Phenolharzschaumstoffe

von Dr. Franz Weißenfels, Troisdorf

in: „Kunststoffe, 698-703, 1961"

Mitteilung aus der Anwendungstechnischen Abteilung der Dynamit Nobel Akt.-Ges., Troisdorf Bez. Köln

Die Methoden zur Herstellung von Schaumstoffen aus Phenolharz konnten ebenso wie deren qualitative Eigenschaftsmerkmale entscheidend vorangetragen und verbessert werden. Derartige Schaumstoffe verdienen daher unter den zahlreichen, in expandierter oder geschäumter Form bekannten Kunststoffen Beachtung. Der vorliegende Beitrag behandelt neben der Herstellung von Phenolharzschaumstoffen die für den Einsatz wichtigen Eigenschaften sowie bisher aufgefundene Anwendungsgebiete.

Schaumstoffe mit geringer Dichte und in der Regel zellartigem Aufbau besitzen eine Reihe von Eigenschaften, die für viele Anwendungsgebiete erwünscht oder unerläßlich sind, wie z. B. geringe Wärmeleitfähigkeit, gute mechanische Festigkeit bei geringem Eigengewicht, isolierende Eigenschaften in Verbindung mit guter mechanischer Steifigkeit.

Schaumstoffe werden im allgemeinen in spröd-harte, zähharte und elastisch-weiche Produkte mit geschlossenzelliger, offenzelliger oder gemischtzelliger Struktur unterteilt. Phenolharzschaumstoffe gehören zu den spröd-harten Schaumstoffen mit gemischtzelliger Struktur. Typische Strukturbilder solcher Phenolharzschaumstoffe sind in Abb. 1 wiedergegeben.

Es hat in den letzten Jahren nicht an Versuchen gefehlt, zahlreiche Kunststoffe in zelliger oder expandierter Form herzustellen, und einige dieser Produkte sind auf dem Markt gut angekommen. Die Herstellungstechnik für geschäumte und expandierte Kunststoffe variiert dabei in weiten Grenzen und ist abhängig von der zur Anwendung kommenden Art der Polymerisate oder Harze.

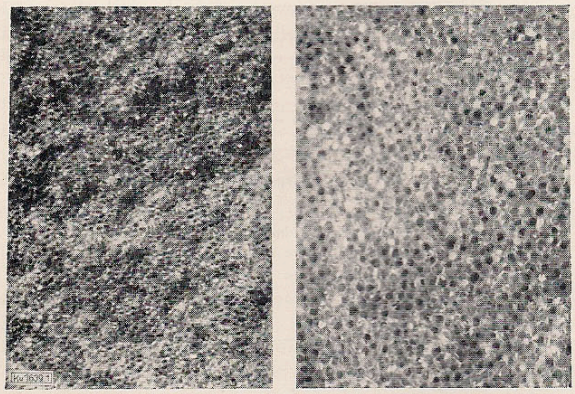

Abb. 1. Zellförmige Struktur von Phenolharzschaumstoff, Vergrößerung 1 : 4
Links: spez. Gewicht 0,02 g/cm³
Rechts: spez. Gewicht 0,05 g/cm³

In jüngerer Zeit hat sich das Interesse auch auf geschäumte Phenol-Formaldehyd-Harze konzentriert, Schaumstoffe, die neben einer gleichmäßig feinporigen Struktur, guter mechanischer Festigkeit und einem ausgezeichneten thermischen Isolationsvermögen Eigenschaften aufweisen, die durch die Ausgangsharze — bei der Härtung stark räumlich vernetzbare Phenol-Resole — bedingt sind und die eine Lücke in den Eigenschaften der bekannten Kunstharzschaumstoffe schließen.

Herstellung von Phenolharzschaumstoffen

Die Dynamit Nobel Aktiengesellschaft, Troisdorf, hat neben einfachen Verfahren zur Herstellung von Phenolharzschaumstoff modifizierte, flüssige Phenol-Formaldehyd-Harze (vom Resol-Typ) entwickelt, die zur Herstellung von Phenolharzschaumstoff mit einer sehr gleichmäßigen Struktur in fast beliebigen Abmessungen — z. B. Blöcke bis 3 m³ Größe — geeignet sind.

