

derungen erfüllt sein: Eine Kunststoff-Ausstellung darf keine Messe, sie darf kein totes Museum sein, sondern sie muß ein lebendiges Spiegelbild der Entwicklung sein, u. zw. der Entwicklung sowohl von Wissenschaft und Technik als auch der Entwicklung von Erzeugung und Anwendung.

Für das Unterrichtswesen werden 3 ähnliche Forderungen erhoben: keine propagandamäßige Anpreisung, keine pedantische Schulmeisterei, sondern ein lebendiges Spiegelbild von Wissenschaft und Technik sowohl wie von Erzeugung und Anwendung.

Diese Forderungen sind im Unterricht schwieriger zu erfüllen als in der Ausstellung, denn eine Ausstellung kann gleichzeitig die verschiedensten Wünsche der verschiedensten Besucher befriedigen, der Unterricht muß aber so gegliedert sein, daß er mit möglichst geringem Zeitverlust jedem nur das bringt, was er braucht, dies aber erschöpfend und gut abgerundet.

Wer soll unterrichtet werden?

1. Der Nachwuchs, und zwar an erster Stelle der Nachwuchs, der an Universitäten und Hochschulen studiert, damit die Industrie baldmöglichst über technische Kräfte verfügt, die von den neuen Werkstoffen, ihren Anwendungsgrenzen und ihren Verarbeitungsmethoden wenigstens etwas wissen.

## Kunststofftagung

veranstaltet von der Fachgruppe für Chemie der Kunststoffe des VDCh, gemeinsam mit dem Fachausschuß für Kunst- und Preßstoffe beim VDI und dem Ausschuß für Isolierstoffe beim VDE

am 6. Juli 1937.

Dr. G. Kränzlein, Frankfurt (Main): „Einführende Worte.“

Direktor G. Lucas, Berlin: „Welche Wünsche hat der Ingenieur für die Entwicklung der Kunststoffe.“

Ausgehend von einem Bekenntnis zur einigen und planvollen Zusammenarbeit von Chemiker, Ingenieur und Konstrukteur, also von Hersteller, Verarbeiter und Verbraucher der deutschen Kunststoffe, zur Lösung der besonders der Kunststoffindustrie gestellten großen Aufgaben, verweist Votr. darauf, daß die erste Entwicklungsperiode der Kunststoffe überwunden ist und einer klaren Planung Platz gemacht hat. Es gilt jetzt, durch überlegte Zweckforschung sich auf die Anpassung einzelner Eigenschaften der Kunststoffe an die Forderungen der Praxis zu konzentrieren, zur Züchtung und Weiterentwicklung neuer dringend gebrauchter heimischer Werkstoffe. Wichtig ist hier vor allem das Eingehen des Chemikers auf die Erfahrungen und Wünsche des Verbrauchers; denn zweifellos werden trotz der notwendigen Gegenseitigkeit in bezug auf Anpassung an die Erfordernisse und Möglichkeiten die Wünsche der Praxis richtungweisend für die weitere Entwicklung der Kunststoffe sein.

Die Wunschliste der Verarbeiter und Verbraucher an die Hersteller ist lang, und einige Hauptwünsche sind z. T. so alt wie die Kunststofftechnik: 1. die Verminderung der Sprödigkeit der Phenol- und Kresol-Kunstharze, 2. die Erhöhung bestimmter Festigkeitswerte, 3. die Abkürzung des Härtevorganges selbst bei Schnellpreßmassen, 4. die Vergrößerung der Fließbarkeit und Steigfähigkeit, 5. die Verbesserung der Kriechstromfestigkeit.

Die Verbesserung der Wärmeleitfähigkeit und der mechanischen Festigkeitseigenschaften wäre eine wesentliche Voraussetzung für die großzügige Anwendung der Kunstharzstoffe im Maschinenbau, und es bedarf der Untersuchung, ob diesen Problemen, u. U. auf Kosten anderer Eigenschaften, beizukommen ist.

Besonders wird der Wunsch ausgedrückt, den Versuch zu machen, die Lösung einiger Fragen durch eine Änderung der Beschaffenheit des Harzes zu einem erfolgreichen Abschluß zu bringen, z. B. die Verbesserung der Dehnungs- und Sprödigkeitswerte oder der Gleit- und Schmiereigenschaften der Lager-Kunststoffe.

Wenn auch der Wunsch besteht, die Lösung dieser Fragen von der chemischen Seite her anzupacken, so ist doch der Ingenieur selbstverständlich bereit, auch von seiner Seite der Erforschung und Weiterentwicklung der neuen Werkstoffe

Hier ist bisher noch wenig geschehen. Der Nachwuchs der Fachschulen hat sich mit der Frage der Kunststoffe etwas mehr befaßt.

2. Der Verbraucher, u. zw. weniger der Verbraucher von Fertigerzeugnissen als der Weiterverarbeiter von Kunststoffen, und hier wiederum weniger der Weiterverarbeiter, der Kunststoffe als wesentlichen Bestandteil seiner Produktion verwendet, als vielmehr derjenige, der nur nebenbei Kunststoffe anwendet und daher nicht in der Lage ist, sich Sonderfachkräfte zu halten.

3. Schließlich der Erzeuger insofern, als er insbes. von Mißerfolgen anderer Erzeuger baldmöglichst unterrichtet werden muß, damit dies neue Gebiet planmäßig in richtige Bahnen geleitet und von falschen Wegen abgelenkt wird.

Der Unterricht erfolgt durch Sonderkurse, durch das Schrifttum, durch Ausstellungen und durch Vorträge mit Lichtbildern und typischem Demonstrationsmaterial. Der Fachausschuß für Kunst- und Preßstoffe im VDI hat gemeinsam mit der Fachgruppe für Kunststoffe beim VDCh Schritte in die Wege geleitet, um uferloses Anfordern von Demonstrationsmaterial zu verhindern und das zur Verfügung stehende in entsprechender Auswahl dorthin zu leiten, wo sachgemäßer Nutzen gesichert erscheint.

nach wie vor seine restlose Mitarbeit zu widmen und durch Schaffung von einwandfreien Unterlagen in Form von Normblättern und Beschreibungen für die Ausbreitung des Kunststoffdenkens in den Kreisen der Konstrukteure und vor allem beim auszubildenden Nachwuchs zu sorgen.

