

senschaftliche Durchdringung des gewerbeärztlichen Dienstes müßte sich beim Vollzug des gesetzlichen Arbeitsschutzes zum Nachteil der Arbeiter, deren Gesundheit täglich von vielfachen beruflichen Schädlichkeiten bedroht ist, aber auch zum Nachteil der an einem wirksamen Arbeitsschutz interessierten Unternehmer auswirken. Die Arbeitsergebnisse und Erfahrungen solcher Institute kommen nicht zuletzt der medizinischen Wissenschaft zugute. Dies ist besonders bedeutsam für den medizinischen Unterricht, dessen Mangel auf dem Gebiete der Arbeitsmedizin außerordentlich fühlbar jedem auf dem Fachgebiet Tätigen täglich vor Augen treten und von nicht unerheblicher Rückwirkung gerade auch im Bereiche der Berufskrankheiten-Versicherung für den Versicherungsträger und nicht zuletzt für den Versicherten selbst sein müssen.

Mit der weiteren technischen und wirtschaftlichen Entwicklung unseres Landes werden immer neue Aufgaben entstehen. Die Fragen der fortschreitenden sozialen Sicherung und Wohlfahrt der Arbeitenden werden dem gesundheitlichen Arbeitsschutz und darüber hinaus allen Problemen der Arbeitsmedizin noch eine besondere Bedeutung verleihen.

Wir stehen zudem an einem Wendepunkt der Gesundheitspolitik, der durch die Schlagworte „Prophylaktische Medizin“ bzw. „Gesundheitsvorsorge“, „Gesundheitssicherung“ und „Rehabilitation“ markiert wird. Auch daraus ergibt sich in

Zukunft eine gesteigerte Bedeutung arbeitsmedizinischer Institutionen und die Notwendigkeit ausreichender Wirkungsmöglichkeiten derselben. Dabei wird nach Meinung sachverständiger Leute die Mitwirkung selbständiger arbeitsmedizinischer Institute von wesentlicher Bedeutung sein. So wird noch mehr als bisher auch die Tätigkeit der arbeitsmedizinischen Institute zur Erfüllung dieser Aufgaben gewürdigt und eingesetzt werden müssen. Mögen die Verantwortlichen vorsehen, daß hierzu dann auch die erforderlichen Voraussetzungen für eine ausreichende Wirksamkeit der Institute geschaffen werden.

In Bayern ist nach dem schon früher Anerkannnten in neuerer Zeit staatlicherseits Bedeutendes in der Ausstattung des gewerbeärztlichen Dienstes bzw. des jetzigen Landesinstituts für Arbeitsmedizin geleistet worden. Gleichwohl bleiben für die erstrebenswerte Wirksamkeit des Landesinstituts noch manche Wünsche übrig, vor allem hinsichtlich einer zureichenden Ausstattung an Ärzten und sonstigem Hilfspersonal.

Die weiteren staatlichen Bemühungen um den Auf- und Ausbau des arbeitsmedizinischen Dienstes lassen erwarten, daß auch hierin noch weitere Verbesserungen erfolgen. So ist dann auch zu hoffen, daß der geplante Neubau mit ausreichenden Räumlichkeiten dem Institut bald zur Verfügung steht.

Anschrift des Verfassers:

Reg.-Med.-Dir. Dr. E. Lederer, München, Winzerstr. 9.

Aus dem Bayer. Staatsministerium für Arbeit und soziale Fürsorge, München

Die Kunststoffe und ihre arbeitsmedizinische Bedeutung*)

Von O. Günther

Die Kunststoffe sind heute aus dem täglichen Leben nicht mehr wegzudenken. Während der Mensch sich früher mit den in der Natur vorkommenden Stoffen begnügen mußte, hat die chemische Industrie in den letzten Jahrzehnten eine Fülle von Kunststoffen auf synthetischer Basis geschaffen, die hinsichtlich ihrer Verwendungsmöglichkeiten die von der Natur gebotenen Stoffe oft weit übertreffen. Wenn man die Wirtschaftszeitungen und die Fachzeitschriften der einschlägigen Industrien verfolgt und die Industrie- und Gewerbeausstellungen in den letzten Jahren betrachtet hat, so zeigt sich eindeutig, daß auch wir in Deutschland seit 1945 in zäher Arbeit den Anschluß an die Fabrikation der neuen Kunststoffe gefunden haben. Dabei ist es interessant zu wissen, daß Westdeutschland seit dem Jahre 1953 der zweitgrößte Kunststoffproduzent nach den USA geworden ist.

Das Gebiet der Kunststoffe ist besonders in den letzten Jahren derartig ausgeweitet worden, daß es im Rahmen einer kurzen Abhandlung über diese und ihre arbeitsmedizinische Bedeutung zu weit gehen würde, alle derartigen Stoffe zu erfassen. Es ist daher eine Beschränkung auf gewisse chemisch verwandte Gruppen

unumgänglich notwendig. Auch die chemischen Grundlagen der Kunststoffe können hier nur gestreift, die Zwischenprodukte bei der Herstellung nur soweit als notwendig angeführt und chemische Formeln in vereinfachter Form nur dann herausgestellt werden, wenn es zum Verständnis unbedingt notwendig erscheint.