Resole sind Harze, welche reaktive Methylolgruppen (—CH_2OH) im Molekül enthalten. Diese Methylolgruppen können u. a. durch Zusatz eines Härters zu einer exotherm verlaufenden und vernetzenden Kondensationsreaktion gebracht werden, wodurch die flüssigen Harze in feste, nicht mehr schmelzbare Körper umgewandelt werden. Sowohl die sauren Härterflüssigkeiten als auch die exotherme Wärmetönung der Härtereaktion können dazu ausgenutzt werden, parallel zum Härtungsprozeß einen Aufschäumprozeß ablaufen zu lassen. Als Treibmittel werden Verbindungen benutzt, die unter den Härtungsbedingungen gasförmige Stoffe abspalten oder in solche übergehen. Die Dichte des Phenolharzschaumstoffes kann je nach Einstellung der Schaumharzmischung und unter Anwendung verschiedener Harztypen zwischen 0,015 und 0,8 variiert werden. Für technische Zwecke wird wohl aus preislichen Gründen Schaumstoff mit Dichten bis 0,1 eingesetzt, während Harztypen, die Schäume mit hohen Dichten von 0,2 bis 0,8 ergeben, vorzugsweise als Gießharz zur Herstellung von Formkörpern aller Art eingesetzt werden[1]).

Phenolharzschaumstoffe können sowohl in Chargen-Verfahren als auch in kontinuierlichen Verfahren hergestellt

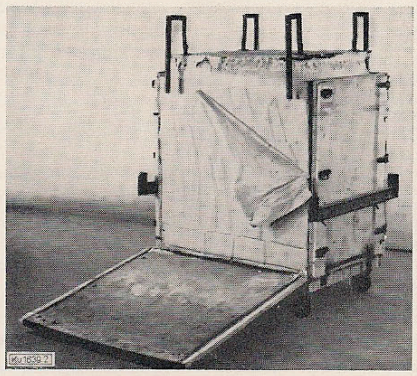

Abb. 2. Kastenform zur Herstellung von Phenolharzschaumstoff nach dem Aufschäum- und Härtungsprozeß der Schaumharzmischung
Formeninhalt: ca. 1 m³

werden. Zur Herstellung von Schaumstoffblöcken werden das schäumbare Phenolharz, Treibmittel und Härterflüssigkeit in genau dosierten Mengen bei Raumtemperatur miteinander vermischt. Das Mischen der Komponenten erfolgt zweckmäßig mit einem schnell laufenden Rührwerk. In entsprechende Formen vergossen, unterliegt die Mischung bei leicht erhöhter Temperatur einem Schäum- und gleichzeitig ablaufenden Härtungsprozeß, der je nach Größe des entstehenden Schaumkörpers in 1 bis 4 h beendet ist.

Als Formen für die Herstellung großer Schaumstoffblöcke eignen sich z. B. stabile Holzkästen, Abb. 2. Wenn Formkörper geschäumt oder ausgeschäumt werden sollen, was möglich, aber nicht ganz einfach ist, wird man je nach der benötigten Stückzahl geeignetes Formenmaterial verwenden.

Den Schäum- und Aushärtungsvorgang demonstriert am besten das in Abb. 3 gezeigte Laborexperiment. Je nach Einstellung und Menge der Reaktionsmischung kann man diese Vorgänge in wenigen Minuten ablaufen lassen. Für den dar-

[1]) Gießharz P 1600 S der Dynamit Nobel AG, Troisdorf.

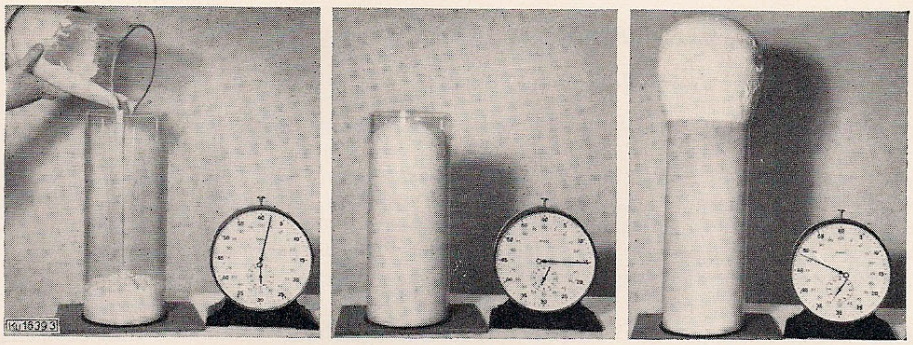

Abb. 3. Darstellung des Aufschäum- und Härtungsprozesses einer Phenolharzschaumstoffmischung bei Raumtemperatur nach 2, 4 und 6 min Versuchsdauer

gestellten Versuch wurde eine abgewogene Menge Phenolharz mit Treibmittel und Härter versetzt; der anschließende Schäum- und Härtungsvorgang läuft bei Raumtemperatur in 5 bis 6 min ab, wobei ein sehr gleichmäßiger und feinporiger Schaumstoff entsteht.