Dr. R. Nitsche, Berlin: „Welche Wünsche hat der Elektrotechniker für die Entwicklung der Kunststoffe.“

Referat fehlt.

Dr. C. Raschig, Ludwigshafen: „Die Phenole als einheimische Rohstoffe der Kunststoffherstellung.“

Die jährliche Steigerung im Absatz von Phenol- und Kresolpreßmassen läßt vermuten, daß auch in den nächsten Jahren die Erzeugung von Phenolkunststoffen ständig steigen wird. Mit der Produktionssteigerung geht selbstverständlich ein entsprechend höherer Verbrauch derjenigen Phenole, die für die Kunststoffherstellung geeignet sind, Hand in Hand. Zur vorläufigen Regelung dieser Verhältnisse ist die bekannte Verordnung<sup>1)</sup> erlassen worden, die gewisse Einschränkungen für die Herstellung von Umschließungen aller Art aus Phenoplasten vorschreibt. Um z. B. allein die Blechdosen für Schuhcreme durch solche aus Preßstoff zu ersetzen, würden jährlich etwa 4000 t Preßmasse benötigt, d. h. etwa 20 % der deutschen Produktion.

Für die Kondensation mit Formaldehyd sind die einzelnen Phenole verschieden gut geeignet. Beim Phenol selbst können sich drei reaktive H-Atome an der Reaktion mit Formaldehyd beteiligen, ebenso beim m-Kresol und beim sym. m-Xylenol. o- oder p-Kresol besitzen nur zwei reaktive H-Atome, so daß lediglich die Ausbildung von ketten- oder ringförmigen Molekülen möglich ist. Sie sind deshalb für die meisten Verwendungszwecke in der Kunststoffindustrie unbrauchbar; wendet man sie aber im Gemisch mit m-Kresol oder Phenolen an, so erhält man technisch brauchbare und billige Kunstharze, die eine große wirtschaftliche Bedeutung besitzen. Noch weniger geeignet sind die übrigen Xylenole, sie dürfen daher nur in vorsichtiger Weise mit verwendet werden.

Die wichtigste Quelle für Phenole ist die Destillation von Steinkohlenteer, eine weitere Quelle die Gewinnung von Phenolen aus Abwässern von Kokereien, Gaswerken und Braunkohleschwelereien. Da einerseits ein Eisenbahnwagen von 20 t Steinkohle bei sorgfältiger Verarbeitung höchstens

<sup>1)</sup> Vgl. Chem. Fabrik 10, 333 [1937].

3 kg Phenol ergibt und andererseits die Phenole aus den Abwässern wegen der mitgebrachten Verunreinigungen erst durch weitgehende Verarbeitung für die Kunststoffherstellung brauchbar gemacht werden müssen, werden diese Möglichkeiten schwerlich ausreichen, um den rapid ansteigenden Bedarf der Kunststoffherstellung zu befriedigen. Deshalb muß hier die Synthese von Phenol eingreifen. Vortr. geht näher auf das Raschig-Verfahren ein, das von Prahl und Mathes ausgearbeitet wurde.

Dr. E. Trommsdorff, Darmstadt: „Acrylate und Methacrylate.“

Die polymeren Acrylate und Methacrylate verdienen deshalb eine gesonderte Behandlung unter den Polymerisaten, weil ihnen charakteristische und besondere Eigenschaften zukommen.

Die Polymerisationsfähigkeit der Acrylsäure und Alpha-Methylacrylsäure und ihrer Derivate (bes. Ester und Nitrile) ist größer als die der nahestehenden Vinylverbindungen. Da Nebenreaktionen bei der Polymerisation nicht auftreten und die entstehenden Stoffe außerordentlich beständige Verbindungen sind, können Polymerisate mit sehr hohem Polymerisationsgrad hergestellt werden, deren Molekulargewicht nach Staudinger viele 100 000 erreicht und bei technischen Produkten, je nach deren Verwendungszweck, sehr verschieden ist. Die Polymerisationsreaktion ist eine Kettenreaktion, wird durch Katalysatoren eingeleitet und beschleunigt, durch Antikatalysatoren gehemmt.

Die technisch wichtigsten Polymerisationsverfahren sind: die Polymerisation ohne Verdünnungsmittel, z. B. Herstellung von Blöcken, Polymerisation in Formen, die Polymerisation in Gegenwart von Verdünnungs- und Lösemitteln, z. B. Herstellung von Lösungen, kolloiden, wäßrigen Dispersionen, Pulvern und Körnern.

Als Kunststoffe wichtig sind vor allem die Polymerisate der Ester von niederen Alkoholen. Sie sind thermoplastische Stoffe mit einem für jeden Ester charakteristischen Erweichungspunkt, welcher zwischen  $-40^{\circ}$  und  $+100^{\circ}$  liegt. Oberhalb des Erweichungspunktes sind die Massen kautschukähnlich dehnbar oder plastisch bis zähflüssig, je nach dem Polymerisationsgrad. Sie sind vollkommen glasklar.

Wasseraufnahme und Wasserdampfdurchlässigkeit stehen in keinem direkten Zusammenhang; sie haben z. T. bemerkenswert niedere Werte. Die chemische Widerstandsfähigkeit, Unveränderlichkeit beim Lagern, Licht- und Witterungsbeständigkeit ist außerordentlich groß, die Verseifung bei den Acrylaten erfolgt auffallend viel langsamer als bei polymeren Vinyestern und Celluloseestern. Die Methacrylate sind unverseifbar. Die Wärmebeständigkeit ist sehr groß. Auch bei der thermischen Zersetzung werden keine Säuren abgespalten.