Es erweist sich als zweckmäßig, bei der Besprechung der Kunststoffe ein gewisses Schema einzuhalten, das in den einschlägigen chemischen und technologischen Fachbüchern immer wiederkehrt. Die Herstellerfirmen belegen die Kunststoffe mit Handelsnamen, die auch hier kurz genannt werden sollen.

Den folgenden Ausführungen soll noch einmal vorangestellt werden, daß die heutigen Kunststoffe, wie bereits erwähnt, keinesfalls mehr als Ersatzstoffe zu bezeichnen sind. Die in planmäßiger Forschung hergestellten Kunststoffe sind Produkte, die in der Mehrzahl Eigenschaften besitzen, wie sie bei den Naturprodukten, insbesondere auch ohne technische Veredlung, nicht zu finden sind.

Zuerst sollen die modifizierten Naturstoffe besprochen werden, wobei Naturkautschuk, Zellulose, tierische und pflanzliche Eiweißstoffe sowie Harze, Kolophonium und Trockenöl durch chemische Umsetzungen zu sogenannten Kunststoffen umgewandelt, sozusagen veredelt werden.

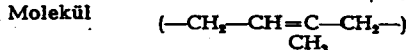
*) Herrn Prof. Dr. F. Koelsch zum 80. Geburtstag gewidmet.

BFG36046

NOTICE THIS MATERIAL MAY BE
PROTECTED BY COPYRIGHT LAW
(TITLE 17, U.S. CODE) SPPL-1

24892001

Aus dem Naturkautschuk, dem das Isopren-



zugrunde liegt, kann man durch Isomerisierung, durch Oxydation, durch Chlorierung und durch Anlagerung von Säure sowie durch die Einführung von Füllstoffen Kunststoffe herstellen. Die chemischen Umsetzungen weisen hier schon auf die Einwirkungsmöglichkeiten von Säure und Säuredämpfen sowie von Chlor hin. Diese Einwirkungen auf den menschlichen Körper sind so allgemein bekannt, daß hier nicht näher darauf eingegangen werden muß. Die fertigen Kunstprodukte dieser Art bieten in ihrer Weiterverarbeitung keine besonderen gesundheitlichen Gefährdungen. Aus der Fülle der Handelsnamen soll hier herausgegriffen werden:

Cyclokautschuk durch Isomerisierung — Thermoprene, oxydierter Kautschuk — Rubbone, Chlorkautschuk — Pergut, Alloprene und Kautschukhydrochlorid — Pliofilm.

Zellulose — $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_x$ — wird durch Lösen, durch Verestern und Veräthern sowie durch Einführung von Metallsalzen zu Kunststoffen umgewandelt. Es sind hier bekannt: die regenerierte Zellulose als Kunstseide, das Zelluloseacetat und Zellulosenitrat als Zellon oder Zelluloid, die Äther der Zellulose als Methylzellulose für Lackrohstoffe und das unter Zufügung von Füllstoffen hergestellte Vulkanfaser. Gefährdungen bei diesen Fabrikationen liegen in der Möglichkeit der Verätzungen durch Laugen, Einwirkungen durch Schwefelkohlenstoff, Schwefelwasserstoff, Essigsäure, Essigsäureanhydrid und dgl. Die Herstellungsverfahren sind schon lange Jahre bekannt, so daß die Einwirkungen von chemischen Stoffen durch entsprechende Vorsichtsmaßnahmen bei der Fabrikation, wie Abkapselung der Apparate, Absaugungen usw. weitgehend vermieden werden können. In der Kunstseide-Fabrikation treten manchmal noch die bekannten Augenerscheinungen auf.

Das leicht brennbare Zelluloid wird heute vielfach durch Zellon ersetzt, welches aus Acetatzellulose unter Zusatz des Gelatinierungsmittels Trikresylphosphat $(\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4)_3\text{PO}_4$ hergestellt wird. Auf die letztgenannte chemische Verbindung wird noch später eingegangen werden, weil sie gewerbemeditizinisch wegen der Giftigkeit ihrer Orthoverbindung von Bedeutung ist.

Sehr bekannt sind die aus tierischen und pflanzlichen Eiweißstoffen durch Formalinhärtung hergestellten Kunststoffe wie Kunsthorn, Galalith oder Lantital. Die Hautreizungen an unbedeckten Körperstellen, die Augenbindehautreizungen und die Einwirkung auf die oberen Luftwege durch Formaldehyd sind bekannt.

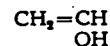
Endlich werden Kolophonharze und trockene Öle durch Salzbildung, Veresterung, Oxydation und Einbau von Phenolen zu Kunststoffen umgewandelt. Sie finden vielfach unter dem Namen „Albertol“ und „Beckacit“ als Lackrohstoffe Anwendung. Gewerbehygienisch sind sie nicht von besonderer Bedeutung.