Eigenschaften der Phenolharzschaumstoffe

Mechanisches Verhalten

Die folgenden Ausführungen und Daten beziehen sich auf einen Phenolharzschaumstoff aus dem technischen Harz T610S der Dynamit Nobel AG, wobei insbesondere die mechanischen Eigenschaften sowie das Verhalten bei Wärme- und Gluteinwirkung sowie gegen Feuchtigkeit, Wasser und Chemikalien behandelt werden sollen. Einige an Prüfkörpern aus Phenolharzschaumstoff bestimmte Festigkeitswerte sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt. Im Gegensatz zu vielen anderen Schaumstoffen werden die Festigkeitseigenschaften des Phenolharzschaumstoffes durch Temperatur und Feuchte nicht oder nur geringfügig beeinflußt.

Rohdichte	[g/cm³]	0,04	0,05	0,06	0,08	0,1
Biegefestigkeit nach DIN 53423 . . .	[kg/cm²]	3,0	3,5	4,2	5,5	6,5
Druckfestigkeit nach DIN 53421 . . .	[kg/cm²]	1,8	3,4	4,9	6,2	7,8
Zugfestigkeit nach DIN 53571 . . . Vorschub 500 mm/min	[kg/cm²]	1,2	2,6	3,3	4,4	5,4
Scherfestigkeit nach DIN 53422 . . .	[kg/cm²]	0,8	2,0	2,5	4,1	4,6
Schlagzähigkeit nach DIN 53453 . . .	[cmkg/cm²]	0,06	0,11	0,15	0,16	0,17
Kerbschlagzähigkeit nach DIN 53453 . . .	[cmkg/cm²]	0,06	0,10	0,09	0,08	0,08
E-Modul aus Biegeversuch . . .	[kg/cm²]	120	100	155	210	200

Zahlentafel 1. Übersicht über mechanische Festigkeitswerte von Phenolharzschaumstoff in Abhängigkeit von der Dichte

Aufschluß über das Verhalten der Druckfestigkeit von Phenolharzschaumstoffen der Dichten 0,04 und 0,08 in Abhängigkeit von Temperatur und von der Feuchte der umgebenden Luft geben die Abb. 4 und 5.

Rohdichte [g/cm³]	0,04 bis 0,1
Wärmeleitfähigkeit [kcal/m h °C] bei 20 °C	0,024 bis 0,027
bei —150 °C	0,0135
Anwendungsbereich	—200 bis +180 °C
Dauerwärmebeständigkeit	130 °C
Längenänderung in % bei Warmlagerung 14 Tage bei 130 °C	im Mittel —1,1
Entflammbarkeit	schlecht entflammbar, aber nicht unbrennbar; selbstlöschend

Zahlentafel 2. Übersicht über die thermischen Eigenschaften von Phenolharzschaumstoff

Thermisches Verhalten

Phenolharzschaumstoffe weisen ausgezeichnete Temperaturbeständigkeit auf, Zahlentafel 2. Bei tiefen Temperaturen bis zu —200 °C wurden keine wesentlichen Änderungen des mechanischen Verhaltens festgestellt. Unter Dauerbeanspruchung ist Phenolharzschaumstoff bis zu 130 °C beständig. Bei längere Zeit anhaltender Temperatureinwirkung über 130 °C hinaus tritt Schrumpfen, bei Erhöhen der Temperatur über 160 °C hinaus langsames Verkohlen ein.

Wie bei zahlreichen Prüfungen an Schaumstoffproben im Bereich der spez. Gewichte 0,04 bis 0,12 gefunden wurde, ist die Schrumpfung von Phenolharzschaumstoff bei Warmlagerung im wesentlichen unabhängig vom spez. Gewicht und nur von der Prüftemperatur abhängig. Um die Längenänderung des Phenolharzschaumstoffes bei Einwirkung höherer Temperaturen zu bestimmen, wurden Prüfkörper von 100 × 100 × 10 mm über verschieden lange Zeiträume verschieden hohen Temperaturen ausgesetzt. Die Werte der Längenänderung in % (= Schrumpfungswerte) sind in Abb. 6 graphisch wiedergegeben.

