

gestellt und zu Linien gleichen Argon-Gehaltes x_{II} , bzw. gleichen Sauerstoff-Gehaltes x_I in der Flüssigkeit ergänzt. Diese letztgenannten Darstellungen gaben nun im Verein mit den Gleichungen (22) die Unterlagen für die endgültige zeichnerische Darstellung des Phasengleichgewichts. Abschließend sei erwähnt, daß bei den Versuchen, wie auch bei den Auswertungsarbeiten jeweils die Gehalte in der Flüssigkeit als gegeben und die Gehalte im Dampf als die zu ermittelnden Größen betrachtet wurden. Demgemäß wurden auch immer die Flüssigkeitsgehalte als Koordinaten für die zeichnerischen Darstellungen gewählt. In der Praxis der Rektifikationsberechnungen wird jedoch überwiegend von dem mit den Gehalten im Dampf als Koordinaten dargestellten Gleichgewichtsdiagramm des vorliegenden oder auch anderer Dreistoffgemische Gebrauch gemacht¹⁹⁾. Das in diesem Sinne umgezeichnete Gleichgewichtsdiagramm ist in Bild 3 wiedergegeben, das neben den Linien gleicher O_2 - bzw. Ar-Gehalte auch Linien gleicher Temperatur enthält.

Zusammenfassung

Das Phasengleichgewicht zwischen Flüssigkeit und Dampf beim Dreistoffgemisch N_2 -Ar- O_2 wurde bei einem Druck von 1000 Torr nach der statischen Methode bestimmt. Hierbei wurden

¹⁹⁾ Welche der beiden Darstellungsarten zweckmäßiger ist, soll einer späteren Untersuchung vorbehalten bleiben.

aus dem Behälter, der das siedende Gemisch enthielt, Flüssigkeits- und Dampfproben zur Analyse entnommen. Der Sauerstoff-Gehalt wurde volumetrisch, der Argon-Gehalt aus dem mittels Gasdichtewaage bestimmten Molekulargewicht ermittelt. Für die Temperaturmessung diente ein Dampfdruckthermometer. Aus den Meßwerten wird zunächst mittels eines graphischen Interpolationsverfahrens ein Dreiecksdiagramm mit Linien gleicher Temperatur entworfen. Anschließend wird die Aufstellung von Gleichungen für das Gleichgewicht der drei binären Systeme N_2 - O_2 , N_2 -Ar und Ar- O_2 beschrieben. Aus den drei Gleichungen werden Beziehungen für das Gleichgewicht des ternären Systems entwickelt. Eine Kontrolle mit den Versuchswerten ergab noch systematische Abweichungen von den analytisch errechneten Werten. Die analytischen Beziehungen, wie auch die graphisch gefundenen Abweichungen bilden schließlich die Unterlagen für den Entwurf des Gleichgewichtsdiagramms.

*

Herrn Prof. Dr. H. Hausen und Herrn Dr. E. Karwat danke ich für wertvolle Ratschläge, Herrn J. Oberpriller für die Mitarbeit bei den Versuchen und die Ausführung der Gasanalysen.

[B 57]

Nichtmetallische Werkstoffe für Laboratorium und Industrie in Amerika

Von Dipl.-Chem. R. WALTER, Braunschweig

Nachdem in einem ersten Bericht¹⁾ über die Fortschritte auf dem Gebiet der metallischen Werkstoffe berichtet wurde, wird nachfolgend die Entwicklung bei den Nichtmetallen aufgezeigt.

Kunststoffe

Die schnelle Entwicklung, die die Kunststoffindustrie in Amerika^{2a)} durch die Herstellung neuer organischer Kunststoffe nahm, ermöglichte auch, diese mehr und mehr als Werkstoffe zu benutzen, zumal die Preise oft erheblich gesenkt werden konnten. Ein endgültiges Urteil über den Wert mancher Kunstharze als Bau- und Werkstoffe läßt sich vielfach noch gar nicht fällen, da manche sich noch in der Erprobung befinden. Im folgenden wird nach einer Aufstellung von G. M. Kline³⁾ über die wichtigsten amerikanischen Kunstharze referiert.

Seit 1946 ist als erstes der Polymerisationsprodukte von Tetrafluoräthylen das Teflon^{2a)} im Handel, nachdem während des Krieges dieser neue Kunststoff nur für die Armee hergestellt worden war. Teflon ist resistent gegen alle Chemikalien, Säuren und Basen mit Ausnahme geschmolzener Alkalimetalle. Teflon zeigt keinen exakten Schmelzpunkt, sondern beginnt ab 320° C allmählich weich zu werden, ab 136° C werden geringe Mengen fluorhaltiger Gase abgegeben. Wegen des hohen Erweichungspunktes kann Teflon nur schwer in kleinen Stücken und dünnen Platten verarbeitet werden, doch ist es gerade deshalb für Reaktionen bis 300° C zur Herstellung von Gefäßen, Abdichtungen usw. begehrt.

Aus Äthylen, das in Amerika aus Naturgasen, aber auch aus Kohle und Erdöl ausreichend zur Verfügung steht, werden verschiedene Kunstharze als Polyäthylene hergestellt. Ihre Polymerisation bedarf extrem hoher Drucke zwischen 1000 und 2000 at. Diese Kunstharze von niedrigem spez. Gewicht (0,92 bis 0,93) sind über weite Temperaturbereiche ohne Weichmacher zu gebrauchen, in der chemischen Industrie finden sie Verwendung zum Bau von Anlagen, Verbindungsstücken, Batterieteilen, Abdichtungen (in Form von Filmen) und vor allem als hervorragende Isolationskörper.

Als neue Styrol-Derivate erschienen 1941 Styramic (Polystyrol-chloriertes Diphenyl) und Styraloy (Butadien-Styrol). Ersteres ist bemerkenswert widerstandsfähig gegen Hitze, ist nicht

brennbar und stark dielektrisch über weite Frequenzbereiche. Die elastischen Eigenschaften der Styraloy-Harze liegen zwischen denen des Gummis und denen starrer Kunststoffe, die Biegsamkeit bei normalen Temperaturen und die Widerstandskraft gegen Säuren und Basen haben ihnen in der Industrie vielfachen Eingang als Werkstoff verschafft. 1944 folgten in dieser Gruppe „Cerex“, ein Polymerisationsprodukt aus Styrol und einem noch nicht identifizierten Monomeren, und Polydichlorstyrol. Cerex erweicht zwischen 90,6 und 148,9° C, hat bessere Isolations-eigenschaften als die meisten Kunstharze, besitzt eine geringe Wasser-Absorption und ist unter starken chemischen und mechanischen Beanspruchungen sehr stabil. Es wird zur Herstellung wissenschaftlicher Instrumente und als Baumaterial für Kondensatoren, Batterien und Krystallkochern verwendet. Polydichlorstyrol, in letzter Zeit das begehrteste Isolationsmaterial, ist hart, durchscheinend farblos und chemisch völlig indifferent. Plexen M, das 1946 im Handel erschien, ist ebenfalls ein Styrol-Derivat und wird wegen seiner Widerstandskraft gegen Alkalien, Säuren, Benzin und verdünnte Alkohol-Lösungen geschätzt.