Es sollen nunmehr die echten Kunststoffe besprochen werden, die auf synthetischem Wege durch Polymerisation und Kondensation hergestellt werden. Ausgangsstoffe für diese Kunststoffe sind Kalk, Kohle, Sauerstoff und Stickstoff, ferner im Krackverfahren behandeltes Erdöl, Alkohol und Wassergas. Es ergibt sich hier eine Fülle von Kunststoffen, und es ist erstaunlich, welchen Aufschwung die organische Synthese gerade auf diesem Gebiete genommen hat. Die Zwischenprodukte bei der Herstellung sind so zahlreich, daß es einer getrennten Abhandlung bedürfte, alle vom gewerbehygienischen Standpunkt aus zu besprechen. In erster Linie sollen die Endprodukte näher beleuchtet werden, die als Kunststoffe die umfangreichste Verwendung in allen Zweigen der

Technik und Wirtschaft finden. Von Kalk und Kohle ausgehend über Carbid und Acetylen kommt man bei der Synthese durch verschiedenartige chemische Umsetzungen zu den Polyvinylprodukten wie Polyvinylalkohol, -äther, -chlorid, -carbazol, -acetat, Polymethylacrylsäuremethylestern, Polychloropren und Polybutadien.

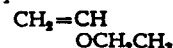
Soweit Hinweise auf Einwirkungsmöglichkeiten bekannt geworden sind, sollen aus diesen Polyvinylprodukten einige herausgegriffen werden.

Der Polyvinylalkohol aus Vinylalkohol



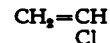
bekannt unter dem Handelsnamen Polyviol, wird als Thermoplast verwendet. Es lassen sich aus diesem Material z. B. Schürzen, Handschuhe und dergleichen herstellen. Bei der Fabrikation ist es mehrfach zu Reizwirkungen der Haut gekommen.

Vom Polyvinyläther aus Vinyläther



mit dem Handelsnamen Igevin, verwendet als Thermoplast und Klebstoff, sind gesundheitsschädigende Eigenschaften nicht bekannt.

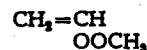
Polyvinylchlorid und Mischpolymerisate aus Vinylchlorid



bekannt unter dem Handelsnamen Igelit — Mipolam, wird vielseitig verwendet zur Herstellung von Gebrauchsgegenständen, Schürzen, Regenhäuten. Je nach Zusatz von Weichmachern können auch Weich-Igelite hergestellt werden. Es sei hier auf die früher vorgekommenen Gesundheitsstörungen durch Einwirkung von Weichgeliten hingewiesen, bei denen Trikresylphosphat als Weichmacher verwendet wurde, das in seiner Orthoverbindung sehr giftig ist. Die Wirkung des Trikresylphosphats soll bei den Weichmachern näher besprochen werden. Die genannten Schädigungen treten bei Verwendung von Phthalatweichmachern nicht mehr auf.

Polyvinylcarbazol aus Vinylcarbazol, bekannt unter dem Namen Luvikan, vielfach als Thermoplast verwendet, ist dadurch bemerkenswert, daß ekzematöse Erscheinungen ausgelöst werden können.

Polyvinylacetat aus Vinylacetat



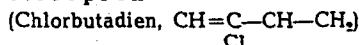
Handelsname Mowilith oder Vinnapas, ebenfalls ein Thermoplast, kann dann Hauterscheinungen verursachen, wenn reizende Weichmacher oder Härter verwendet werden und die Verbindung chemisch nicht voll ausreagiert ist.

Polymethylacrylsäuremethylester aus Aceton über Methylacrylsäureester findet unter dem Handelsnamen Plexiglas vielseitige Verwendung. In diesem Zusammenhang ist das Acrylnitril als Zwischenprodukt gewerbehygienisch sehr beachtenswert. Die Herstellung des Acrylnitrils weitet sich immer mehr aus, weil es auch bei der Herstellung anderer Kunststoffe Verwendung findet, so z. B. des synthetischen Bunaummis. Das Acrylnitril $(\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{N})$ kann erst bei gefährlicher Konzentration mit dem Geruchssinn wahrgenommen werden. Die Giftwirkung beruht wahrscheinlich auf einer direkten Einwirkung des Acrylnitrilmoleküls, möglicherweise aber auch auf einer Abspaltung von Cyan im Organismus. Die Vergiftungserscheinungen sind ähnlich der Blausäurevergiftung. Am häufigsten treten Vergiftungen durch Inhalation von kleinen, mit dem Geruchssinn nicht mehr wahrnehmbaren Mengen auf. Bei der Verwendung des Acrylnitrils, unter der Bezeichnung Ventox als insektentötendes Mittel, muß ein starkriechender Warnungstoff beigegeben werden.

Im Tierversuch wurde durch Acrylnitril Reizung der Schleimhäute, Anoxyhämie, vermehrte Ausscheidung von Thiocyanat im Urin und Tod durch Atmungslähmung beobachtet.