Eng verbunden mit diesem ausgezeichneten thermischen Verhalten sind die Isolationswerte. Phenolharzschaumstoff

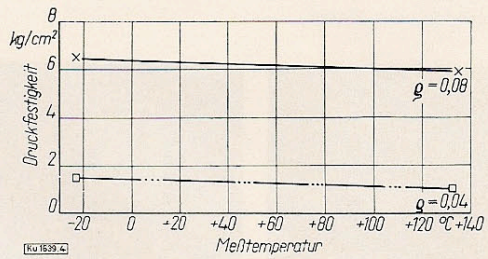

Abb. 4. Druckfestigkeit von Phenolharzschaumstoffen in Abhängigkeit von der Temperatur und der Dichte ϱ

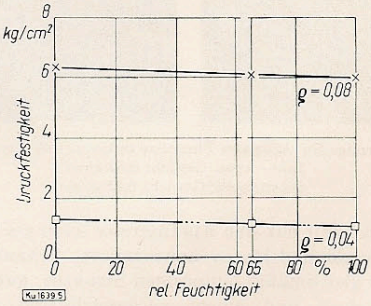

Abb. 5. Druckfestigkeit von Phenolharzschaumstoffen in Abhängigkeit von der Feuchte und der Dichte ϱ

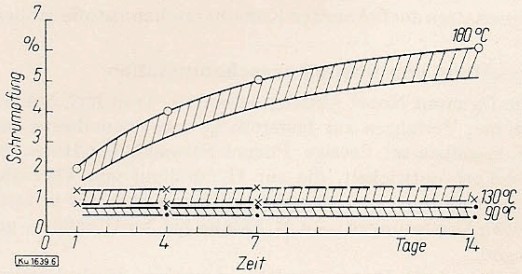

Abb. 6. Längenänderung (Schrumpfen) von Phenolharzschaumstoff bei anhaltender Wärmeeinwirkung

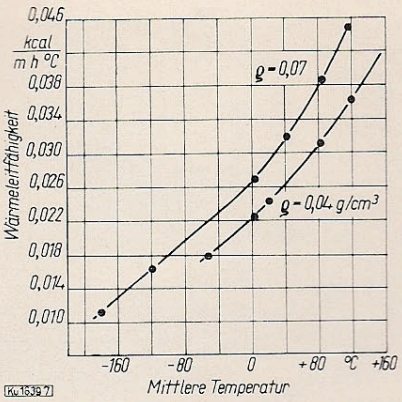

Abb. 7. Wärmeleitzahl von Phenolharzschaumstoff in Abhängigkeit von der mittleren Temperatur

besitzt infolge seiner gleichmäßigen und feinzelligen Struktur eine sehr geringe Wärmeleitfähigkeit und wirkt daher außerordentlich gut wärme- und kälteisolierend. Vergleichsweise entspricht die Isolierfähigkeit einer 30 mm dicken Phenolharzschaumstoffplatte bei einem Raumgewicht von 40 g/cm³:

einem Natursteinmauerwerk (porös) .	von	200 cm Dicke
einer Eisenbetonschicht	von	175 cm Dicke
einem Bimsmauerwerk (aus V 25) . . .	von	40 cm Dicke
einer Stegzementdielenschicht	von	22 cm Dicke
einer Holzplatte	von	12 cm Dicke
einer Holzwoll-Leichtbauplatte	von	7–12 cm Dicke

Messungen der Wärmeleitzahl wurden mit Schaumstoffplatten der Dichte 0,04 und 0,07 durchgeführt. Die Prüfung umfaßte den Temperaturbereich von —180 °C bis +120 °C. Die eintretenden Veränderungen der Wärmeleitzahl von Phenolharzschaumstoff in Abhängigkeit von der Temperatur veranschaulicht Abb. 7.

