kunststoffen der Ingenieur-Chemiker entstand, während in Deutschland vorzugsweise der organische Chemiker führend wurde.

Im Jahre 1897 wurde in Deutschland der erste Kunststoff Galalith erfunden. Es folgte die acetonlösliche Acetyl-Cellulose. An ihr zeigten sich die Etappen der Verformung. Erst wurde sie nur für Lackzwecke benutzt, dann kam Verspinnung zu Acetatside und schließlich die Spritztechnik dieses thermoplastischen Materials. Es wird die Entwicklung der Cellulosechemie auf dem Gebiet der Kunststoffe geschildert. So die Verformung der schon seit Jahrzehnten auf Kunstseide verarbeiteten Viscose zu Cellophan und auf Viscoseschwanini, ferner die Verwendung der Alkyllcellulosen.

Die Verarbeitung von Naturlatex zu Revertex gibt neue Verformungsmöglichkeiten in der Kunststofftechnik. Es werden die Fortschritte auf dem Gebiete der Esterharze geschildert, die Entwicklung und Bedeutung von Phenol-Formaldehyd-Kondensationsprodukten und die neuesten Anwendungsbereiche. Schließlich wird hingewiesen auf die Amioplaste, vor allem auf Pollopas und dessen Vorprodukte. Neuere Entwicklungen ergeben sich durch die chlorierten Kunstharze sowie die neueren Polymerisationsprodukte.

Die neu gegründete „Fachgruppe für Chemie der Kunststoffe beim V. D. Ch.“ wird in enger Fühlungnahme mit dem bereits gegründeten „Fachausschuß für Kunst- und Preßstoffe beim V. D. I.“ arbeiten, denn Ingenieur und Chemiker sind gerade auf dem Gebiete der plastischen Massen und der Kunststoffe deshalb besonders aufeinander angewiesen, weil nicht zuletzt die Verarbeitungstechnik und das Maschinelle häufig den Fortschritt gebracht haben.

Dir. Dr. G. Kränzlein, Frankfurt a. M.: „Die Chemie der Kunststoffe.“

Der Vortrag wird durch die Bekanntgabe der Gründung einer neuen Fachgruppe für Chemie der Kunststoffe eingeleitet, wobei nähere Angaben über Ziele und Aufgaben gemacht werden.

Die weitverzweigte Chemie der Kunststoffe wird durch eine Systematik unterteilt, welche in gedruckten Exemplaren den Zuhörern zur Verfügung gestellt wird.

Kein Gebiet der organischen Chemie hat eine derart breite Rohstoffbasis wie die Chemie der Kunststoffe. Im Vortrag werden die Kunststoffe nach ihrer Herkunft erläutert und eingeteilt in solche aus Naturprodukten pflanzlicher und tierischer Art, als Abkömmlinge der Bestandteile des Steinkohleenteers, als Abkömmlinge des Acetylen und des Äthylen, sowie der 3 großtechnischen Hydrierungsverfahren: Stickstoff, Kohlenoxyd und Kohlehydrierung. Die neuesten Kunststoffe werden ihrer Bedeutung nach hervorgehoben. An einigen Beispielen wird auf die Wichtigkeit der Auffindung neuer Anwendungsbereiche hingewiesen. Besonderen Wert legt Vortr. auf die durch chemische Synthese aufgefundenen neuen Kondensations- und Polymerisationsprodukte. Im Gebiete der Hochpolymeren werden die Richtlinien und Grundlagen unserer heutigen Ausschauungen bei der Erforschung der Kunststoffe behandelt und die ganz andere chemische Arbeitsmethodik und -technik bei der Darstellung der neuesten Kunststoffe eingehend klargelegt.

An Hand von Tabellen, welche die Einteilung der für die Kunststoffchemie in Betracht kommenden Rohstoffe und Ausgangsmaterialien übersichtlich zum Ausdruck bringen, wird die Kunststoffchemie in ihrem Aufbau dem Chemiker und Fachmann begrifflich näher gebracht. Auch wird in einer großen Anzahl von Ausgangs- und Fertigprodukten, letztere vor und nach der Verformung, für welche eine Reihe von Fabriken freundlicherweise Schaustücke zur Verfügung stellten, die Bedeutung der Kunststoffchemie eindringlich demonstriert.