Polychloropren ist ein Kautschuk, bekannt unter dem Namen Neopren, Buna usw. Zum Verständnis sei angeführt, daß aus Chlorbutadien Polychloropren und aus Butadien Polybutadien entwickelt werden; aus letzteren wurden durch Umsetzung mit Styrol (Vinylbenzol) Buna S und mit Acrylnitril Perbunan gewonnen.

Das Chloropren

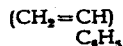


hat zu Vergiftungen geführt. Bei Inhalation größerer Mengen kommt es zu narkotischen Wirkungen mit Atemlähmung. Bei den in der Chloropren-Destillation Beschäftigten kommt es häufig zu auffallender Müdigkeit, zu einem ausgesprochenen Druckgefühl in der Brustgegend, vor allem unter dem Brustbein in der Luftröhrengegend, verbunden mit Atemnot und Herzklopfen; typisch ist auch eine auffallende Reizbarkeit. Bei den Arbeiten in der Polymerisationsabteilung kann Kopfharausfall eintreten, frühestens einen Monat nach Beginn des Kontakts mit Chloropren. Bei Herausnahme aus dem Betrieb wachsen die Kopfhare wieder nach.

Nunmehr soll eine Gruppe von Kunststoffen noch kurz gestreift werden, die aus Kohle, über deren Verkokung, gewonnen werden.

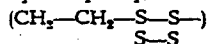
Zu diesen Stoffen gehört das Anilinharz aus Anilin ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$), genannt Iganil, das zu Preßmassen und Hartpapier verwendet wird. Bei den Arbeiten mit Anilin sind die allgemeinen Sicherheitsmaßnahmen zu beachten; die Einwirkungen von Anilin auf den menschlichen Körper dürfen als bekannt vorausgesetzt werden.

Das Polystyrol



auch Trolitul genannt, ist von keiner besonderen Toxizität, wie im Tierversuch festgestellt werden konnte. Bei der Darstellung von Styrol (Vinylbenzol) ist besondere Vorsicht am Platze, da das als Katalysator verwendete Aluminiumchlorid bzw. -hydroxyd stark ätzend wirken kann.

Das Polyäthylenpolysulfid



mit dem Handelsnamen Thiokol, Perduren, ist ein ölfester Kautschuk, der zum Imprägnieren von Kunstleder verwendet wird. Es kann bei der Einwirkung von Hautschweiß zu Hautreizungen kommen.

Die Phenol- und Kresolharze, genannt Bakelite, Albertite, Resinole, werden als härtbare Kunstharze und Preßmassen verwendet. Es wurde über Hautreizungen durch Kunstharzlösungen auf der Basis von Formaldehyd, Phenol- und Kresolkondensationsprodukten berichtet, insbesondere handelt es sich hier um die Überempfindlichkeit gegenüber Formaldehyd. Die Hautentzündungen gehen mit starkem Juckreiz einher, dauern oft lang an und neigen zu Rückfällen. Es kommen auch Reizungen der Schleimhäute der Nase, der oberen und tieferen Luftwege vor. Es läßt sich der größte Teil der Reizungen beim Einbringen des oft feinen Gutes vermeiden, wenn keine Staubbildung stattfindet. Irgendwelche Absaugungsmaßnahmen sind aber wegen der Leichtigkeit des Trockengutes nicht am Platze. Es muß also darauf gesehen werden, daß vor allem bei der Kunstharzfabrikation der Phenolformaldehyd-Reihe Ummantelungen an Maschinen angebracht werden und zeitweise auch Masken getragen werden. Vor allem ist darauf zu achten, daß gut ausgehärtete, d. h. chemisch gut abgegebundene Kunstharzmassen verarbeitet werden, die nicht überschüssiges Formaldehyd abgeben.

Phthalatharz oder Maleinharz wird als Lackrohstoff verwendet. Zwischenprodukte sind Phthal-säure-Anhydrid über Äthanol, Pentaerythrit. Hier sind

praktisch keine giftigen Wirkungen bekannt; lediglich Reizung der Schleimhäute bei längerem Arbeiten mit diesen Stoffen.

Ferner sind zu erwähnen Harnstoff und Thioharnstoffharz (Carbamidharz). Diese Stoffe sind neben ihren bekannten Verwendungsarten Beschleuniger bei der Vulkanisation. Sie reizen den Respirationstrakt und die Haut.

Die chlorierten Naphthaline und Diphenyle haben in den letzten Jahren als Kunstharze unter der Bezeichnung Perna in der Elektro-Industrie Bedeutung erlangt. Je mehr Chloratome in diese Verbindungen eingeführt werden, um so mehr nimmt die Giftigkeit zu. Am gefährlichsten sind die Penta- und Hexachlorverbindungen. Die beim Erhitzen, z. B. Löten, von damit isolierten elektrischen Drähten freiwerdenden Dämpfe sind außerordentlich giftig. Die gefährdeten Betriebe müssen sehr gute Abzüge anlegen. Die Giftwirkung betrifft nach amerikanischen Quellen vor allem die Leberzellen, es sind schwere Gelbsucht und akute gelbe Leberatrophie beschrieben.