Phenolharzschaumstoff enthält Anteile von Substanzen (Kondensationswasser, Spuren Härtersäure), die bei 100 °C flüchtig sind. Sie können bei gewissen Anwendungsgebieten u. U. störend wirken, lassen sich aber durch Trocknen des Schaumstoffes bei erhöhter Temperatur (bis 130 °C) leicht entfernen. Wie aus Tafel 3 hervorgeht, genügt bereits eine 24stündige Lagerzeit bei 100 °C, um im Schaumstoff vorhandene flüchtige Substanzen auszutreiben.

Die Einwirkung höherer Temperaturen verursacht je nach Grad und Dauer hellbraune bis dunkelbraune Verfärbung des Phenolharzschaumstoffes, der kurzfristig Temperaturen bis 180 °C ohne merkliche Verschlechterung seiner Eigenschaften ausgesetzt werden kann. Eine lang andauernde Einwirkung von Temperaturen über 130 °C hat eine Versprödung und, wie aus Abb. 6 hervorgeht, ein Schrumpfen des Phenolharzschaumstoffes zur Folge. Es empfiehlt sich daher, Phenolharzschaumstoff bei Dauerbeanspruchung nicht oberhalb von 130 °C einzusetzen. Jedoch tritt auch bei wesentlich höheren Temperaturen weder ein Schmelzen noch ein Erweichen des Phenolharzschaumstoffes ein. Abb. 8 zeigt, wie flüssiges Blei mit einer Temperatur von etwa 350 °C in Formen aus Phenolharzschaumstoffplatten gegossen wird. Die Schriftzüge wurden vorher spanabhebend in die Phenolharzschaumstoffplatten eingeschnitten.

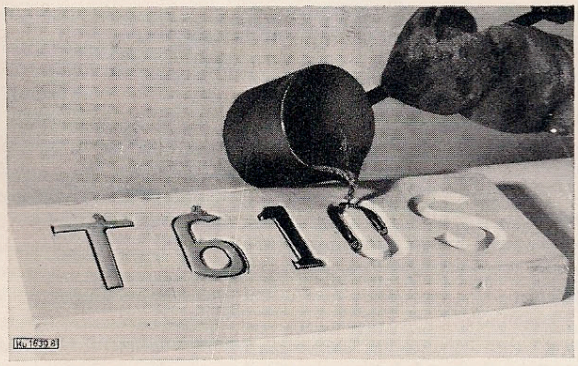

Abb. 8. Vergießen einer Bleischmelze in eine Form aus spanabhebend bearbeitetem Phenolharzschaumstoff

Wichte vor der Lagerung [g/cm³]	Lagerungs-Zeit bei 100 °C [Tage]	Verlust an flücht. Substanzen [Gew.-%. 100 °C]	Wichte nach Lagerung bei 100 °C [g/cm³]
0,04	5	18,9	0,0324
0,04	3	18,9	0,0324
0,06	1	18,1	0,052
0,06	3	18,1	0,052
0,10	1	17,2	0,082
0,10	3	17,2	0,082

Zahlentafel 3. Entfernen flüchtiger Anteile durch Lagern bei 100 °C (Gewichtsverlust von Prüfkörpern von 50 × 50 × 50 mm Größe)

Bei einem weiteren Versuch wurde ein Phenolharzschaumstoffblock (Dichte 0,05) halbiert und jede Hälfte mit einer Aussparung versehen, in der ein auf Rotglut erhitzter Stahlblock (Gewicht etwa 1 kg, Temperatur etwa 900 °C) untergebracht werden konnte. Nach 15 min wurde der Stahlblock — immer noch in rotglühendem Zustand — wieder herausgenommen und die Schaumstoffkapsel so halbiert, daß die Aussparungen angeschnitten waren. Abb. 9 zeigt, daß der Schaumstoff in unmittelbarer Nähe des glühenden Stahlblockes einige Risse bekommen hat und verkohlt ist, der Stahlblock hat jedoch seine Lage infolge der außerordentlich hohen Wärmestandfestigkeit des Schaumstoffes absolut beibehalten. Im Abstand von etwa 2 bis 3 cm ist die Zellstruktur des Schaumstoffes völlig unzerstört geblieben.