Die neue Chemie der Kunststoffe zeigt als besonderes Merkmal die innige Zusammenarbeit zwischen Chemiker, der die neuen Stoffe schafft, und Ingenieur, der sie verformt.

Prof. Dr. R. Vieweg, Darmstadt: „Physikalische Anforderungen an Kunststoffe.“

Die sog. Kunststoffe, d. s. im wesentlichen aus organischen Verbindungen synthetisch aufgebaute Stoffe, haben sich in den letzten Jahren unter den modernen Werkstoffen einen festen Platz gesichert. In mancher Hinsicht bedeuten die neuen Stoffe einen erheblichen Fortschritt, sie ermöglichen in einzelnen Fällen die Lösung seit langem offener technischer Fragen. Aus den erzielten Fortschritten erklärt sich der Wunsch nach weiterer Entwicklung. Der Zukunftswille des erzeugenden Chemikers findet so die lebhafte Unterstützung des verbrauchenden Ingenieurs. Nach der Anwendungsseite ist die Gemeinschaftsarbeit zur Förderung der Kunststoffe in nationalwirtschaftlicher wie in allgemein technischer Richtung durch den Fachausschuß für Kunst- und Preßstoffe beim Verein Deutscher Ingenieure organisiert worden. Die Fachgruppe für Chemie der Kunststoffe beim Verein Deutscher Chemiker bringt die nicht minder wichtige Förderung auf der Erzeugerseite. Beide Gruppen sind sich der Verpflichtung zur gegenseitigen Anregung und Hilfe bewußt. — Die Verbraucher haben eine große Liste von Wünschen, die in einigen Fällen nur allgemein unschrieben werden können, in anderen Fällen schon in klarer physikalischer Fassung vorliegen. Aus dem Gebiet der Mechanik sei die Steigerung der Festigkeitswerte genannt, die besonders in Verbindung mit dem Wärmeverhalten Bedeutung hat. Stoffe hoher Warm- und Kaltfestigkeit würden manche technische Aufgabe erleichtern. In technologischer Beziehung ist bei den Kunstharzen die als „Nachbacken“ oder „nachträgliche Schrumpfung“ bekannte Eigenschaft oft unerwünscht. Ihre Minderung würde den Kunststoffen erhöhten Eingang im Feinbau verschaffen. Eine weitere Frage betrifft die Feuchtigkeitsaufnahme oder — noch allgemeiner gefaßt — die Quellung. In nahem Zusammenhang hiermit steht die Verrottungsfrage. Beachtliche Fortschritte, die auf Teilgebieten, etwa in den Supramaterialien der stanzbaren Hartpapiere, erzielt worden sind, lassen auf allgemeineren Erfolg hoffen. Die Homogenität der Stoffe ist besonders in elektrischer Richtung wichtig, ihre allgemeine Auswirkung — gleichmäßige Werte der Stoffe, Verringerung der Streuung — berührt im ganzen Kunststoffgebiet eine Tagesfrage. Elektrisch bedeutsam wäre auch die Herstellung sehr dünner Filme von äußerster Porenfreiheit und dazu noch möglichst hoher Dielektrizitätskonstante. Von sonstigen elektrischen Werten sei nur die Kleinheit der dielektrischen Verluste hervorgehoben. Auf dem Gebiete der Optik bleiben trotz einer reichhaltigen Farbenskala noch Wünsche besonders in der Lichtbeständigkeit offen. Es wird nicht erwartet, daß ein Universalstoff gefunden wird, der die Vielzahl der Ansprüche gleichmäßig befriedigt; tatsächlich genügt es, wenn für verschiedene Gruppen von Anforderungen jeweils einige Werkstoffe brauchbar sind.