Vinylester-Harze sind als Werk- und Baustoffe in der Industrie sehr verbreitet. Ein besonderer Vorteil besteht in der Möglichkeit, sie ohne Benutzung von Lösungsmitteln in einer Latex-Form zu Apparate-teilen zu verarbeiten. Ebenso beliebt ist das Polyvinylidenchlorid-Harz Saran der Dow Chemical Co. Saran — und seit 1944 auch Geon —; es wird zum Bau von Pumpen, Leitungen, Extraktions- und Destillationsanlagen verwendet. Es ist äußerst stabil und wird von den gebräuchlichsten Chemikalien kaum angegriffen. Auf Entwicklungsarbeiten in Deutschland fußend⁴⁾ hat Du Pont seit 1940 Polyvinylalkohol-Kunststoffe erzeugt, die vielfach Verwendung finden. Sie dienen als Emulgierungsagentien, zur Herstellung von Überzügen und Dichtungen, zur Festigung und Haltbarmachung von Textil- und Papiererzeugnissen und in der Industrie als Baustoff für Diaphragmen, Ventile, Aufsätze und Verbindungsstücke. Ein Nachteil dieser Kunststoffe ist ihre Empfindlichkeit gegen Wasser, hingegen sind sie gegen Öle, Lösungsmittel und Wachse resistent. Das in Deutschland unter der Bezeichnung Luvican hergestellte Poly-

¹⁾ R. Walter, diese Ztschr. B. 20, 293/300 [1948]. Vgl. Ind. Engng. Chem. 40, 1773/1938 [1948]. Dieser Beitrag konnte hier noch nicht berücksichtigt werden.

²⁾ Vgl. diese Ztschr. 19, 115, 171, 237 [1947].

³⁾ G. M. Kline, Industr. Engng. Chem., Ind. Edit. 39, 1234/38 [1947].

⁴⁾ Vgl. diese Ztschr. 20, 103 [1948].

⁵⁾ G. M. Kline, Modern Plastics 23, 1, 165 [1946].

vinyl-carbazol wird seit 1943 auch in den USA erzeugt und heißt dort Pollectron. Dieser Kunststoff ähnelt den Polystyrolen, ist außerordentlich resistent gegen Wasser und viele Chemikalien, sein Erweichungspunkt liegt jedoch bedeutend höher. Lösungen in Tetrahydrofuran gestatten eine Verarbeitung zu besonders feinen und dünnen Werkstücken. Aus diesem Grunde verwendet die Elektroindustrie Pollectron in großem Umfang, hier wird es auch als Ersatz für Glimmerblättchen eingeführt.

An übrigen Kunststoffen, die in den USA in größerem Maße als Werkstoffe Bedeutung haben, sind noch zu nennen: Furan-Harze, die schon seit langen Jahren hergestellt werden; Silicon-Kunststoffe⁴⁾, deren Bedeutung in neuerer Zeit stark zugenommen hat, weil man sie bis zu Temperaturen von nahezu 270° C benutzen kann; Resorcin-Formaldehyd-Harze und einige ungesättigte Polyester. Unter den letzteren nehmen die CR-Harze (Columbia Resins) der Pittsburgh Glass Company die wichtigste Stelle ein.

Gummi und synthetische Gummi⁴⁾

Etwa seit 1938 wird in Europa hergestellter Buna-S-Hartgummi auch in den Vereinigten Staaten als Werkstoff in der chemischen Industrie benutzt. Bis zum Beginn des Krieges blieb allerdings seine Verwendung gering, nach wie vor hatte Naturgummi den Vorzug. Die Kriegsjahre haben hier manche Änderung gebracht. Breite Forschungsarbeit auf diesem Gebiet ermöglichte es immer mehr, neben Naturgummi auch synthetische Erzeugnisse durch geeignete Fabrikationsmethoden so in ihren Härten zu verändern, daß sie allen Forderungen als Baumaterial für große Industrie-Anlagen genügen. Unter den synthetischen Hartgummi-Erzeugnissen nimmt GR-S eine beherrschende Stelle neben den bekannten anderen amerikanischen Kunstgummisorten ein. Interessant ist, daß man sich neuerdings stark für den schwefel-freien russischen Hartgummi SK interessiert. 270 neuere Literaturstellen, die sich mit Problemen des Hartgummis (elektrisches Verhalten, Vulkanisieren, Feuchtigkeit u. a.) beschäftigen, weist F. S. Malm⁵⁾ nach. Kurz vor dem Kriege trat Thiokol^{6a)} als elastischer synthetischer Werkstoff auch in Amerika auf. Damit schien sich endlich eine Lücke zu schließen in der Reihe der gummiähnlichen Materialien, weil Thiokol durch Kohlenwasserstoffe, Benzin, Öle und Fette nicht in nennenswerter Weise aufquillt. Dem Thiokol folgte bald das bekannte Neopren, obwohl sein Preis anfänglich 7mal höher lag als der von Naturgummi. Während des Krieges schritt die Entwicklung rasch vorwärts, und man sah sich schließlich veranlaßt, für neue synthetische Gummiarten die Erfüllung einiger Normen zu fordern, so etwa: hohe Elastizität (200 bis 1000% Dehnung ohne Bruch), geringer Hysterisis-Verlustfaktor, Haltbarkeit bei Dauerbeanspruchung, Widerstand gegen mechanische Abnutzung, gute dielektrische Eigenschaften (Isolationsmaterial), Resistenz gegen Reagenzien, gute Formbarkeit, Farbe und Härte, niedriges spez. Gewicht (0,93 für Naturgummi). Diese Ansprüche werden heute in idealer Weise erfüllt, neuerdings bemüht man sich, durch Einführung chemischer Substituenten in die Gummimolekeln die Eigenschaften noch weiter zu verbessern und spezifischer zu gestalten. Die meisten der erwähnten Forderungen werden von natürlichem Gummi am besten erfüllt, sein Preis liegt unter dem der synthetischen Erzeugnisse, und doch setzen sich die Kunstgummisorten immer mehr durch. Der Grund hierfür liegt in der großen Beständigkeit der synthetischen Gummisorten gegen Einflüsse von Chemikalien. An erster Stelle steht auch hier wieder GR-S, das in regierungseigenen Werken aus 78 Butadien- und 22 Styrol-Anteilen hergestellt wird. GR-S, das auch in Latex-Form im Handel ist, ist praktisch identisch mit Buna S.