Als Beispiele für die technische Verwendung, die zugleich Verarbeitung und Eigenschaften charakterisieren, werden besprochen: „Sicherheitsglas“, „Kabelmantelmassen“, „Weichmacher“, „Lacke und Zwischenschichten“, „Organisches Glas“, ein neuer Werkstoff).

Dr.-Ing. P. Nowak, Berlin: „Neue Kunststoffe in der Elektroindustrie, insbes. für den Kabel- und Leitungsbau.“

An Hand einer Übersichtstabelle, in der die Kunststoffe nach rein chemischen Gesichtspunkten geordnet sind, wird auf die zahlreichen heute zur Verfügung stehenden Kunststoffe und Kunststoffmassen hingewiesen. Die Mannigfaltigkeit der neuen Kunststoffe macht es erforderlich, ein Ordnungsprinzip zu schaffen, das auch für den konstruierenden und verarbeitenden Ingenieur verständlich ist. Es wird daher vorgeschlagen, zu unterscheiden zwischen thermoplastisch verformbaren Massen und solchen, die einem derartigen Verformungsprozeß nicht oder nicht ohne weiteres zugänglich sind. Die erste Gruppe wäre dann wieder in Stoffe zu unterteilen, die nach der Verformung den thermoplastischen Zustand beibehalten und solche, die durch einen Härtungs- oder Vulkanisierungsprozeß in einen nicht plastischen Zustand übergeführt werden können.

<sup>1)</sup> S. Röhm, „Organisches Glas“, Chem. Fabrik 9, 529 [1936].

An Hand der vorgeschlagenen Einteilung wird dann auf einzelne Anwendungsgebiete der verschiedenen Kunststoffe eingegangen. Einige für die Anwendung und Weiterentwicklung der Kunststoffe zurzeit besonders wichtige Prüfungen werden eingehender behandelt. Aus aufgenommenen Kurven der Druck-Wärme-Beständigkeit von nicht härtbaren und härtbaren thermoplastisch verformbaren Massen geht der Fortschritt hervor, der durch einen richtigen Aufbau der Kunststoffmassen in dieser Hinsicht erreicht worden ist. Es wird weiterhin auf die Bedeutung der Wasserdichtigkeit der Kunststoffmassen für die Breite des Anwendungsgebietes hingewiesen und eine Apparatur zur betriebsmäßigen Bestimmung der Diffusionskonstanten kurz beschrieben. Weitere Fortschritte auf dem Gebiete der nicht härtbaren Thermoplasten dürften durch eingehendes Studium der Einflüsse der Abkühlungsgeschwindigkeit auf die mechanischen Eigenschaften des verformten Kunststoffes zu erwarten sein.

Von den nicht thermoplastisch verformbaren Kunststoffen werden die Filme und Seiden auf Basis von Cellulose-triacetat herausgegriffen und näher behandelt. Es wird gezeigt, wie die Triacetatfolien durch Verwendung von Gleitmitteln innerhalb gewisser Grenzen in ihren mechanischen Eigenschaften besonderen Anforderungen für die Verarbeitung angepaßt werden können. Untersuchungen an Isolierseiden lassen erkennen, daß in elektrischer Hinsicht die Bestwerte der Naturseide durch die Triacetatseide schon überschritten sind, daß aber eine Verbesserung der Schabefestigkeit noch erstrebt werden muß. Durch die Aufdeckung noch zu lösender Probleme soll der Vortrag dazu beitragen, die Anwendungsgebiete, die die Kunststoffe im Kabel- und Leitungsbau bereits gefunden haben, zu erweitern und neue zu erschließen.

Dr.-Ing. R. Blankenfeld, Spremberg: „Entwicklung der Preßtechnik mit besonderer Berücksichtigung chemischer Gesichtspunkte.“

Es wird die Preßtechnik bei Verwendung der Preßmassen aus natürlichen Harzen, Asphalten und Pechen erörtert; besonders nachteilig standen die thermoplastischen Eigenschaften des Materials einer größeren Entwicklung dieser früheren Preßmassen im Wege. Erst durch die härtenden Eigenschaften der Phenol-Formaldehyd-Kondensationsprodukte gelang es, wärmebeständige und elektrisch hochwertige Preßteile herzustellen, wobei es zusätzlich noch gelang, die Umwandlungsgeschwindigkeit des Harzanteils in den unschmelzbaren und unlöslichen Zustand durch Zusatz von Methylengruppen abspaltenden Produkten, wie Hexamethylentetramin, erheblich abzukürzen. Außerdem wird die zur Verwendung gelangende Preßmasse durch geeignete Mischung auf der Walze in bezug auf ihre Preßeigenschaften je nach dem Verwendungszweck dadurch beeinflußt, daß man dem unschmelzbaren C-Zustand möglichst nahe kommt, wodurch allerdings die Fließeigenschaften der Preßmasse stark beeinflußt werden. Unter Verwendung von Matrizen aus hochwertigen Stählen werden bei etwa  $160^{\circ}$  und verschiedenen Drucken von 100 bis  $1000 \text{ kg/cm}^2$  die Preßlinge hergestellt, wobei das Harz in den unlöslichen C-Zustand übergeführt wird. Auf die chemischen Vorgänge sowohl bei der Bildung des Harzes als auch beim Mischen und Verpressen der Preßmassen wurde näher eingegangen. Auch wurden die neuzeitlichen anderen Preßstoffe, die z. T. nicht härtbar sind, sondern thermoplastisch wie die früheren Preßmassen aus natürlichen Harzen, erwähnt und die chemischen und elektrischen hochwertigen Eigenschaften gerade dieser Preßstoffe hervorgehoben. Zum Schluß wurde die Erwähnung der Verwendung von Preßstoff für Maschinenlager dargelegt, daß Preßstoff kein Ersatzstoff im schlechten Sinne ist, sondern ein vollwertiger Werkstoff, der zu einem nicht geringen Teil zum Gelingen des Vierjahresplanes mithilft.