Die Plastikgewebe aus Polyamiden haben besonders in der Textilindustrie Eingang gefunden, und hier wieder vor allem in der Wäscheindustrie und in der Strumpffabrikation. Zu den Polyamiden gehört das in Deutschland zuerst hergestellte Perlon und das in Amerika zuerst entwickelte Nylon. Während Perlon zum größten Teil in der Strumpffabrikation Verwendung findet, wird Nylon mehr in der Wäscheindustrie als Seidenersatz verarbeitet. Aus den beiden Polyamiden Perlon und Nylon lassen sich heute feinere Gewebe mit guten Qualitäten herstellen als früher. Die Textilien aus diesen chemischen Stoffen verlieren nur schwer ihre Form, knittern nicht, sind leicht waschbar und trocknen leicht.

In gewerbehygienischer Hinsicht ist hier zu sagen, daß es bei der Verarbeitung der äußerst stabilen und festen Fasern in Strumpffabriken zu mechanischen Schädigungen der Fingerkuppen und Handinnenflächen bei Kettlerinnen und Formerinnen kommen kann, wobei nicht selten Sekundärinfektionen zu beobachten sind. So mußte z. B. bei einer Kettlerin eine entschädigungspflichtige Berufskrankheit anerkannt werden, weil nach Verlauf und wiederholter Rückfälligkeit sowie dem Ausfall der Hauttestungen Perlon als berufliche Noxe nachgewiesen wurde. In diesem Zusammenhang sei noch erwähnt, daß bei dieser Kettlerin auch eine Überempfindlichkeit gegen reine Seide vorlag. Nachdem Hauttestungen mit Kunstseide keinen Hinweis auf eine Überempfindlichkeit ergaben, konnte diese hochqualifizierte Kraft weiterhin in ihrem Beruf bei Bearbeitung von Kunstseiden (Viscosekunstseide, Acetatkunstseide) arbeiten. Im Gebiete des Staatl. Gewerbearztes in Bayern konnte weiterhin ein Fall der Überempfindlichkeit gegenüber Nylon festgestellt werden. Es zeigten sich Rötungen der Haut, soweit sie vom Strumpf bedeckt waren. Die Hauterscheinungen durch Perlon und Nylon gingen aber jeweils zurück, wenn die schädigende Noxe entfernt wurde. Die Hautreizungen, als Nylandermitis bezeichnet, beobachtete man nach dem Tragen von Nylonstrümpfen zuerst in Amerika. Dabei stellte sich heraus, daß die ungefärbte Nylonfaser nur in den seltenen Fällen auslösende Ursache der Dermatitiden ist. Es wurde daher auch geprüft, ob nicht die Farben der Nylongewebe als auslösend gelten müssen. Dabei wurden tatsächlich einige Farben als auslösend erkannt, es zeigte sich z. B., daß schwarze Nylonsocken, die nach der Färbung offenbar nicht genügend ausgespült waren, die Hautreizung verursachten. Nach den Untersuchungen kann also gesagt werden, daß die Polyamide Nylon und Perlon als gut hautverträglich bezeichnet werden müssen, dagegen können allerdings Chemikalien, die zur Ausrüstung dieser Kunststoffe dienen oder auch sonst mit ihnen in Berüh-

rung gebracht werden, Hautreaktionen auslösen. So ist z. B. das Tragen von Perlonhaarnetzen bei Verwendung von resorzinhaltigen Haarwässern zu vermeiden. Auch nicht genügend chemisch ausreagierte Nylon- oder Perlonprodukte können zu Hautreaktionen führen. Nylon- und Perlonfäden werden z. B. auch in der Chirurgie verwendet; Perlonnetze heilen bei Bauchbrüchen gut ein. Untersuchungen haben bislang gezeigt, daß Mensch und Tier in gleicher Weise auf den körperfremden Stoff antworten, indem ein gleiches zellarmes Bindegewebe die Polyamidimplantation umschließt und nach den Ergebnissen der Untersuchung keine erhöhte Krebsgefahr bei der Verwendung der Polyamide, insbesondere vom Typ Supramid besteht. Neue Untersuchungen haben jedoch gezeigt, daß Polyamidstäube (Caprolactam) bei Einbringen in die Bauchhöhle dort ein Fremdkörper-Granulationsgewebe hervorrufen, das nach Monaten in eine käsige Nekrose übergeht, mit Kalkeinlagerungen versehen ist, von einer dicken Kapsel umgeben ist und an das Geschehen bei Tuberkulose erinnert. Ziel weiterer Untersuchungen wird es sein, festzustellen, wie das Lungengewebe auf die Einbringung von Polyamidstäuben reagiert. Diese neuesten Untersuchungen zeigen doch, daß bei Umgang mit Kunststoffen der Polyamidreihe, und zwar in Staubform, Vorsicht am Platze ist.