Mischpolymerisate aus Butadien und Acrylnitril werden in Zusammensetzungen zwischen 70/30 und 55/45 hergestellt und können wie Naturgummi und GR-S gehandhabt und vulkanisiert werden. Folgende Erzeugnisse sind von diesem Typ im Handel: GR-A der regierungseigenen Produktion, Butapren N der Firestone and Rubber Co., Chemigum N der Goodyear Co., Hycar OR der Goodrich Co., Nubun der U. S. Rubber Co. und Perbunan der

Standard Oil Company. Für Temperaturen von 55 bis 150° C sind alle diese Erzeugnisse in der amerikanischen chemischen Industrie viel benutzt worden. Ausgezeichneter Widerstand gegen chlorierte Kohlenwasserstoffe, Naphthaöle und aromatische Lösungsmittel ermöglichen ihre Verwendung für Dichtungen, Packungen, Muffeln, Ventile, Diaphragmen und Filteranlagen. Butylgummi, in Amerika unter der Bezeichnung GR-I bekannt, ist ein Polymerisationsprodukt aus einem hohen Anteil Isobutylen und einem kleinen Anteil Isopren im ungefähren Verhältnis 98/2. Durch den Isopren-Zusatz wird GR-I vulkanisierbar. Es besitzt eine ungewöhnlich große Resistenz gegen Hitze, oxydische Substanzen und starke Säuren. Von allen synthetischen Gummiarten ist GR-I am wenigsten durchlässig für Gase. Alle diese Eigenschaften in Verbindung mit guter Dauerfestigkeit führten dazu, daß die chemische Industrie GR-I als bevorzugtes Baumaterial für Reaktionsgefäße verlangt, in denen bei hohen Temperaturen Reaktionen in der Gasphase durchgeführt werden sollen. Diaphragmen, Pumpen und Behälter werden ebenfalls aus GR-I hergestellt. Neopren, das dem natürlichen Gummi am ähnlichsten ist, kann ohne Schwefel durch Hitze vulkanisiert werden. Alle Anwendungen, die früher der Naturkautschuk fand, sind auch auf Neopren übertragbar.

Empfohlen wird besonders Hycar P. A., ein Polyacrylester, der dem Naturgummi recht ähnelt, widerstandsfähig gegen Ozon ist und seine Eigenschaften bis 200° behält. Lactoprene-EV ist ein Polymerisat aus Äthylacrylat und 2-Chloräthylvinyläther. Vulkanisiert soll es besonders widerstandsfähig gegen Öle, Oxydationsmittel und Hitze sein^{6a)}.

Polyisobutylen (Vistanex) ist geruch- und geschmacklos, nicht giftig und nicht vulkanisierbar. Die chemische Industrie benutzt Vistanex meist nur in Gemischen mit anderen synthetischen Gummiarten oder mit Kunststoffen, Wachsen oder Asphalt. Diese Gemische besitzen Bedeutung für die Elektroindustrie, als Schutzüberzüge gegen Korrosion und als Imprägnierung für Papierwaren. Bei niedrigen Temperaturen ist die Elastizität sehr gut.

Silicon-Gummi⁴⁾ der General Electric Co. und Silastic der Dow Corning Corporation sind bemerkenswert, weil sie auch bei hohen Temperaturen ihre Eigenschaften beibehalten und gegen Luft, Ozon und viele korrodierende Chemikalien resistent sind. Ihre Dielektrizitätskonstanten sind extrem klein, so daß sie viel für Isolationszwecke benutzt werden. Ventile, Dichtungen, Gasturbinen und Luftverdichter werden aus ihnen hergestellt. Schwamm-Silicon-Gummi, der zu niedrigen Preisen hergestellt werden kann und über weite Temperaturbereiche gleichbleibende Eigenschaften zeigt, wird neuerdings zu verschiedenen Zwecken empfohlen. Mit einem besonderen Silicon-Klebstoff kann er geklebt werden, auch auf Glas, Metall und keramische Geräte. Die Klebstellen halten bei den üblichen Labortemperaturen (—95° bis 270°^{6a)}).

Schließlich sollen noch einige Kunststoffe erwähnt werden, die heute vielfach an Stelle von Gummi benutzt werden. Sie dehnen sich auf über 200% aus, kehren jedoch nach Wegnahme der Zugkraft langsam in die ursprüngliche Form zurück. Solche Erzeugnisse sind die Polyvinylchloride Koroseal und Tygon, das Polyvinylchlorid-Acetat Vinylit, der Polyvinylalkohol Resistoflex Compar, Butacit und Saflex, ebenfalls auf Polyvinylalkohol-Basis aufgebaut. Sie werden alle praktisch nicht von vielen Lösungsmitteln, Fetten und Ölen angegriffen, haben kleine Dielektrizitätskonstanten und sind dauerhaft. Sie werden für viele Zwecke im Apparatebau benutzt, sind gut verarbeitbar und kommen als dünne Platten, große Stücke und in Pulverform in den Handel.

Chemische Derivate von natürlichem Gummi und GR-S, die in den USA hergestellt werden, sind bei Normaltemperaturen eher als Kunstharze anzusprechen, werden jedoch bei höheren Temperaturen elastisch. Solche Produkte, wie Vulcalock, Pliolit, Marbon B, werden zur Verbindung von Metallstücken und zur Versteifung und Härtung von Gummi benutzt. Chlorierter Gummi (Parlon) ist wegen seiner großen Widerstandskraft gegen Korrosion durch Wasser, Luft, Benzin, Teer und Mineralöle erwähnenswert. Parlon verwendet man als Zusatz zu Farben und Lacken. Gummihydrochlorid wird als „Film“ auf vielen Gegenständen verwendet, um sie vor Rost und anderen Angriffen zu schützen. Diese Überzüge sind durchsichtig, dauerhaft, nicht brennbar und resistent gegen Alkalien, Fette und Öle.

⁴⁾ Vgl. a. E. Escales, *Kunststoffe* 37, 1 [1947]. Vgl. diese Ztschr. A 60, 225 [1948].

^{4a)} Vgl. a. *Industr. Engng. Chem.* 40, 1768/89 [1948].

⁵⁾ F. S. Malm, *Industr. Engng. Chem., Ind. Ed.* 39, 1243/48 [1947].

^{6a)} Vgl. die ausführlichen Aufsätze in *Ang. w. Chem.* 52, 344 [1939]. *Chem. Techn.* 12, 418 [1939]; 13, 399 [1946].