Dr. I. Leysieffer, Troisdorf: „Neue Möglichkeiten in der Kunststoffchemie.“

Fast alle bisher erzeugten Kunststoffe aus der Gruppe der Cellulosewerkstoffe und der Gruppe der Kondensationsprodukte, der sog. Kunstharze, weisen zwei Mängel auf, nämlich ungenügende Wasserbeständigkeit, vor allem bei Dauerbeanspruchung, sowie schlechte Isolereigenschaften; sie leiten zwar den elektrischen Strom praktisch nicht, aber sie versagen bezüglich des Verlustwinkels und der Dielektrizitätskonstante in starkem Maße.

Erst die neueste Entwicklung in der Chemie der Kunststoffe hat hier Fortschritte gebracht und neue Möglichkeiten gegeben. Das polymerisierte Vinylbenzol oder Styrol, das unter der Bezeichnung Trolitul im Handel ist, stellt den ersten praktisch brauchbaren und hochwertigen Kunststoff dar, der als reiner Kohlenwasserstoff die Vorteile absoluter Wasserbeständigkeit und hervorragender Isolereigenschaften besitzt. Die Dielektrizitätskonstante liegt bei 2, der Verlustwinkel  $\tg \delta$  bei  $5 \cdot 10^{-4}$ , während die Wasseraufnahme 0,0% beträgt.

Diese Eigenschaften haben die Möglichkeit gegeben, Isolierstücke aus organischen Kunststoffen dort anzuwenden, wo bisher nur natürliche Stoffe, die vielfach devisen gebunden sind, angewendet werden konnten, vor allem in der Hochfrequenztechnik, beim Bau von Sendern und Empfängern, wo große Verlustfreiheit um so wichtiger ist, je höher die Frequenzen, d. h. je geringer die Wellenlänge gewählt wird. Es ist neuerdings aber auch gelungen, aus diesen Kohlenwasserstoffen nach patentierten Verfahren Folien herzustellen, die in der Kabelindustrie als verlustfreies Kabelisoliermaterial verwendet werden und die auch für andere Zwecke verwendet werden können, insbesondere auch als wasserunempfindliches Einwickelmateriale in Konkurrenz zu Cellophan, das als Hydratcellulose wasserempfindlich ist.

Ein anderes Polymerisationsprodukt, das Polyvinylchlorid, zeigt ebenfalls absolute Wasserunempfindlichkeit, wobei die Werte für den Verlustwinkel zwar auch noch als sehr gut zu bezeichnen sind, wenngleich sie wahrscheinlich infolge nicht zu vermeidender geringer chemischer Verunreinigung des Produktes nicht ganz an die von Polystyrol heranreichen. Diese Eigenschaft des Polyvinylchlorids hat es ermöglicht, das Produkt für die Herstellung von Rohren für die chemische Industrie und für die Herstellung von Armaturen zu verwenden, zumal es auch gegen Säure und Alkalien weitestgehend beständig ist. Wasserleitungsrohre sowie Wasser- und Gasarmaturen, für die zurzeit noch ungeheure Mengen von Kupfer, Blei und Messing verwendet werden, kann man jetzt aus organischen Kunststoffen herstellen, ebenso z. B. Akkumulatorenkästen, wodurch es möglich ist, Hartgummi zu ersetzen.

Auch in der Erkenntnis und der Behandlung der Füllstoffe, insbesondere der Faserstoffe, hat man neue Erkenntnisse gewonnen, die zu der Entwicklung eines Kunsthölzes geführt haben. Dem Verfahren liegt die Idee zugrunde, die hohe Festigkeit und Elastizität der Holzfaser bei der Umwandlung in das Kunstd Produkt zu erhalten, dadurch, daß durch geeignete Auswahl von Harzen und durch andere Maßnahmen keine Durchimprägnierung der Faser stattfindet, sondern lediglich eine äußerliche Umhüllung. Preßt man derartige Holzfasern in Form von Furnier unter hohem Druck und Hitze zusammen, so kommt man zu einem Werkstoff von außerordentlicher Festigkeit und neuen Anwendungsmöglichkeiten. Praktische Versuche an der T. H. in Aachen haben gezeigt, daß die Ergebnisse mit derartigen Holzräder denjenigen von geschichteten Leinen-Kuntharz-Rädern noch übertrifffen.