Eine Gruppe von Kunststoffen, welche in letzter Zeit eine besonders große Anwendung gefunden hat, ist die der Polyurethane. Die Grundstoffe dieser Kunststoffe sind die Di- bzw. Polyisocyanate, die mit Polyester in Gegenwart von Katalysatoren die Polyurethane ergeben. Die Di- oder Polyisocyanate werden als Desmodure und die Polyester als Desmophene bezeichnet. Während die Endprodukte, also die Polyurethane und die Desmophentypen harmlos sind, besitzen die Desmodure, soweit sie flüchtig sind, toxische Eigenschaften im Sinne von Reizstoffen auf die Atem- und Magenschleimhäute. Es kommt nach einer Intervallszeit zu sehr schweren Bronchitiden und Bronchopneumonien sowie in der Folgezeit zu echt asthmatischen Zuständen. Da die Isocyanate zunehmend auch bei der Herstellung von Polyurethanlacken verwendet werden, so ist beim Spritzlackieren und Anstreichen mit solchen Lacken große Vorsicht geboten. Ähnliche Wirkungen können sich auch bei der Herstellung des Schaumstoffes Moltopren einstellen, wobei es bei der Zusammengabe von Desmodur und Desmophen durch Reaktionswärme zu einer Verdampfung des Desmodur kommen kann. Aus der Reihe dieser Kunststoffe sei noch das Vulkullan, ein hartgummiähnlicher Stoff, sowie der Kleber Polystal erwähnt.

Die Silicone sind eine völlig neue Kunststoffgruppe, die ursprünglich in den USA zuerst entwickelt wurden. Auch in Deutschland hat man sich der Herstellung von Siliconen sehr angenommen, die immer mehr für die Praxis wegen ihrer vielfachen Verwendbarkeit in Industrie, Pharmazie und Medizin Bedeutung gewinnen. Die Silicone, wissenschaftlich gesprochen Organopolysiloxane, sind hochmolekulare synthetische Stoffe, die aus Silicium und Sauerstoff aufgebaut sind, und deren freie Valenzen durch organische Radikale wie Methyl- und Methylphenylgruppen sowie durch Chlor abgesättigt sind. Es entstehen aus den ursprünglich öligen Siliconen durch Zugabe von Füllstoffen fettartige, harzartige und gummiartige

Produkte und auch plastische Massen, die sich durch biologische Verträglichkeit auszeichnen.

Es würde hier zu weit führen, die chemische Synthese dieser Kunststoffe näher auszuführen, es soll aber darauf hingewiesen werden, daß es bei den Methylierungen durch Chlormethyl zu Flüssigkeiten, den Silanen, kommt, die Chlor abgeben und reizend auf die Schleimhäute der oberen und tieferen Luftwege wirken. Die Einwirkung von Methylchlorid, das auch in der Kälteindustrie vielfach gebraucht wird, macht sich in lokalen Reizwirkungen und narkotischen Erscheinungen bemerkbar. Wir sehen also, daß es im Laufe der Fabrikation zu gesundheitsschädlichen Einwirkungen kommen kann. Um diesen zu begegnen, müssen die Apparaturen dicht gehalten werden; gegen plötzlich eintretende Undichtigkeiten der Apparaturen müssen Gasmasken bereitgestellt werden.

Die Silicone selbst sind eine Klasse von Kunststoffen ohne besondere Toxizität. Mit diesem Stoff wurden in Amerika und auch in Deutschland Experimente an Ratten, Kaninchen und Meerschweinchen vorgenommen. Durch Einverleibung von Silicon durch Fütterung oder Einbringen unter die Haut und in das Bauchfell sowie durch das Einträufeln in den Augenbindehautsack wurden keine spezifischen Fremdkörperreaktionen und keine toxischen Nebenerscheinungen festgestellt. Wie schon erwähnt, liegt nur eine gewisse Gefährdung bei der Fabrikation vor.

Es liegt nicht im Wesen einer kurzen Abhandlung, ausführlich auf die verschiedensten Anwendungsmöglichkeiten der Silicone hinzuweisen. Die Silicone sind innerhalb eines gewissen Temperaturintervalles indifferent (Schmiermittel), sie können als Salbengrundlage verwendet werden, ohne daß es zu Hautreizungen kommt, sie werden als Antischaummittel verwendet und können als Harz in feuerbeständigen Formen aufgetragen werden. So wird z. B. Siliconharz in Backbrotformen eingebrannt; diese Formen können dann sehr oft verwendet werden. Die Silicone dienen auch als Lackrohstoffe und als Dichtungsmaterial.

Im Anschluß an die Silicone soll noch von einem Kunststoff die Rede sein, der in einer Kette aneinandergereiht Kohlenstoff und Fluor enthält; er wurde in Amerika unter der Bezeichnung Teflon erstmals aufgeführt und hat auch den Handelsnamen Fluon. Die Eigenschaften dieses Kunststoffes sind sehr bemerkenswert: Er zeichnet sich, ähnlich dem Silicon, durch hohe thermische Stabilität und wegen seiner Beständigkeit bei niedrigen Temperaturen aus. Ferner ist er sehr chemikalienbeständig, insbesondere gegen Flußsäure, Salpetersäure und Salzsäure; die elektrischen Eigenschaften werden als hervorragend geschildert. Der Kunststoff Teflon ist chemisch ein Polytetrafluoräthylen.