Dr. F. Krone, Troisdorf: „Entwicklung der Spritzgußtechnik unter besonderer Berücksichtigung chemischer Gesichtspunkte.“

Die Jahresproduktion an Spritzgußmassen in Deutschland belief sich 1936 auf 450 t, die Erzeugung an Spritzgußmaschinen auf 140 Stück. Nur wenige unter den vielen hochpolymeren Natur- und Kunststoffen lassen sich nach dem Spritzgußverfahren verarbeiten. Während in außerdeutschen Ländern die Acetylcellulose unter den Rohstoffen für die organischen

Spritzgußmassen die erste Stelle einnimmt, führte in Deutschland die großtechnische Entwicklung der Herstellung von Polystyrol bald zu einer Verlagerung des Verbrauchs. Durch das Vordringen des Polystyrols wurde das ganze Gebiet der Spritzgußtechnik erweitert und technisch grundlegend gefördert. Neuerdings beginnen auch aliphatische Vinylverbindungen, einmal die Methacrylsäureester-Polymerisate und auch das Polyvinylchlorid sich zu einer gewissen technischen Bedeutung als Spritzgußmasse durchzusetzen, in bezug auf das Polyvinylchlorid steht die Entwicklung jedoch noch ganz am Anfang. Besonders Interesse verdienen die Versuche zur Einführung des als Iuvican oder Trolitul bekanntgewordenen Produktes, das sich durch hohe Wärmebeständigkeit auszeichnet.

Da die Erweichung des Materials nicht, wie beim Metallspritzguß, in einem offenen Schmelzkessel erfolgen konnte, sieht die Spritzgußtechnik für die Verarbeitung organischer, thermoplastischer Massen vor, daß das körnige Pulver in einem heizbaren Druckzylinder erweicht, verdichtet und durch eine am Ende des Zylinders befindliche Düse als zähflüssiger Faden mit großer Geschwindigkeit in die an den Zylinder fest angepreßte Form hineingespritzt wird. Formgenauigkeit, geringe Nacharbeit und möglichst abfallfreie Verformung sind die besonderen Vorzüge des eleganten Spritzgußverfahrens, die jedoch nur unter der unbedingten Voraussetzung des völlig dichten Formschlusses sicher zu erreichen sind. — In der Lösung all dieser Fragen vereinigten sich stets die Bemühungen der Chemiker in stofflicher mit denen der Ingenieure in verfahrenstechnischer Hinsicht.

Gleichlaufend mit diesen Erkenntnissen entwickelte sich die Spritzgußtechnik entscheidend einmal mit dem Aufkommen des Trolituls (Handelsname für Polystyrol) und andererseits mit der Schaffung der ersten vollautomatisch arbeitenden Spritzgußmaschine. Mit diesen beiden höchst wertvollen Beiträgen gelang die Ausgestaltung des gemeinsamen Fortschrittes in einem solchen Maße, daß die Spritzgußtechnik auf dem Gebiet der plastischen Massen bald zu allgemeiner Bedeutung und entsprechender Verbreitung gelangte.

Dr. R. Hesseh, Bautzen: „Entwicklung des Strangpressens härthbarer Preßmassen unter besonderer Berücksichtigung chemischer Gesichtspunkte.“

Bei dem Strangpreßverfahren befindet sich die Masse in einer ungleichmäßig beheizten Form (Temperatur im Bewegungssinne steigend) in Bewegung. Dabei schreitet die Kondensation der Preßmasse gegen das Austrittsende der Form hin stetig fort, um dort den Resitzzustand zu erreichen. Es besteht also in jeder einzelnen Zone der beheizten Strangpreßform bei gleicher Preßgeschwindigkeit jeweils der gleiche Kondensationszustand. Das Produkt aus mittlerer Formtemperatur und Durchlaufzeit der Preßmasse muß auf ihre Reaktionsgeschwindigkeit abgestimmt sein.

Das Gelingen des Strangpressens hängt dabei in erster Linie von der Reaktionsgeschwindigkeit der Preßmasse ab. Sie muß so bemessen sein, daß die Reaktion bzw. der Kondensationsverlauf vom Resol- in den Resitzzustand möglichst in einer kurzen Zone der Preßform erfolgt und dabei solche Kondensationsprodukte entstehen, die günstige physikalische und chemische Eigenschaften für das Strangpressen besitzen und bei der Bewegung der Preßmasse durch die Form den an den Formwänden entstehenden Reibungswiderstand möglichst klein halten. So ist z. B. eine möglichst große positive Wärmetönung bei der Härtingsreaktion notwendig. Auch soll beim Übergang vom Resol- zum Resitzzustand der Resitzzustand möglichst rasch durchlaufen werden, um zu einem gehärteten, in der Hitze festen Körper zu gelangen, dessen Dichte in bestimmten Grenzen liegt, um gegenüber dem Ausgangsmaterial eine Volumkontraktion bestimmter Größe zu bewirken. Endlich soll die Preßmasse so beschaffen sein, daß ihre Löslichkeit für die sog. „Gleitmittel“ (Stoffe verschiedener chemischer Zusammensetzung mit Schmierwirkung) trotz Erhöhung der Temperatur sinkt.

Das Strangpreßverfahren wird mit weit höheren Drucken ausgeführt als das gewöhnliche Preßverfahren; je höher der Preßdruck, um so widerstandsfähiger das Erzeugnis gegenüber mechanischen und chemischen Einflüssen.

Dr. E. Becker, Troisdorf: „Vulkanfiber und ihre Weiterentwicklung.“

Beobachtungen über die Einwirkung von Schwefelsäure und Chlorzink auf Papier, sowie ein grundlegendes Patent von Taylor aus dem Jahre 1859 führten schon in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts zur Entwicklung der Vulkanfiberindustrie.