Dr. O. Röhm, Darmstadt: „Organisches Glas.“

Die Erfindung des sog. Schichtenglasses, das ursprünglich mit Hilfe von Celluloidfilmen, dann auch Celluloseacetatfilmen und neuerdings mit Polymerisatfilmen hergestellt wurde bzw. wird, entstand aus dem Bedürfnis, dem gewöhnlichen Silicatglas seine Splittergefahr zu nehmen. Über die Kombination von Silicatglas mit Polymerisaten hinaus ist es Vortr. mit seinen Mitarbeitern Bauer und Weisert gelungen, noch einen Schritt weiter zu gehen, das Silicatglas ganz zu verlassen und ein rein organisches Glas herzustellen („Plexiglas“).

Das Ausgangsmaterial dazu ist die  $\alpha$ -Methylacrylsäure oder kurz Methacrylsäure genannt,  $C_3H_5COOH$ . Die Ester dieser Säure sind farblose Flüssigkeiten, die leicht in einen polymeren Zustand übergehen und dabei fest werden. Diese festen Massen sind um so weicher, je höher die Alkohole zur Esterbildung verwendet werden und umgekehrt, d. h., der Methylester gibt das härteste Polymerisat. Eines der schwierigsten Probleme war, die Polymerisation so zu leiten, daß blasenfreie Produkte entstehen. Es ist mit Hilfe geeigneter Apparate gelungen, innerhalb angemessener Zeiten bis 5 und mehr Zentimeter dicke glasklare Platten herzustellen, deren Flächenausdehnung sehr groß sein kann. Es bestehen keine Schwierigkeiten, Platten von  $3 \times 3$  m Fläche und noch größer herzustellen, wenn Bedarf dafür vorliegt.

Das Material hat hervorragende physikalische Eigenschaften. Das spez. Gewicht ist 1,18, die Zerreißfestigkeit 750 kg/cm<sup>2</sup>, Biegefestigkeit 1100 kg/cm<sup>2</sup>, Schlagbiegefestigkeit bis etwa 30 kg/cm<sup>2</sup>, Ausdehnungskoeffizient 0,00012. Es wird von anorganischen Säuren, auch Fluorwasserstoff, nicht angegriffen, wohl aber von Schwefelsäure und Salpetersäure,

auch nicht von Laugen. Es ist lichtdurchlässiger als Silicatglas und wird durch Licht nicht gelb. Scheiben aus diesem Material lassen sich bei höherer Temperatur biegen und in beliebige Form bringen. Das neue „Glas“ wird schon seit 2 Jahren an Stelle von gewöhnlichem Silicatglas und an Stelle mehrschichtigen Sicherheitsglases mit Erfolg in Flugzeuge und Automobile eingebaut trotz der im Vergleich zu Silicatglas geringeren Härte. Ferner lassen sich optische Gläser daraus schleifen, man macht Filterpressen daraus, Röhren, Schmuckgegenstände, ferner Musikinstrumente, wie Geigen, Flöten usw., Fälle also, wo man bis jetzt Glas, Metall oder Holz verwendet hat.

Aussprache:

Die von Eitel, Berlin, angeregte Aussprache über die Definition anorganischer und organischer Gläser soll der Klarstellung der gemeinsamen wie der unterscheidenden Merkmale dienen. Das Silicatglas wie die neuen synthetischen organischen Glasprodukte werden jeweils ihre Sonderaufgaben erhalten und behaupten; beide können als gleichberechtigte Werkstoffe der deutschen Industrie dienen.