Kohlenstoff und Graphit

Die wichtigste Veröffentlichung auf diesem Gebiet war der *Smith-Report*⁶⁾, wonach Graphit als Moderator in Plutonium-Piles verwendet wird. Seit 1940 lag der Schwerpunkt der Forschung über Graphit und Kohlenstoff auf der Aufklärung ihres physikalischen, chemischen und Korrosionsverhaltens. Zusammenfassend hat darüber *C. L. Mantell* berichtet⁷⁾, der auch die chemischen und physikalischen Eigenschaften tabellarisch erfaßte. Man unterscheidet demnach drei Arten des Graphits: normalen (durchlässige Form); hochporösen und sehr durchlässigen sowie schließlich undurchlässigen Graphit, sog. Karbat.

Die gewöhnlich hergestellte Form des Graphits zeigt kein besonders gutes Durchlässigkeitsvermögen, ist aber in reiner Form und auch in Verbindung mit anderen Materialien ein häufig verwendetes Baumaterial der chemischen Industrie geworden. In Amerika wird heute Graphit in kleinen dünnen Scheiben von wenigen Millimeter Dicke bis zu großen Blöcken von etwa 3500 kg Gewicht hergestellt. In verschiedenen Raffinationsprozessen der Erdölindustrie, so vor allem zur Herstellung klopffester Flugbenzine, sind Raschig-Ringe aus Graphit eingeführt worden, u. a. auf Vorschlag *Chenicks*⁸⁾ bei der Waschung von Isobutan mit verdünnten alkalischen Lösungen. Bei Wiedergewinnung und Konzentrierung von Schwefelsäure nach Nitrierungsprozessen in der Sprengstoffindustrie benötigt man eine Substanz, die auf Grund elektrostatischer Wirkung niederschlagend wirkt; im Kriege hat sich hier Graphit allgemein durch die Entwicklungsarbeiten von *Vosburgh*⁹⁾ durchgesetzt. Auch bei der Verarbeitung unreiner Säuren sowie zu ihren Reinigungen ist Graphit als Baumaterial für Behälter und Reaktionsgefäße immer wichtiger geworden¹⁰⁾. Trotz guter Eigenschaften der korrosionsfreien Stähle ist es bei einigen Reaktionen der Industrie nötig, die Stahlgefäße innen auszukleiden; hier ist Graphit in Gebrauch, so etwa für Tanks für konz. Salzsäure, Salpetersäure und ihre Gemische. Graphit wird unter den üblichen Materialien bei einer Dauerbeanspruchung durch Laboratoriumsgase, wie HCl, HF, Schwefel- und Salpetersäuredämpfe, Chlor und Ammoniak am wenigsten angegriffen¹¹⁾. Ein Beispiel für große Graphitblock-Konstruktionen bieten die neuen Phosphor-Verbrennungsanlagen der Tennessee Valley Werke¹²⁾. Bei ihnen ist weitgehend Graphit in großen Platten und Blöcken als Baumaterial benutzt worden, und auch die Kühlanlagen für das entstehende P₂O₅ haben horizontale Graphit-Kühlrohre, die in Graphitplatten eingebaut sind. Durch diese Einrichtungen ist es möglich geworden, Phosphorsäure besonders hoher Reinheit zu erzeugen. Durch die Arbeiten von *Dorcas* ist das Interesse an kathodischem Schutz von Metalloberflächen und -teilen gegen elektrolytische Korrosion rege geworden. Hier gewinnt die Verwendung von Kohlenstoff und Graphit als anodische Böden immer mehr Bedeutung. Für Destillation und Raffination von Metallen sind in den vergangenen Jahren nach *Garland*, *Kroll*, *Poland*¹³⁾ und deren Mitarbeitern elektrisch heizbare Graphitöfen und Verbrennungsrohre mit Graphit-Widerstandsheizung entwickelt worden, die gute Ergebnisse zeigten.

Die zweite handelsübliche Form des Graphits ist eine sehr poröse, die häufig Anwendung zur Dispersion von Gasen in Flüssigkeiten sowie zur Filtration findet. Während des Krieges wurde dieser Graphit in Ferment-Prozessen (Penicillin usw.) zunehmend benutzt. Auch zur Alkohol-Erzeugung aus Holzzucker ist Graphit als Luftüberträger üblich geworden. Zusammenfassende Arbeiten über dieses Gebiet stammen von *G. De Beceq*¹⁴⁾ und *E. D. Unger*¹⁵⁾. Zur Entwicklung eines Schwefelsäureprozesses zur Gewinnung von Aluminium haben *Walshall* u. Mitarbb.¹⁶⁾ die Absorption von SO₂ in schwacher Schwefelsäure und die nachfolgende Oxydation durch Luft mit Hilfe porösen Kohlenstoffs

in Gegenwart von oxydischen Katalysatoren vorgeschlagen. Poröse Graphitrohre haben Anwendung zur Filtration geschmolzener Salze gefunden, und man hofft, hier einen neuen Weg beschreiten zu können zur Säuberung von Leichtmetallen, indem man sie in geschmolzenem Zustand durch Graphit filtriert. Oxydations- und Reduktions-Elektroden aus hochporösem Kohlenstoff und Graphit sollen in Zukunft häufig bei elektrolytischen Prozessen benutzt werden. Die Vorarbeiten hierzu stammen von *Heise* u. a.¹⁷⁾. Diese Neuerungen sollen bessere Arbeitsmöglichkeiten bieten, auch weitgehend Überspannungen vermeiden.

Die sog. Karbate sind vor allem in den Jahren 1939—45 entwickelt worden. Hierbei wird graphitisches Material durch Imprägnierung mit Kunstharzen undurchlässig gemacht, so daß Flüssigkeiten auch bei Anwendung mittlerer Drucke nicht mehr durchsickern können. Karbat hat sich überraschend schnell in vielen Zweigen der chemischen Industrie durchsetzen können. Korrosionsfest gegen Säuren und Laugen, findet es besonders zur Behandlung und Konzentrierung solcher Lösungen Verwendung. In der Salzsäure-Industrie ist Karbat infolge seiner Eigenschaften, zu denen neben der Korrosionsfestigkeit besonders gute Wärmeübertragung und ausreichende Härte gehören, zu dem begehrtesten Baumaterial geworden. Allerdings scheint die Korrosionsfestigkeit für stark konzentrierte HCl nicht so gut zu sein, im allgemeinen wird es bis 35% gebraucht. Der Aufschwung der HF-Produktion im Kriege (Flugbenzin, Al-Industrie und Kältemittel) hat auch hier Karbat Eingang verschafft. Karbat-Pumpen und -Kühler sind bis 65% HF-Konzentrationen widerstandsfähig, und zwar gegen Säurefluoride, Siliciumfluorwasserstoffsäure und Siliciumfluoride. Übersichten geben *C. L. Mantell*⁷⁾ und *C. E. Ford*⁸⁾.