Als Rohstoff dient saugfähiges Papier, hergestellt aus Baumwolllumpen, unter Mitverwendung von mehr oder weniger Zellstoff. Die Herstellung geschieht mit Hilfe von Chlorzink oder auch Schwefelsäure als Pergamentierungsmittel, entweder nach dem Wickelverfahren oder nach dem fortlaufenden Verfahren. Die Auswässerung des Chlorzinks erfolgt in Chlorzinklösungen absteigender Konzentration und schließlich in Wasser. Die Vulkanfiber wird dann getrocknet, in hydraulischen Pressen plan gerichtet und gegebenenfalls kalandriert. Hergestellt wird Vulkanfiber als Kofferfiber in verschiedenen Lederfarben sowie als technische Vulkanfiber, die in Form von Platten, Stäben und Röhren in den Handel kommt. Ihre Farben sind rot, schwarz, grau und auch rein weiß. Vulkanfiber zeichnet sich durch große Härte, Elastizität, Festigkeit, Haltbarkeit und vor allem durch außerordentlich vielseitige Verarbeitbarkeit aus. Außer in der Kofferindustrie wird sie in fast allen Zweigen der mechanischen und elektrischen Industrie als Werkstoff oder auch als Isolierstoff verwendet. Besonders zu nennen sind die Textilindustrie und die Automobilindustrie.

Ein Nachteil der Vulkanfiber ist ihre für viele Zwecke zu große Feuchtigkeitsaufnahme. Das Bestreben, die Vulkanfiber wasserfest zu machen, ist daher so alt wie die Vulkanfiber selber. Eine befriedigende Lösung dieser Frage gelang lange Zeit nicht, doch sind die Bemühungen neuerdings von Erfolg gewesen und haben zu mehr oder weniger wasserfesten Produkten geführt, wobei aber auf gewisse Eigenschaften der Vulkanfiber, die gerade auf ihrer Wasseraufnahmefähigkeit beruhen, verzichtet werden muß. Auch ist es neuerdings gelungen, eine rein weiße Vulkanfiber herauszubringen, die für die Herstellung von mangel- und bügelfesten Knöpfen und als Ersatz von Perlmutter-Wäscheknöpfen eine große Rolle spielt.

Doz. Dr.-Ing. habil. E. Mörath, Berlin: „Neuere Klebstoffe und Klebeverfahren.“

Die Bedeutung der Versorgung der deutschen Industrie mit Klebstoffen stieg in den letzten Jahren sehr stark, weil 1. die Leimverbindungen infolge ihrer Überlegenheit gegenüber rein mechanischen Verbindungen zugenommen haben, 2. weil sich die Versorgungsgrundlagen, die für die wichtigsten Gruppen der Klebstoffe besprochen werden, sehr stark änderten und 3. weil eine Anzahl wichtiger neuer Klebstoffe aus dem Gebiet der Kunststoffe zur Einführung kam, welche bisher nicht erreichte Verbesserungen der Eigenschaften der Verleimung erzielten, aber andererseits auch Veränderungen der bisherigen Verfahren erforderten.

Neuere Untersuchungen ergaben die Wichtigkeit einer schonenden Gewinnung des Glutins aus den leimgebenden Rohstoffen, insbes. Knochen, da bei hohen Temperaturen und Drucken die Klebeeigenschaften und die Ergiebigkeit der so gewonnenen Leime stark sanken.

Die Caseinerzeugung ist in Deutschland stark im Zunehmen begriffen, qualitativ durchaus befriedigend, aber für Verleimungszwecke noch nicht voll wettbewerbsfähig mit der Einfuhrware. Ebenso wurde die Blutalbumingewinnung gesteigert, und schließlich wurden durch Aufarbeitung von Soja- und Ricinusschrot Leimstoffe gewonnen, die bei verhältnismäßig hoher Ergiebigkeit nur einen ganz geringen Devisenaufwand erfordern.

Die grundlegende Änderung der Leimversorgung ist aber erst durch Einführung von Phenoplasten, insbes. in Form des Tegoleimfilms, sowie von Harnstoffharzen gelungen, die heute bereits den Hauptanteil der Versorgung der Sperrholzindustrie übernommen haben. Die dabei gewonnenen Erfahrungen, insbes. auch über die Ergiebigkeit ihrer Streckung durch billigere Stoffe, werden eingehend besprochen wie auch einige andere Kunstharzstoffe, die noch nicht so große Bedeutung erlangt haben.

Dr. G. Leysieffer, Troisdorf: „Geschichtete Werkstoffe und ihre Bedeutung für Lager und Zahnräder.“

Während in der ersten Entwicklungsperiode der Kunststoffe diese vorwiegend für die Herstellung von Zubehörteilen in der Technik in Frage kamen, werden sie mit der dauernd fortschreitenden Entwicklung und Verbesserung heute vielfach als eigentliche Baustoffe verwendet. Ein typisches Beispiel hierfür sind Lager und Zahnräder. Die für diesen Verwendungszweck wichtigsten Kunststoffe sind die sog. geschichteten Werkstoffe, die aus Papierbahnen oder Baumwollgewebbahnen oder Holzfurnieren, die mit Phenolkunstharzen getränkt oder behandelt sind, hergestellt werden.

Triebwerke, bei denen ein Stahlrad mit einem Rad aus einem organischen Kunststoff zusammenläuft, zeichnen sich durch Geräuschlosigkeit, durch geringe Übertragung der entstehenden Schwingungen und durch Schonung der Stahlräder aus. Früher stand für diese Zwecke vorwiegend die ausländische Rohhaut als Rohmaterial zur Verfügung. Dann ging man zur Vulkanfaser über, die aber überall da nicht angewendet werden kann, wo Feuchtigkeit zutreten kann. Zahnräder aus geschichteten Baumwollgewebprodukten haben sich in der Praxis hervorragend bewährt. Neuerdings werden diese mit vollem Erfolg durch Kunstholz ersetzt, das aus mit Phenolharz behandelten deutschen Furnierhölzern hergestellt wird. Hierbei wird gleichzeitig Baumwollgewebe als Sparmaterial ersetzt.