Dr. Walter Bauer, Darmstadt: „Mehrschichtensicherheitsglas.“

Vortr. gibt eine Übersicht über die jetzt dreißigjährige Entwicklung der Mehrschichtensicherheitsgläser. Man ist von dem ursprünglich starren Typ mit Celluloid als Zwischenschicht wegen der nicht genügenden Licht- und Witterungsbeständigkeit der Zwischenschicht neuerdings dazu übergegangen, nachgiebiges Sicherheitsglas mit kautschukähnlichen Polymerisaten als Zwischenschicht zu entwickeln.

Versuchsergebnisse zeigen, daß dieser Typ anderen Sicherheitsgläsern bezüglich Durchschlagsfestigkeit, Splitterbindungsvermögen und Nachgiebigkeit überlegen ist. Weitere Vorteile sind die unveränderte Haltbarkeit und Witterungsbeständigkeit, eine leichte Bearbeitungsmöglichkeit, eine gute, auch noch nach Verletzung der Oberfläche vorhandene Durchsicht, Festigkeit und Gebrauchsfähigkeit, auch nach Verletzungen der Oberfläche, und gute Oberflächenhärte.

Die Entwicklung der Mehrschichtensicherheitsgläser ist zurzeit noch nicht abgeschlossen. Mit der Entwicklung der Kunststoffe sind weitere wesentliche Verbesserungen zu erwarten. In neuester Zeit ist es gelungen, auch die unbefriedigende Durchschlagsfestigkeit bei tiefen Temperaturen zu beseitigen. Hierfür sind beispielsweise Polyacrylsäureäthylesterfilme brauchbar, die auch bei tiefen Temperaturen elastisch sind. Es wurden Schaubilder gezeigt, die die Durchschlagsfestigkeit von Filmen aus Polyacrylsäuremethylester und Polyacrylsäureäthylester darstellen. Über eine neue Untersuchungsmethode zur Prüfung der Durchschlagsfestigkeit von Sicherheitsglas in Abhängigkeit von der Temperatur wurde berichtet.

Doz. Dr.-Ing. habil. H. Mörath, Darmstadt: „Kunststoffe zur Holzverleimung.“

Die Verleimungswirkung wurde bisher meist rein mechanisch als eine außerordentlich feine Verdübelung durch Leimpartikel, die in die Poren des zu verleimenden Stoffes eindringen, aufgefaßt, während sie nach neueren Anschauungen nur auf den Oberflächenkräften zwischen Leimschicht und zu verleimendem Körper beruht, die vielleicht von dem molekularen Feinbau der Leimschicht abhängig sind. Nach röntgenoptischen Untersuchungen z. B. an Tischlerlein und Kautschukleinen dürfte es sich um Gruppen langgestreckter Kettenmoleküle handeln, die sich bei der Dehnung mit ihren Längsachsen in die Kraftrichtung einordnen, wodurch die Hauptbeanspruchung von den starken chemischen Hauptwertigkeiten übernommen wird, während die schwächeren Nebenvalenzen nur den Querverband der Kettenmoleküle bewirken. Die in der Holzindustrie meist angewandten Leime: Glutin, Cascin-, Blutalbunin- und Stärkeleime sind sowohl den Angriffen von Kleinorganismen ausgesetzt, die sie unter Schimmelbildung u. ähnl. (insbes. die Lederleime) zersetzen, als auch unterliegen sie unter dem unvermeidbaren Einfluß der Feuchtigkeit einer Quellung, die die ursprüngliche Bindfestigkeit je nach den Umständen in verschiedenen Zeiträumen vollständig aufhebt.

Erst die Kunststoffe konnten hier Mittel an die Hand geben, die unempfindlich gegen Feuchtigkeit und Mikroorganismen sind und außerdem noch die an sich schon sehr günstige Widerstandsfähigkeit des Holzes gegen Säuren und Basen erhöhen.