Glas

Der für den Chemiker so wichtige Werkstoff Glas hat in USA in den vergangenen Jahren eine bedeutende Entwicklung erfahren, über die *J. R. Blizard*¹⁸⁾ im Zusammenhang berichtet, wobei auch die moderne Bearbeitungstechnik berücksichtigt wurde. In Tabelle 1 wird eine Übersicht über die Eigenschaften wichtiger neuer Glassorten gegeben.

Tabelle 1
Eigenschaften wichtiger Glassorten

Farbe	Dim. n- s 01	Borsilikat 774 klar	Quartzglas 79J klar	Quartzgl. 790 w. r.
Durchsichtigkeit	—	duchsch.	duchsch.	opal
sp. z. Gewicht	kg/dm ³	2,23	2,18	2,15
Hochstg.-brauchstemperatur	° C	350	1100	970
Normalg.-brauchstemperatur	° C	180	770	700
thermischer Schock*)	° C	84	540	370
therm. Ausdehnung je ° C	—	33,05 · 10 ⁻⁷	7,55 · 10 ⁻⁶	8,50 · 10 ⁻⁶
therm. Leitfähigkeit bei 24° C	cal/s. cm ° C	2,73 · 10 ⁻³	3,1 bis 3,3 · 10 ⁻³	—
zulässige Zugspannung	kg/cm ²	70,3	70,3	52,7
Elastizitätsmodul (g. glüh.)	kg/cm ²	685000	682000	682000

*) Probentest: Platten von 15 × 15 × 0,64 cm² werden auf die „Schocktemperatur“ gebracht und anschließend in Wasser von 4° C geworfen; der thermische Schock gibt die maximale Temperatur an, bei der die Probe noch nicht springt.

Das Borsilikatglas 774 ist widerstandsfähig gegen alle Lösungen mit Ausnahme von heißen Laugen, konz. heiße Phosphorsäure und Fluorwasserstoffsäure. Es zeigt Durchlässigkeit im nahen Ultraviolett, und zwar geben 2 mm dicke Platten für Licht der Wellenlänge 300 mμ 10%, für 330 mμ 70% und für 370 mμ 90% Durchlässigkeit, so daß sich dieser Werkstoff für photochemische Reaktionen besonders gut eignet²⁰⁾. Borsilikatglasrohre werden in vielen Durchmessern geliefert; als Besonderheit sind elliptische Rohre für Kühlschlangen zu erwähnen. Außerdem sind alle gebräuchlichen Normen in Platten als Borsilikatgläser in Laboratorien und Industrie eingeführt, eine Spezialanwendung finden sie als Sichtgläser in Autoklaven. Elektrolytzellen aus Borsilikat sind bei Temperaturbeanspruchung dauerhafter als solche aus keramischen Massen. In der Viskose-Industrie werden Spulen, Trommeln und Räder zum Aufwickeln der nassen und frisch gefällten Fasern verwendet, wodurch der Faden eine glattere und widerstandsfähigere Oberfläche erhält, wie *R. J. Blizard*²¹⁾ mitteilt.

⁶⁾ H. D. Smyth, *Atomic Energy for Military Purposes*, Princeton 1945.

⁷⁾ C. L. Mantell, *Industrial Carbon*, New York 1946.

⁸⁾ J. A. Chenick u. Mitarbb., *Ch. m. Engng. Progress* 43, 5; 210 [1947].

⁹⁾ F. J. Vosburgh, *Steel* 109, 11; 66 [1941].

¹⁰⁾ J. F. Burke u. E. Mantius, *Ch. m. Engng. Progress* 43, 5; 237 [1947].

¹¹⁾ *Iron Steel. Engr.* 21, 12; 105 [1944].

¹²⁾ C. E. Ford, *Industr. Engng. Chem., Ind. Edit.* 39, 1202/04 [1947].

¹³⁾ J. W. Garland, *Trans. Am. r. Electrochem. Soc.* 88, 121 [1945];

W. J. Kroll u. Mitarbb., *Trans. Am. r. Electrochem. Soc.*, Reprint 89/92 [1946];

F. F. Poland, *Materials and Methods* 23, 3; 710 [1946].

¹⁴⁾ G. De Beceq u. A. J. Liebmann, *Industr. Engng. Chem., Ind. Edit.* 36, 882 [1944].

¹⁵⁾ E. D. Unger u. a., *Industr. Engng. Chem., Ind. Edit.* 34, 1402 [1942].

¹⁶⁾ J. H. Walshall u. Mitarbb., *Trans. Am. r. Inst. Chem. Engrs.* 41, 53 [1945].

¹⁷⁾ G. W. Heise, *Trans. Am. r. Electrochem. Soc.* 74, 365 [1938].

¹⁸⁾ C. E. Ford, *Industr. Engng. Chem., Ind. Edit.* 39, 1202/04 [1947].

¹⁹⁾ J. R. Blizard, *Industr. Engng. Chem., Ind. Edit.* 39, 1215/18 [1947].

²⁰⁾ G. W. Morey, *Properties of Glass*, New York 1938.

²¹⁾ J. R. Blizard, *Machine Design* 27, 10; 137/40 [1945].

Das klare Hochsilikatglas 790, als „Vycor“ im Handel, besteht zu 96% aus SiO_2 und eignet sich für Laboratoriumsarbeiten bei hohen Temperaturen. Insbesondere können Sichtscheiben für Ofeneinsätze und Schutzhüllen für Thermoelemente daraus hergestellt werden. Für alle Operationen bei Temperaturen zwischen 700 und 1000° C ist Quarzglas 790 das geeignetste Gefäßmaterial für chemische Reaktionen. Die Schwierigkeiten, große Quarzstücke in einheitlicher Verfassung herzustellen, ist durch einen neuen Verarbeitungsprozeß für Quarz behoben worden. Dieses Verfahren, das als Multiform-Prozeß bezeichnet wird, ähnelt den Methoden der Pulvermetallurgie. Der Quarz wird möglichst fein pulverisiert und anschließend in Gußformen zu fertigen Stücken hochgeglüht, die maximal zu 40 cm dimensioniert sein dürfen.