Die ersten Arbeiten in dieser Entwicklung wurden empirisch durchgeführt. Jetzt hat hier eine systematische Forschung eingesetzt. Vergleichende Untersuchungen an der T. H. Aachen von Prof. Wallich's ergaben z. B., daß die Verschleißfestigkeit von Rädern aus Rohhaut am geringsten ist. In der Mitte liegen Räder aus Baumwollgewebe, während Kunstholzläder die besten Resultate ergaben.

Lager aus Kunststoffen sind zuerst in der Walzwerksindustrie entwickelt worden. Diese Lager zeichnen sich gegenüber solchen aus Bronze durch geringeren Kraftverbrauch, geringeren Verschleiß des Lagerzapfens und einfachere Wartung aus. Während die Walzenzapfen in Bronzelagern schnell Riefen bekommen, polieren sie sich in Kunststofflagern automatisch auf. Hierdurch sind der geringere Kraftbedarf, aber auch die längere Haltbarkeit des Walzenzapfens und damit der Walze bedingt. Infolgedessen sind die in der Anschaffung zunächst teureren Kunststofflager im Gebrauch billiger. Neuerdings spielt die Möglichkeit, die bisher verwendeten Sparmetalle auf diese Weise zu ersetzen, zusätzlich eine große Rolle. Die systematische Bearbeitung dieser Frage hat dazu geführt, daß durch die Verordnung 39 der Überwachungsstelle für unedle Metalle Lagerschalen aus Sparmetallen für folgende Verwendungszwecke verboten werden konnten: Herstellung von Lagern für Feldbahnen und Förderwagen, Federbolzenbüchsen, Krananlagen, Rollen für Förderbänder, Walzgerüste für Stahl und Nichteisenmetalle, Rollgänge für Walzenstraßen und Transmissionsanlagen.

Auch hier haben an verschiedenen Stellen systematische Untersuchungen eingesetzt, die die Entwicklung günstig beeinflussen. Unter anderem wurden von Prof. Thum, Darmstadt, im dortigen Materialprüfungsinstitut Untersuchungen über den Einfluß von groben und feinen Baumwollgeweben, z. B. auf den Reibungskoeffizienten, durchgeführt, die ergaben, daß hier nennenswerte Unterschiede nicht vorhanden sind. Ebenso wurde gefunden, daß die Erwärmung eines Lagers bei bestimmten Lagerdrücken und bestimmten Umlaufzahlen unabhängig ist von der Struktur des verwendeten Gewebes. Weitere Untersuchungen bezogen sich auf Lagerbüchsen an Stelle von Sparmetallbüchsen, wie sie in Gestängen, z. B. Steuerungsgestängen für Luftfahrzeuge, verwendet werden. Es wurden hier die Drucke und Lastwechselzahlen ermittelt, bei denen die Aufweitung von derartigen Kunststoffbüchsen im Rahmen des Geforderten blieb, und auch diese Untersuchungen ergaben, daß derartige Lagerbüchsen vollwertig als Ersatz für Sparmetallbüchsen dienen können.

Dr. O. Jordan, Mannheim: „Lederartige Erzeugnisse aus Kunststoffen.“

Lederartige Erzeugnisse aus Kunststoffen haben in den letzten Jahren steigende Beachtung gefunden. Man versteht darunter einmal die z. T. schon länger unter dem Namen „Kunstleder“ bekannten Gewebbahnen, welche einen Überzug

aus künstlichen Bindemitteln tragen und dann durch nachträgliches Aufpressen eines Narbens ein lederähnliches Aussehen erhalten, ferner Produkte, welche man aus pflanzlichen oder tierischen Fasern durch Verkleben der einzelnen Fasern mit Bindemitteln und geeignete Formgebung erhalten kann.

Als Fasern dienen Cellulosefasern oder auch zerkleinerte Lederabfälle, wie Falzspäne, Lederreste u. dgl., schließlich auch Wollfilze. Solche Fasern hat man schon früher mit Latex verklebt; die neuere Entwicklung verwendet mehrere Verfahren unter Anwendung synthetischer Bindemittel; man verwalzt die Faser mit den in der Wärme plastischen Bindemitteln oder verklebt sie mit Lösungen in organischen Lösungsmitteln. Bedeutsamer sind Verfahren, bei welchen auf den Fasern künstliche Emulsionen von Vinylpolymerisaten niedergeschlagen werden, sei es im Holländer durch Ausfällen und nachträgliche Formgebung, sei es durch Imprägnieren der fertigen Papierfaserbahnen. Im ersteren Falle erhält man besonders aus Lederabfällen lederähnliche Massen von verschiedener Schichtstärke, welche oft in den Eigenschaften dem Naturleder überaus nahestehen und sogar verschiedene Eigenschaften des Sohlleders erreichen, und im letzteren Fall erzielt man neuartige Effekte. Alle derartigen Produkte liegen in ihren Eigenschaften i. allg. zwischen dem natürlichen Leder bzw. Kunstleder einerseits und imprägnierten Papieren der bisher bekannten Art andererseits, gehen aber in manchen Eigenschaften über diese Stoffe beträchtlich hinaus.

Die zur Herstellung solcher lederartigen Erzeugnisse verwendeten Vinylverbindungen werden im einzelnen besprochen; durch die Unterschiede in den Eigenschaften dieser Bindemittel sowie durch die Mengenverhältnisse sind weiter gehende Variationen der Eigenschaften der lederartigen Erzeugnisse möglich, als mit Latex erzielbar sind; man kann auch luftdurchlässige Produkte erzielen. Es ergeben sich zahlreiche neue Verwendungen und besondere Vorteile, so daß die lederartigen Erzeugnisse in keiner Weise mehr als Lederersatz zu bezeichnen sind. Die Eigenschaften werden tabellarisch erläutert.