Im Zuge der Weiterverarbeitung, z. B. bei der Erhitzung über 110 Grad hinaus, kann es zur Entwicklung schädlicher, gasförmiger Produkte kommen. In Analogie zum Metallampf- oder Gießerei-Fieber wird hier ein Polymerendampffieber beschrieben. Nach einem symptomfreien Intervall treten Zeichen von Brustbeklemmung mit Hustenreiz ein und es kann plötzlich zu einem vorübergehenden Temperaturanstieg kommen. Beobachtungen zeigen, daß die Beschäftigung mit diesem Kunststoff bei hoher Temperatur schwere Reizungen der Luftwege sogar mit dem Bild eines Lungenödems auftreten können.

Endlich sollen noch die sogenannten Weichmacher oder Gelatinierungsmittel kurz gestreift werden. Die Weichmacher vereini-

24892004

BFG36049

gen sich mit organischen Filmbildnern, gelöst und ungelöst, zu homogenen Erzeugnissen; sie beeinflussen die Filmbildner in bestimmter Weise bezüglich Härte, Geschmeidigkeit und Glanz des Films (organische Filmbildner, Nitratzellulose, Acetylzellulose, Kautschuk, Harze und dgl.). Im weiteren Sinne versteht man unter Weichmachern auch Stoffe, die eine Ware griffig und geschmeidig machen. Solche Arten werden z. B. in der Leder- und Kunstlederindustrie verwendet. Die Weichmacher und Lösungsmittel kommen unter Decknamen in den Handel. Es sollen hier einige wichtige herausgegriffen werden.

Trikresylphosphat. Beim Trikresylphosphat ist die Ortho-Verbindung giftig. Das Trikresylphosphat hat besonders im Kriege und in der Nachkriegszeit manchmal zu schweren Vergiftungen geführt, insbesondere bei Verwechslung mit Speiseöl. Es kommt bei diesen Vergiftungen zunächst zu akuten Magen-Darm-Reizungen, dann zu vorwiegend motorischen Lähmungen im Bilde einer Polyneuritis und auch zu Schädigungen der spinalen Bahnen.

Wie bereits angeführt, wurde der Weichmacher Trikresylphosphat bei der Modifizierung von Igelit verwendet, und es kam hierbei zum Beispiel beim Tragen von Schürzen aus Igelit oder Sandaletten aus Igelit zu den oben erwähnten Krankheitserscheinungen in mehr oder weniger krasser Form. Man hat dies so erklärt, daß sich die Aufnahme des im Igelit befindlichen Orthotrikresylphosphats durch die feuchte Haut unter dem Einfluß von Wasserdampf und Wärme vollzogen hat. Heute gehören derartige Vergiftungen, wie sie auch bei Verwendung von Igelitschläuchen bei der Branntweindestillation und beim Transport von Butter in Igelitfolien auftraten, der Vergangenheit an, weil heute für solche Zwecke Ausgleichsweichmacher auf der Basis der Phthalsäure zur Verfügung stehen.

Diäthylphthalat, auch **Palatinol** genannt, hat niedrige Giftigkeit und löst keine Erytheme und sonstige Hautreaktionen aus, kann aber leicht reizend auf Schleimhäute wirken.

Erwähnenswert erscheint mir unter den gechlorten Kohlenwasserstoffen das symmetrische Dichloräthan - $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl}$ -, von dem man in den Lehrbüchern und Nachschlagewerken den Eindruck hat, daß es gewerbehygienisch nicht besonders auffällig sei. In neuerer Zeit jedoch ist man zur Erkenntnis gekommen, daß bei Anwendung dieses Stoffes besondere Vorsicht am Platze ist. Wir haben hier vor allem mit einem hepatorenen Symptomenkomplex bei schweren akuten Vergiftungen zu rechnen, während die Intoxikationsgefahren bei chronischer Einwirkung akut subtoxischer Konzentrationen verhältnismäßig gering sind. Die Toxikologie des Dichloräthans entspricht weitgehend der des Tetrachlorkohlenstoffs. Die unbedenkliche Grenzkonzentration ist nach amerikanischen Angaben für Dichloräthan aber geringer als für Tetrachlorkohlenstoff.

Benzylazetat, genannt **Plastolin**, besitzt eine narkotische Wirkung. Diese tritt aber, wie bei den Estern im allgemeinen, hinter der Reizwirkung zurück. Gewerbliche Vergiftungen sind bis jetzt fast nicht bekannt geworden.

Cyklohexanol, genannt **Anol** oder **Hexalin**, ist beim gewerblichen Gebrauch durch leichte Prägnarkose und Katersymptome bekannt geworden, jedoch fehlt diesem Stoff die spezifische Wirksamkeit des Benzols.