Zurzeit kommen in der Hauptsache 3 Gruppen in Frage: 1. Phenol-Formaldehyd-Kunstharze vom Typ der härtbaren Bakelite einerseits und der nicht härtbaren Albertole andererseits. 2. Harnstoff- und Thioharnstoffkondensationsprodukte mittleren Kondensationsgrades, die noch wasserlöslich sind, deren Fertigung aber erst durch sogenannte „Härter“, die bei der Verleimung mit aufgebracht werden, bewirkt wird, und 3. Kondensierte bzw. polymerisierte Polyvinyl- und Polyacrylsäurederivate, sowie Kondensate aus Glycerin und Phthalsäureanhydrid vom Typus der Glyptale. Daß

diese Gruppe bisher noch nicht zu großer technischer Bedeutung gelangt ist, beruht m. E. nur auf wirtschaftlichen Momenten, zumal sie Vorteile besitzt, die ihre Verwendung in Sonderfällen auch heute schon rechtfertigen, wie gute Haftfestigkeit auf Metallen und sonstigen schwer zu verklebenden Flächen und ihre bestehende bleibende Plastizität, die bestimmte schwierige Formgebungen z. B. im Flugzeugbau, wesentlich erleichtern.

Die ebenfalls längere Zeit hindurch erprobten Celluloseester-Klebstoffe konnten nicht vollkommen befriedigen, während sie in anderen Industrien, z. B. der der Lederwaren, großen Anklang fanden.

Die zur Erzielung des besten und wirtschaftlichsten Ergebnisses einzuhaltenden Bedingungen werden dann samt den erzielten Festigkeitswerten an Hand von Versuchen eingehend besprochen.

## XVIII. Fachgebiet Kautschuk.

(Deutsche Kautschuk-Gesellschaft e. V.)

Vorsitzender: Direktor Paul Schlag, Köln.

Sitzung am 9. Juli 1936.

Wissenschaftliche Sitzung:

Dr. E. Konrad, Leverkusen: „Über synthetischen Kautschuk.“

Man sucht heute Kautschukarten synthetisch herzustellen, welche in ihren Eigenschaften besser sind als Naturkautschuk, und welche sich trotz des höheren Preises einen Markt erobern können. Als Devisen sparendes Material hat synthetischer Kautschuk für uns erhöhte Bedeutung. Die aus Isopren oder Butadien erhältlichen Kautschukarten unterscheiden sich in ihrem technischen Wert kaum. Da Isopren technisch schwerer zugänglich ist, verwendet man das einfache Butadien. Die Bunasorten sind entweder Natriumpolymerivate (Buna 85, Buna 115) oder sog. Emulsionspolymerivate (Buna S, Buna N). Sie haben verschiedenartige, technische Eigenschaften. Bei der gegenwärtig (am Gesamtverbrauch des Naturkautschuks gemessen) noch bescheidenen Fabrikation sind die Gestehungskosten naturgemäß noch sehr hoch; bei Großfabrikation wird der Preis aber erheblich sinken. Buna kann grundsätzlich auf den in der Gummiindustrie üblichen Maschinen und nach den für Naturkautschuk geltenden Methoden verarbeitet werden.

Buna N ist besonders ölfest und daher sehr geeignet für Weichgummiwaren (Packungen, Dichtungen, Schläuche, Walzen, Kabel, Riemer, Transportbänder usw.), die mit Naturkautschuk nur mühsam herzustellen waren. Weichgummi aus Naturkautschuk altert unter dem Einfluß von Licht und Luft schneller als Weichgummi aus Buna, der außerdem eine höhere Hitzebeständigkeit besitzt. Buna N und Buna S sind ganz erheblich abreibfester als Naturkautschuk. Hartgummi aus Buna ist wärmebeständiger und widerstandsfähiger gegen den Angriff vieler Chemikalien als Hartgummi aus Naturkautschuk. Diese Eigenschaften sind besonders wichtig für den Techniker, der von ihnen bei der Auskleidung von Apparaturen gern Gebrauch machen wird.