Dr. Curs, Ludwigshafen: „Kunststoffe in der Isoliertechnik.“

Referat fehlt.

Reg.-Rat Dr. G. Pfestorf, Berlin: „Probleme der Materialprüfung bei Kunststoffen.“

Die Aufgaben lassen sich nach drei Gesichtspunkten gliedern: 1. müssen die Stoffeigenschaften ermittelt werden, durch die Voraussagen über die grundsätzlichen Verwendungsmöglichkeiten eines Werkstoffes gemacht werden können, 2. sind die Prüfverfahren den in der Praxis auftretenden Beanspruchungen anzupassen, und 3. müssen die Prüfverfahren dem Verlangen der Technik nach Betriebssicherheit der Anlagen gerecht werden.

Für die Ermittlung der Stoffeigenschaften von Kunststoffen sind in vielen Fällen die sonst üblichen Meßverfahren nicht anwendbar. Dies gilt z. B. für die thermische Ausdehnung von plastischen Stoffen, die den Druck einer Meßuhr nicht vertragen, für die Ermittlung der Viskosität sehr zäher Massen wie Kautschuk und anderer Stoffe, für die mechanischen Eigenschaften, wie Kugeldruckhärte, deren Ergebnisse mit den üblichen, in der Metalltechnik bekannten Härteprüfungen nicht ohne weiteres verglichen werden können.

Die Anpassung der Prüfverfahren an die Praxis erfordert die Kenntnis der dort auftretenden Beanspruchungen, deren Messung meist nicht einfach ist. So werden z. B. in der Elektrotechnik Kunststoffe unter Zwischenlage von Gummiringen in Buchsen gefaßt und sollen auch bei erhöhter Temperatur ohne zu fließen eine sichere Dichtung ergeben. Die dabei auftretenden Druckkräfte sind schwer zu erfassen. In mechanischer Beziehung sind statische Untersuchungen allein nicht mehr ausschlaggebend, sondern Gebrauchs- und Dauerfestigkeiten von Bedeutung. Zahlreiche Aufgaben sind bei den Gummiuntersuchungen zu lösen. Die Tatsache der Kriechstrombildung erfordert ein Prüfverfahren, das die im Laufe vieler Jahre eintretenden Beanspruchungen im Laboratorium künstlich nachahmt.

Die wichtigste Aufgabe der Werkstoffprüfung ist, auf Grund der in der Praxis vorhandenen Beanspruchungen bzw. auf Grund von Erfahrungen an im Laboratorium geprüften Gegenständen Prüfvorschriften zu entwickeln, die die größt-

mögliche Sicherheit für das einwandfreie Arbeiten der Werkstoffe im Betrieb gewährleisten. Dieses letzte Ziel ist nur durch enge Zusammenarbeit aller prüftechnischen Laboratorien, der Erzeuger und Verbraucher durch Erfahrungsaustausch zu erreichen.

An Hand einer graphischen Darstellung wird der Zusammenhang zwischen elektrischen und mechanischen Eigenschaften gezeigt und dargestellt, wie das Ziel der Elektrotechnik, nur Isolierstoffe mit verschwindend kleinen dielektrischen Verlusten zu verwenden, durch Vermeidung inhomogener Stoffe und Beseitigung der polaren Moleküle in der Weise erreicht worden ist, daß in dem Temperatur- und Frequenzbereich, in dem der Werkstoff Verwendung finden soll, ein Minimum des Verlustfaktors vorhanden ist.

Prof. Dr. R. Vieweg, Darmstadt: „*Neuere physikalische Verfahren zur Kunststoffprüfung*.“

Die erstaunliche Ausbreitung, die das Gebiet der Kunststoffe in noch immer zunehmendem Maße erfährt, hat auch für die physikalische Meßtechnik neue Aufgaben gebracht. Während noch vor wenigen Jahren die Prüfung von Kunststoffen hauptsächlich unter elektrotechnischen Gesichtspunkten erfolgte, spielen heute manche Bewertungen eine Rolle, die außerhalb der herkömmlichen Untersuchungen

liegen. Beispiele bilden die Reibungsmessungen, die wegen der Anwendung von Kunststoffen im Lagerbau nötig geworden sind. Auch mit der Gas- und Wasserdurchlässigkeit hat man sich befassen müssen, weil der Gebrauch von Kunststoffen im Austausch zu Metallummantelungen, aber auch im Ledergebiet diese Frage aufgeworfen hat. Auf zwei neuere Prüfverfahren, die auch für den Chemiker unmittelbar wichtig sein dürften, wird auf Grund von Versuchen näher eingegangen. Der Brechungsindex von Kunststoffen kann in sehr vielen Fällen verhältnismäßig einfach gemessen werden. Die Abhängigkeit von der Temperatur läßt sich in dem wichtigen Gebrauchsbereich von Raumtemperatur bis etwa 70° leicht bestimmen, wenn moderne Hilfsmittel (Ultra-Thermostat) herangezogen werden. Von großem Allgemeininteresse ist die Wärmeleitfähigkeit von Kunststoffen geworden. Die Bemühungen, diese schwierige Messung handlich zu gestalten, haben in letzter Zeit zugenommen. An Stelle direkter Verfahren zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit ist die Ermittlung aus dem Produkt von Temperaturleitfähigkeit, spezifischer Wärme und spezifischem Gewicht ebenfalls möglich. Die bekannten Apparaturen für diese Messungen lassen sich den Sonderbedingungen der Kunststoffe anpassen. Die spezifische Wärme kann im Dampf-Calorimeter überraschend einfach gemessen werden, und auch für die Temperaturleitfähigkeit ergeben sich brauchbare Versuchsbedingungen.

## Fachgruppe für Wasserchemie\*).

Sonderversammlung.

Sitzung am 6. Juli 1937.

Vorsitzender: Stadtratsrat Olszewski, Dresden.