Dünnes Faser- bzw. Folienglas wird als Füllmaterial für Destillationstürme und -kolonnen, sowie für Waschanlagen benutzt. Seine Verwendung für Filtereinsätze für alkalische und stark saure Lösungen bei hohen Temperaturen ist weit verbreitet, insbesondere in der Erdölindustrie²²⁾. Das von der Pittsburgh Corning Corporation hergestellte „Foamglass“ ist auch in Deutschland schon bekannt geworden. In Amerika wird es auf Grund seiner guten thermischen Leitfähigkeit ($1,4 \cdot 10^{-7}$ cal/s. cm °C bei 10° C) als Isolationsmaterial für Elektronengeräte benutzt. Wegen seines geringen spez. Gewichtes (0,17 kg/dm³) ist es als Schwimmtmittel bei Flotationsprozessen geeignet.

In der Verfahrenstechnik gibt es zwei wichtige Neuerungen, einmal elektrisches Schweißen und Schneiden von Glas, und zum anderen eine Art Verkitten von Glasflächen aneinander. Beim ersten Verfahren, zu dem *Blizard*¹⁹⁾ mehrere Literaturstellen nachweist, wird zunächst das Glasrohr mit einem elektrisch erhitzten Ni-Cr-Draht auf richtige Länge abgesprengt. Ansatzstück und Glasrohr werden nunmehr aneinandergedrückt eingespannt und an den Berührungsstellen mit kleiner spitzer Flamme auf 500° C erhitzt; wichtig ist, daß dieser Vorgang mit wenig Feuerung und sehr schnell durchgeführt wird. Das Glas wird hierbei nicht weich, jedoch wird der Widerstand für einen an beiden Glasstücken angelegten hochfrequenten Wechselstrom herabgesetzt. Durch die Wärmewirkung des Wechselstromes wird die Verbindung hergestellt. Sie wird unterstützt durch 15 min langes Erhitzen mit einem kleinen Glühofen, der um das Rohr herumgepreßt wird, so daß ein beständiger Druck auf die Verbindungsstelle ausgeübt wird. In kurzer Zeit können auf diese Weise große Rohre von ungelerten Arbeitern verbunden werden, vor allem wird das lästige Drehen der Glasrohre bei dem Verfahren ausgeschaltet. Die zweite Neuerung auf diesem Gebiet besteht darin, zwei gut aufeinanderpassende Glasrohre, die zweckmäßig auf elektrischem Wege geschnitten sind, zu verspinnen, nachdem ein Rohrende durch Hitze erweicht ist. Diese Verbindungsstelle, die durch Führungsringe unterstützt und zusammengehalten wird, muß dann durch ein geeignetes Dichtungsmaterial verkittet werden. Zuerst benutzte man hierzu Kunststoffe und synthetische Gummisorten, bis schließlich im Teflon (Tetrafluoräthylen-Polymerisat) ein befriedigender Kitt gefunden wurde, der dieselbe Korrosionsfestigkeit wie Glas selbst hat. Dieses Kittverfahren für Glasrohre ist gänzlich unabhängig von der Rohrweite, ist allerdings auf Reaktionsdrucke von etwa 2 atü und -temperaturen von 120° C beschränkt.

Keramische und hochschmelzende Massen

Zusammenfassende Darstellungen der Verwendung von Porzellan und keramischen Massen in der chemischen Industrie Amerikas gaben *P. C. Kingsbury*²³⁾, *F. Singer*²⁴⁾ und in letzter Zeit *F. E. Herstein*²⁵⁾. Die Bedeutung keramischer Massen für Laboratorien und Industrie ist trotz der Entwicklung der Kunststoffe und neuer Legierungen groß geblieben. In der Hauptsache sind in den Kriegsjahren extrem dichte Wände für Elektrolysen, Einschmelzungen in Glasapparaturen, hitzebeständige Reaktionsgefäße zur Handhabung der Halogene, insbesondere von Chlor, Kondensations- und Destillationstürme und poröse Diaphragmen

aus keramischen Massen gebaut worden. Die Entwicklung der Verfahrenstechnik ging dabei ganz analoge Wege, wie sie auch in Deutschland beschränkt wurden²⁶⁾. In der Forschung versucht man, Zerkleinerbarkeit und Hitzeempfindlichkeit der Massen auf ein Minimum herabzusetzen, wobei insbesondere die thermische Schockwirkung (Einwerfen hochgeglühter Massen in kaltes Wasser) stark abgeschwächt werden konnte. Die Elastizität erreicht dieselben guten Werte wie die deutschen Neuentwicklungen. Für niedrige Drucke bevorzugt die Industrie nach wie vor keramische Rohre, deren Enden durch Ansatzringe verbunden und mit Zement abgedichtet werden können. Bei höheren Drucken geht man neuerdings zu geflanschten Rohren über. In Amerika werden Rohre von 2,54 bis über 60 cm Durchmesser serienmäßig erzeugt, für Spezialzwecke sind solche bis zu 1,50 m Dmr. erhältlich. Kesselgrößen für die Industrie konnten beträchtlich gesteigert werden, heute werden Kapazitäten bis zu 2650 l erreicht. Die Verwendung keramischer Massen zu Apparaten ist nicht sonderlich verbreitet, lediglich Pumpen von 35 bis 2000 l Fassungsvermögen und Pumphöhen bis etwa 24 m werden hergestellt, daneben gibt es vereinzelt keramische Exhaustoren mit Kapazitäten von 1,4 bis 100 m³. In der Industrie sind neuerdings, besonders in der Hypochlorit-Erzeugung, Kühlschlangen und Wärmeaustauscher aus Porzellan eingeführt worden^{26a)}. Absorptionsprozesse in keramischen Tümen und Kaskadengefäßen sind weiterhin üblich. Für Nutschen-Filter ist Porzellan der unumstrittene Werkstoff geblieben, sie werden bis zu Durchmessern von knapp 1 m hergestellt. Zur Herstellung größerer Porzellanapparate, die nicht aus einem Stück gebaut werden können, werden die Einzelteile in Amerika entweder durch Metallkonstruktionen oder durch hitzebeständige Zementbrücken verbunden. In der Industrie des Wasserstoffsperoxyds, dessen Herstellung seit Jahren ständig steigt, ist Porzellan fast ausschließlich der Baustoff, weil es nicht angegriffen wird.