Dekahydronaphthalin, genannt **Dekalin**, besitzt eine leichte Reizwirkung, welche sich in Schnupfen, Husten und Augenrötung äußert; auch Ekzeme wurden beob-

achtet. Die narkotische Wirkung ist sehr gering. Sonstige spezifische Wirkungen sind nicht bekannt geworden.

Durch diese Ausführungen sollte eine kurze Übersicht über die gewerbehygienische Bedeutung der Kunststoffe gegeben werden. Die Übersicht zeigt, daß die Kunststoffe in ihrer Eigenschaft als Endprodukte im allgemeinen von weitgehender gesundheitlicher Indifferenz sind. Die gesundheitlichen Gefahren liegen in erster Linie bei den Zwischenprodukten und manchen Beimengungen. Die neuesten Untersuchungen über die Einwirkung von Polyamidstäuben weisen jedoch darauf hin, daß auch durch Endprodukte unter gewissen Umständen krankhafte Erscheinungen erzeugt werden können. Es ist daher die weitere Aufgabe der gewerbehygienischen und toxikologischen Forschung, die Frage der Einwirkung von Kunststoffen auf den menschlichen Körper näher zu klären.

Literatur

1. D'Ans, J., u. E. Lax, Taschenbuch für Chemiker u. Physiker (Berlin-Göttingen-Heidelberg 1949).
2. Baader, E. W., Arbeitsschutz (Berlin) 1932, H. 8.
3. Brieger, H., u. W. A. Hodes, Toxicity of Dithiocarbamates, S. 599.
4. Child, C. L., J. Pharmacy Pharmacol. 1955, 793.
5. Fairhall, L. P., Industrial Toxicology (Baltimore 1949).
6. Ganz, H., u. E. Mager, Zbl. Arbeitsmed. 4, 42 (1954).
7. Henglein, F. A., Grundriß der Chemischen Technik (Weinheim u. Berlin 1949).
8. Humperdinck, K., Arch. Gewerbepath. 11, 519 (1942).
9. Koelsch, F., Lehrbuch der Gewerbehygiene u. Gewerbemedizin. 2. Aufl. (Stuttgart 1953).
10. Korthaus, D., Med. Klin. 48, 1543 (1949).
11. Kunststoff-Taschenbuch, 10. Ausgabe (München 1954).
12. Lachnit, V., Wien. Med. Wschr. 105, 821 (1955).
13. Lefaux, R., Toxicologie des matières plastiques et des composés macromoléculaires (Paris 1952).
14. Lehmann, K. B., u. F. Flury, Toxikologie u. Hygiene der technischen Lösungsmittel (Berlin 1938).
15. Massmann, W., u. K. Pilgrim, Zbl. Arbeitsmed. 6, 88 (1956).
16. Massmann, W., Arch. Gewerbepath. 14, 91 (1955).
17. Mehdorn, W., Kunstharzpreßstoffe u. andere Kunststoffe (Berlin-Göttingen-Heidelberg 1949).
18. Moeschlin, S., Klinik u. Therapie der Vergiftungen (Stuttgart 1953).
19. Nyström, A., Nord. hyg. tskr. 1946, H. 10, Acta med. Scand. 132, 219 (1948).
20. Parmeggiani, L., u. C. Sassi, Med. Lavoro 46, 14 (1955).
21. Polemann, G., u. G. Froitzheim, Arzneimittel-Forsch. 3, 457 (1953).
22. Polemann, G., u. L. Scholl, Med. Klin. 50, 241 (1955).
23. Wilson, R. H., u. W. E. McCormick, Industr. Med. 23, 479 (1954).
24. Reinl, W., Zbl. Arbeitsmed. 3, 103 (1953).
25. Rieders, F., u. H. Brieger, X. Congrès International de Médecine du Travail, Lisbonne 9.-15. Sept. 1951.
26. Rowe, K., u. H. C. Spencer, J. Industr. Hyg. 30, 332 (1948).
27. Runge, F., Einführung in die Chemie und Technikologie der Kunststoffe, Scientia Chimica, Bd. 5 (Berlin 1952).
28. Schwartz, L., Occupational Diseases of the Skin. (Philadelphia 1948).
29. Symanski, H., Dtsch. med. Wschr. 76, 1571 (1951).
30. Walsdorf, Dtsch. Gesd.wes. 8, 114 (1951).
31. Winckelmann, J., Auskunftsbuch für die chemische Industrie (Berlin 1948).
- Chemische Industrie, Kunststoffe in Deutschland, Sonderausgabe zur Kunststoff-Tagung, Heft 10 (1951).
- Modern Plastics, January 1952.
- The Proceedings of the Ninth International Congress on Industrial Medicine, London, 13.-17th. Sept. 1948.
- Arch. Industr. Hyg. 10, Acta med. 1950.

Anschrift des Verfassers:

Oberreg. Medizinalrat Dr.-Ing., Dr. med. Otto Günther,
München 13, Wilsenerstr. 9,
Bayr. Staatsministerium für Arbeit und soziale Fürsorge.

24892005

BFG36050