Prof. Dr. Nachtigall, Hamburg: „*Wasserchemie und Vierjahresplan*.“

Vor 10 Jahren, 1927, trat die Fachgruppe für Wasserchemie im Verein Deutscher Chemiker zum ersten Male vor die Öffentlichkeit mit Band I der Vortragsammlung „Vom Wasser“, einem Jahrbuch, von dem bis jetzt 11 Bände erschienen sind, Dokumente einer erfolgreichen Tätigkeit aus der Praxis für die Praxis. Sie betreffen Erfahrungen und Forschungen auf dem Gebiete der Aufbereitung und Überwachung von Trink-, Nutz- und Kesselspeisewasser, der Überwachung der Wasserbeschaffenheit öffentlicher Gewässer, der Verhütung von Wasserangriffsschäden und der Unschädlichmachung und Verwertung von Abwässern aller Art. Das sind Arbeiten, die von jeher der Volkswohlfahrt dienen, sie können nur in Zusammenarbeit mit den Männern verwandter Fachgebiete geleistet werden. Die Aufnahme der Fachsäule Chemie und damit auch der Unterfachgruppe Wasserchemie in den großen NS. Bund Deutscher Technik wird diese Gemeinschaftsarbeit noch enger gestalten. Sie gibt auch unserem Bestreben, mit allen unseren Kräften am Vierjahresplan mitzuarbeiten, einen neuen Impuls. Da ist zunächst die Korrosion, der „Weltfeind Nr. I im Reiche der Technik“. Ihn zu bekämpfen, sind auch wir berufen: Viele Wässer haben werkstoffangreifende Eigenschaften, die es zu beseitigen oder unschädlich zu machen gilt, sei es durch Aufbereitung des Wassers, durch Schutzmaßnahmen an den Werkstoffen oder dadurch, daß man an Stelle wasserempfindlicher und z. T. devisenbelasteter Baustoffe solche Heimstoffe verwendet, die vom Wasser nicht angegriffen werden. Die Verfahren zur Beseitigung und analytischen Bestimmung der Angriffslust von Kalt- und Warmwasser werden erörtert und Erfahrungen über Schutzanstriche mitgeteilt und über nichtmetallische Baustoffe, wie Eternit, Porzellan, Glas und Mipolam. Für Kupfer im Brunnenbau sind vollwertige Austauschstoffe Steinzeug, Porzellan, armiertes Glas und Hartholz. Weiter werden die Möglichkeiten aufgeführt, wie sich der Eisen- und Manganhydroxydschlamm der vielen deutschen Wasserwerke verwerten läßt, die ihr Wasser von Eisen und Mangan befreien müssen, und wie sich bei der Vorklärung von Oberflächenwasser an Aluminiumsalzen sparen läßt.

\*) Die Vorträge werden wie üblich zusammen mit den ausführlichen, sehr umfangreichen Aussprachen im Jahrbuch „Vom Wasser“ abgedruckt.

Ziel des Vierjahresplans ist u. a. auch die Begrenzung unnötigen Fettverbrauchs. Durch Verwendung von hartem Wasser gehen in Deutschland noch Seifenmengen und damit Fettmengen verloren, die alljährlich Tausende von Tonnen ausmachen. Hier ist durch Enthärtung des Wassers zweifellos noch viel zu erreichen, wie im einzelnen geschildert wird. Hierher gehört auch die Frage der Wiedergewinnung der Fettsäuren aus den Waschlaugen größerer Wäschereien, sie ist bereits in Angriff genommen.

Eine radikale Lösung wäre aber wohl nur auf dem umgekehrten Wege zu erreichen, der auch schon beschritten ist: nicht das Wasser enthärten, sondern nur noch solche Waschmittel herstellen, deren Waschkraft durch Calcium- und Magnesiumionen nicht beeinträchtigt wird.

Dr.-Ing. habil. A. Heilmann, Berlin: „*Fragen der Abwasserreinigung, Entwässerung und Vierjahresplan*.“

Auf dem Gebiete des Abwassers tritt als sinnfälligste und bedeutsamste Forderung im Sinne des Vierjahresplans seine landwirtschaftliche Verwertung auf, denn dieser Rohstoff ist geeignet, besonders stark eiweißhaltiges Futter auf Grünland zu erzeugen. Die landwirtschaftliche Verwertung des Abwassers ermöglicht die durchschnittliche Erzeugung je Flächeneinheit zu steigern und dadurch Flächen für die heimische Erzeugung von Industrierohstoffen, wie Flachs, Hanf und Wolle, frei zu machen. Für den Erfolg der Fettrückgewinnung<sup>1)</sup> aus Abwasser ist neben der ausschließlichen Verwendung von genormten Fettabscheidern die pflegliche Bedienung und Reinigung der Abscheider sowie die planmäßige Erfassung des Fettabscheidergutes entscheidend. Für die Rückgewinnung von Fett aus Schwimmschlamm ist das Verfahren von Dr. Schnell in München aussichtsreich. Durch eine zentrale Enthärtung des Versorgungswassers<sup>2)</sup> könnte eine Verminderung des Seifenverbrauches und damit eine Verringerung der Fetteinfuhr erreicht werden. Betriebe mit großem Seifenverbrauch müssen angehalten werden, die Fettsäuren der verbrauchten Seife durch Rückgewinnungsanlagen der Volkswirtschaft zu erhalten. Fettsäuren müssen aus heimischen Stoffen gewonnen oder durch andere organische Verbindungen ersetzt werden. Die in den Benzinabscheidern zurückgehaltenen Treibstoffe und Öle müssen wiederverwertet werden. Das in den Faulräumen von Kläranlagen sich entwickelnde Methangas wird bereits mit Erfolg als

<sup>1)</sup> Vgl. Sierp, Das Fett in der Abwassertechnik, diese Ztschr. 49, 578 [1936].

<sup>2)</sup> Vgl. hierzu Haase, „Weiches Wasser und seine Bedeutung für die Wasserversorgung“, Chem. Fabrik 10, 249 [1937].