Prof. Dr. R. Pummerer, Erlangen: „Über verschiedene Kautschukozonide und die allgemeine Frage der Existenz von Primärozoniden.“

Die Ozonidformel von Harries  $\text{C}=\text{O}-\text{O}-\text{O}-\text{C}$  wurde von ihm mit der Rückbildung von Mesityloxyd beim Erhitzen seines Ozonids begründet und mit der lockeren Anlagerung von Ozon an Fumarsäure. Beide Beobachtungen konnten in dieser mit H. Richtzenhain ausgeführten Arbeit nicht bestätigt werden. Da zudem bekanntlich bei der Reduktion der Ozonide nie Glykole entstehen, hat Staudingers Isozonid-

formel  $\text{C}(\text{O})-\text{O}-\text{O}-\text{C}$  volle Berechtigung, zumal sie von

Rieche und Meister am Butylenozonid durch Synthese experimentell bewiesen werden konnte.

Für die Existenz von Primärozoniden, etwa der Harries'schen Formel, schien uns die schon in Madrid mitgeteilte Beobachtung zu sprechen<sup>1)</sup>, daß Kautschuk und Guttapercha während der Ozonisierung keine wesentliche Abnahme des Bromtiters der Lösung erkennen lassen (Kurven). Es handelt sich dabei aber nicht mehr um Addition von Brom an die Doppelbindungen oder um ein Verdängen des Ozons von den Doppelbindungen, sondern um Substitution an solche  $=\text{CH}_2$ - oder  $-\text{CH}_3$ -Gruppen, die dem Ozonidring benachbart sind. Das ließ sich durch reduktive Isolierung von  $\beta$ -Brom- und  $\beta$ ,  $\delta$ -Dibromlävulinsäure aus dem bromierten Ozonid zeigen. Diese Bromierung, die mit der Geschwindigkeit einer Titration verläuft, geht anstandslos, bis ungefähr die theoretische Menge an Ozon eingeleitet ist und hinter der Lösung die ersten Ozonspuren entweichen. Leitet man dann noch einige Minuten Ozon ein — also nur 2–3% über die bisherige Ozonmenge hinaus —, dann hört die rasche Substituierbarkeit des Ozonids durch Brom auf. Bei anderen Verbindungen (Amylen, Isohepten) sinkt die Bromaddition normal während der Ozonisierung gemäß der Ozonaufnahme, ohne daß eine erhöhte Substituierbarkeit am Ozonidmolekül bemerkbar wäre (Kurven). Daher hatten wir früher die Meinung, daß die Häufung der Ozonidgruppen vielleicht die Primärform (Harries) des Ozonids stabilisiere. Wir konnten aber durch Reduktion des „Primärozonids“ ebensowenig ein Polyglykol erhalten wie aus dem fertigen Ozonid, auch läßt sich das „Primärozonid“ umfallen und ist recht beständig. Deshalb halten wir es doch schon für ein normales Isozonid. Die letzten Ozonblasen erzeugen vielleicht eine oder mehrere Persäuregruppen, die als negative Katalysatoren der Bromierung wirken. Wir konnten nämlich mit Benzopersäure (schon mit 3% Zusatz) ebenfalls die Bromierbarkeit des Ozonids stark hinnutzen.

Aussprache:

Staudinger, Freiburg. — Rassow, Leipzig.

Dr. H. P. Mojen, Freiburg: „Über den Abbau des Kautschuks durch Säuren.“

Nach Angaben der Literatur wird die Viscosität von Kautschuklösungen bei Zusatz von anorganischen und organischen Säuren, besonders Trichloressigsäure, stark vermindert. Solche Änderungen der Viscosität hängen nicht etwa, wie man früher annahm, mit einer Änderung der micellaren Struktur der Kautschukteilchen zusammen, sondern müssen auf einer Verkleinerung der Fadenmoleküle des Kautschuks beruhen. Bei der Konstitution des Kautschuks als hochmolekulares Kohlenwasserstoff ist es nicht verständlich, wie die Kohlenwasserstoffkette durch Säuren abgebaut werden soll.

<sup>1)</sup> S. diese Ztschr. 47, 366 [1934].