Unter den hochschmelzenden Massen, über die *R. E. Birch* berichtet²⁷⁾, stehen die aus Tonen hergestellten an der ersten Stelle. Durch geeignete Auswahl der Rohmaterialien konnten diese Körper in ihren Eigenschaften stark verbessert werden. Während vor dem Kriege die Arbeitstemperaturen für normale Erzeugnisse etwa bei 1250 bis 1380° C lagen, sind sie heute auf 1400 bis 1520° C angestiegen. Neben diesen Fortschritten wurden besondere Erfolge erzielt, indem man dazu überging, hochschmelzende Massen auf die Basis des Al_2O_3 zu stellen. Hier werden heute Materialien mit 50, 60, 70, 80, 90 und sogar 99% Al_2O_3 hergestellt. Solche Massen sind bis zu Temperaturen von 1750° C brauchbar. Als Rohstoff für alle diese neuen Al-Oxyd-Massen dient in Amerika der harte Missouri-Diaspor mit beinahe 70% Al_2O_3 . Ein weiterer Erfolg dieser Bemühungen ist es, daß die Porosität der erzeugten Körper um $\frac{1}{4}$ reduziert werden konnte. Aus indischem Kyanit (Al- und Si-Oxyde) werden ebenfalls hochschmelzende Massen gewonnen, die besonders in der Glasindustrie Anwendung finden. Unter den SiO_2 -Massen, die auf reinem Quarz und wenig Kalkstein basieren, und die durch Hochglühen auf 1425° C entstehen, sind Quarze entwickelt worden, die bis knapp 1700° C brauchbar sind. Man ist hier bestrebt, die Quarze möglichst aus reinem SiO_2 zu erzeugen, und vermeidet, daß der Gehalt an Al- oder Zr-Oxyd 0,5% übersteigt. Diese Tendenz, reine Metalloxyde mit hohen Schmelzpunkten als Werkstoffe einzuführen, zeigt die amerikanische Forschung schon seit einiger Zeit. Hierbei wird man vielfach durch Entwicklungsarbeiten in Deutschland angeregt, wo ebenfalls wie in Amerika versucht worden war, reine Metalloxyde zum Bau der Flügel von Gasturbinen zu benutzen, bei denen sehr hohe Temperaturen auftraten. In diesem Zusammenhang sei auf die große Bedeutung verwiesen, die den hochschmelzenden Massen bei der Nutzbarmachung der Atomenergie zukommt, wo es sich darum handelt, einen Werkstoff zu finden, der den hohen Temperaturen, die bei Pile-Umsätzen auftreten, standzuhalten. Unter den Metalloxyden verspricht man sich von Zr-Oxyd den besten Erfolg (Schmelzpunkt 2430° C), obwohl der Schmelzpunkt des Mg-Oxyds mit 2800° C noch höher liegt. Die übrigen hochschmelzenden Substanzen, wie Zirkon, Dolomit, Forsterit, Si-Carbid treten an Bedeutung hinter die oben genannten zurück.

¹⁹⁾ M. J. See, J. P. Lindahl u. a., *Petroleum Research* 25, 9; 137/40 [1946].

²³⁾ P. C. Kingsbury, *Trans. Am. Inst. Ch. Engrs.* 36, 3; 433/42 [1940].

²⁴⁾ F. Singer, *Communication* 119, 2; [1944].

²⁵⁾ F. E. Herstein, *Industr. Engng. Chem., Ind. Edit.* 39, 1254/56 [1947].

²⁶⁾ Vgl. dies. Zeitschr. B. 20, 74 [1948].

^{26a)} Vgl. a. E. Kirschbaum, *diese Zeitschr.* B. 20, 235 [1948].

²⁷⁾ R. E. Birch, *Industr. Engng. Chem., Ind. Edit.* 39, 1238/42 [1947].

Holz

In der Imprägnierungstechnik des Holzes sind noch die üblichen Verfahren und Agentien in Gebrauch. Creosot-Behandlung, unter Umständen mit Zugabe von anorganischen Salzen (Cr-Salze, Zn-Chlorid) und organischen Substanzen (Pentachlorphenol) gilt als die billigste und für die meisten Zwecke ausreichende Methode. Infolge des Krieges ist die Entwicklung von verbrennungshindernden Beigaben besonders gefördert worden. Eine ganze Reihe von Chemikalien, wie Ammoniumsulfat (Ammonsulfat, Ammonchlorid), Borsäure, Borax, Phosphorsäure, Zinkchlorid und Natriumsilicat, sind erprobt worden und sollen sich gut bewährt haben. Ein weiterer Vorteil dieser Behandlung besteht in der Korrosionsfestigkeit, die das Holz durch sie erhält. Wegen seiner Korrosionsfestigkeit und seiner leichten Verarbeitbarkeit hat Holz seine Stellung als bevorzugtes Material zum Bau von Lagertanks erhalten können. In Amerika bevorzugt man zu diesem Zwecke Holz der Zypresse, der Gelbkiefer, der Douglas-Tanne und sog. Rotholz. Die Stärke des von Wasser aufgeschwemmten Holzes ist gewöhnlich bedeutend geringer als die normale des Holzes mit 12% Feuchtigkeit, und sinkt sogar in extremen Fällen auf den halben Wert ab. Bei der Konstruktion von Tanks für wäßrige Lösungen muß diese Tatsache berücksichtigt werden. Säuren verursachen infolge Hydrolyse der Cellulose ebenfalls eine bleibende Härteverminderung, mit Ausnahme von Essigsäure, Milchsäure und Salpetersäure bis zu Konzentrationen von 10%. Ammoniumchlorid ist in dieser Hinsicht besonders gefährlich, Lösungen von 5% verschlechtern die Härten der Hölzer sehr stark. Alkalien, wie Laugen und basische Salze, greifen Lignin an und vermindern ebenfalls auf diese Weise die Härte. Grundlegende Untersuchungen über diesen Fragenkomplex mit über weite Zeiträume dauernden Testen mit 20%iger Schwefelsäure, 15%iger Salzsäure und 80%iger Essigsäure stammen von E. A. Alliot²⁸⁾. Die deutschen Befunde von F. Kollmann²⁹⁾, wonach Säuren oberhalb eines p_H -Wertes von 2 und Laugen unterhalb eines p_H -Wertes von 10 die Stärke des Holzes nur unwesentlich beeinflussen, konnten bestätigt werden. In den Fällen, in denen Bitumen-Überzüge benutzt werden können, wird ihre Anwendung empfohlen, da sie die Resistenz gegen Säuren bestärken; auf längere Zeit bieten sie allerdings auch keinen ausreichenden Schutz.

Als Überzüge wurden früher Al-Farben und Lacke empfohlen, sie sind jedoch inzwischen weitgehend durch Schutzüberzüge aus Kunstharzen verdrängt worden. Hierbei versucht man, Substanzen anzuwenden, die die Zellwände des Holzes zu durchdringen vermögen und sich im Inneren der Zellen ablagern und so die Fasern des Holzes verstärken. Verschiedene Grundversuche, die seit 1937 mit einigen Salzen, Zucker, Wachsen und Äthylenglykol-Monoäthyläther durchgeführt wurden, versprachen gute Erfolge; sie stellen aber für die Praxis eine zu umständliche und teure Methode dar. Dagegen hat mit der Entwicklung der Kunststoffe in Amerika auch auf diesem Gebiet ein Wandel eingesetzt. Man unterscheidet heute zwischen zwei Arten dieser Imprägnierung, nämlich dem „Impreg“- und dem „Compreg“-Verfahren. Sie unterscheiden sich weniger in der Art der zur Imprägnierung benutzten Substanzen — es sind in beiden Fällen meist Kunstharze auf Phenol-Formaldehyd-Basis —, sondern in der Art der Verfahrenstechnik. Leichte Hölzer werden meist einfach in Spritz- oder Tauchverfahren imprägniert, sie besitzen ein spez. Gewicht in der Größenordnung der normalen Hölzer und heißen „impregs“. Bessere Härte und Stabilität der Hölzer werden erreicht, wenn man sie vorher durch größere Drucke verdichtet und in diesem Zustand mit Kunstharzen behandelt. Die so gewonnenen „compregs“ haben spez. Gewichte zwischen 1,25 und 1,35, in Einzelfällen auch bis 1,40. Während der letzten Jahre hat sich auch ein Verfahren durchsetzen können, das mit mittleren Drucken von 1,4 bis 1,8 kg/cm² arbeitet und zu „semicompregs“ mit spez. Gewichten zwischen 0,6 und 0,9 führt, deren Härte ausreichend für die meisten Ver-

wendungszwecke sein soll. Compreg (in England Permal) ist jedoch z. Z. das begehrteste Holzmaterial in Amerika, zumal es genau wie Holz leicht verarbeitet werden kann.

Die mit Kunstharzen behandelten Hölzer in verdichtetem oder unverdichtetem Zustand gewinnen an Resistenz gegen chemische Einflüsse, verlieren aber an Elastizität und sind oft spröde. Man versucht daher, einer Anregung von R. M. Seborg und Mitarbb.³⁰⁾ folgend, die Resistenz des Holzes unter gleichbleibender Elastizität zu steigern, indem man es unter Druck setzt und formt, zwischen durch aber immer wieder den Druck vermindert, um dem Lignin Gelegenheit zu geben, sich der veränderten Lage der Cellulosefasern anzupassen. Behandlung mit Kunststoffen erfolgt meistens nicht, so daß die erzeugten Hölzer doch nicht so resistent werden wie bei den oben erwähnten Methoden. Aus diesem Grunde ist man dazu übergegangen, diese Hölzer nach völliger Beendigung des Druckprozesses mit Kunststoffüberzügen zu versehen. Die einfachste und billigste Methode, die Formstabilität des Holzes zu erhöhen, stammt von A. J. Stamm³¹⁾. Hiernach werden die Hölzer auf kurze Zeit auf Temperaturen zwischen 235 und 285° C erhitzt, ohne daß Verkohlungen eintreten kann. Hierbei wird das Holz unter nicht oxydierenden Bedingungen wenige Minuten unmittelbar vor einer hochoberflächigen Metallplatte hin- und herbewegt.

Die Eigenschaften der Sperrhölzer hängen stark von den benutzten Bindemitteln ab. Casein-Leim ist — obwohl er von Stärke und Gelatine-Leimen in der Wasserfestigkeit übertroffen wird — das am meisten benutzte Bindemittel. Allmählich setzen sich jedoch auch Kunststoffe hier durch. Synthetische Leime aus Harnstoff-Formaldehyd und aus Phenol-Formaldehyd haben sich bewährt, Harnstoffharze sind allerdings nur bis zu etwa 150° C haltbar. In letzter Zeit sind auch Bindemittel aus Resorcinol-Formaldehyd- und aus Melamin-Formaldehyd-Harzen im Handel, doch lassen sich noch keine abschließenden Urteile hierüber geben. Das Gesamtgebiet „Holz als Baustoff des Chemikers“ wird von A. J. Stamm³²⁾ in einem Aufsatz referiert.

Fasern

Nach R. S. Casey und C. S. Grove³³⁾ waren 1946 in Amerika nach einer Mitteilung des A. S. T. M.-Komitees 15 tierische, 3 mineralische und 110 pflanzliche Fasern im Handel, zu denen noch 27 bis 30 synthetische Fasern hinzutreten. Von dieser Vielzahl haben für die chemische Industrie nur eine beschränkte Anzahl Bedeutung, und zwar als Förderbänder, Bürsten, Pinsel, Dichtungsmanschetten, Filtereinsätze, Tauwerk, Kabel, Wicklungen, elektrische Isolierungen und als Schutzbekleidung. Bei den natürlichen Cellulose-Fasern stehen Baumwolle, Flachs und Ramie obenan; Jute, Hanf und Wolle spielen eine untergeordnete Rolle, ebenso Seiden und andere Proteinfasern. Regenerierte Cellulose, wie Viskose und Kupferseide, werden wegen ihrer leichten Verarbeitbarkeit und Formbarkeit viel benutzt. In den letzten Jahren haben sich auch eine Reihe von Polyamid-Fasern eingeführt. Neben dem Nylon, das zu Filtereinsätzen verarbeitet wird, werden Casein-, Zein-, Erdnuß³⁴⁾ und Soja-Fasern benutzt. Asbest hat als einzige natürliche Mineralfaser große Bedeutung, man kann jedoch seit einigen Jahren den Inlandsbedarf nur noch mit Mühe decken, weniger aus Rohstoffmangel, sondern vor allem wegen des stark steigenden Verbrauches. Vereinzelt ist Asbest deshalb durch Glas-, Quarz- oder Schlackenwoll-Fasern ersetzt worden. Kunstfasern wie Vinyon, Saran, Velon, Permal, Permalon, Aralac und Fibreglass werden zwar viel verwendet, haben in der chemischen Industrie außer zu Isolierungen aber keine spezielle Anwendung gefunden. Über ihre Benutzung als Filterhilfen wurde hier bereits berichtet³⁵⁾.

Eingeg. am 14. Febr. 1948

[B 52]

²⁸⁾ R. M. Seborg, M. A. Millett u. A. J. Stamm, Agr. Eng. 67, 25 [1945].

²⁹⁾ A. J. Stamm, U.S.-Patent 2060902 [1936].

³⁰⁾ A. J. Stamm, Industr. Engng. Chem., Ind. Edit. 39, 1256/61 [1947].

³¹⁾ R. S. Casey u. C. S. Grove, Industr. Engng. Chem., Ind. Edit. 39, 1213/15 [1947].

³²⁾ Dt. s. Zschr. 20, 88 [1948.]

³³⁾ R. Waller, diese Zeitschr. B 19, 85/91 [1947]

²⁸⁾ E. A. Alliot, J. Soc. Chem. Ind. (London) 45, 463 T [1926].

²⁹⁾ F. Kollmann, Technologie des Holzes, Berlin 1936.