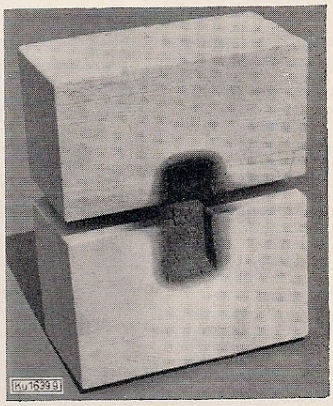

Abb. 9. Einbettungsversuch mit einem auf Rotglut erwärmten Stahlblock

Phenolharzschaumstoff kann, wie alle organischen Materialien, zum Brennen gebracht werden, aber nur mit großen Schwierigkeiten; der Schaumstoff ist selbstlöschend. Durch Zusatz von Flammschutzmitteln läßt sich das flammwidrige Verhalten noch wesentlich verbessern. Schaumstoffe mit derartigen Zusätzen sind schwerentflammbar und glimmen nicht nach.

Verhalten gegen Wasser

Bei Lagerung in Wasser oder in Luft mit hoher relativer Feuchte nimmt Phenolharzschaumstoff infolge seiner teilweise offenzelligen Struktur je nach Dichte geringe Mengen Wasser auf, die bei trockener Lagerung wieder abgegeben werden, ohne den Schaum verändert zu haben. Die Wasseraufnahme von Schaumstoffplatten oder -stücken kann durch Bituminieren, Lackieren oder sonstige Beschichtungen der Schaumstoffoberfläche weitgehend verhindert werden.

Messungen der Wasseraufnahme wurden mit Prüfkörpern von 50 × 50 × 50 mm bei Raumtemperatur durchgeführt. Bei Lagerung in Luft mit 93% relativer Feuchte wurde die Gewichtsänderung der Prüfkörper als Wasseraufnahme aufgefaßt und in Vol.-% umgerechnet, Abb. 10 und 11.

Die Diffusionsdurchlässigkeit ist eine maßgebliche Eigenschaft bei der Verwendung von Kunstharzschaumstoffen als Baumaterial, wenn durch einen Diffusionsvorgang eine Durchfeuchtungsgefahr für Wände oder Decken besteht.

In solchen Fällen sind in der Regel besondere konstruktive Vorkehrungen nötig, die nur dann richtig getroffen werden

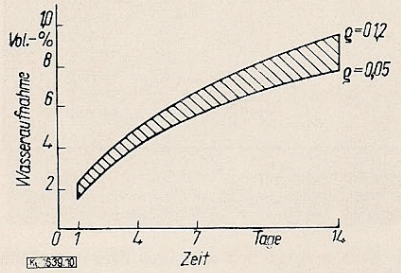

Abb. 10. Wasseraufnahme von Phenolharzschaumstoff beim Lagern unter Wasser

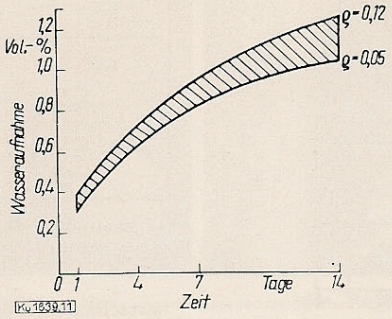

Abb. 11. Wasseraufnahme von Phenolharzschaumstoff beim Lagern in Luft von 93% rel. Feuchte

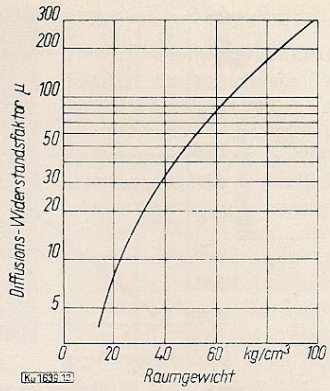

Abb. 12. Diffusionswiderstandsfaktor von Phenolharzschaumstoff bei 1/1 °C in Abhängigkeit von der Dichte

können, wenn der Diffusionswiderstandsfaktor des Isolierstoffes bekannt ist. Die Diffusionsdurchlässigkeit eines Stoffes für Wasserdampf wird durch Angabe des Diffusionswiderstandsfaktors gekennzeichnet. Der Diffusionswiderstandsfaktor bezeichnet bekanntlich das Verhalten des tatsächlichen Diffusionswiderstandes zum Diffusionswiderstand einer Luftschicht mit den gleichen Abmessungen. Der Diffusionswiderstand von Luft ist also = 1. Nach den neuen VDI-Regeln für Wärme- und Kälteschutzstoffe ist ein Mindestwert des Diffusionswiderstandsfaktors bei Kälteisolierstoffen von $\mu = 5$ vorgeschrieben. Für Phenolharzschaumstoffplatten von 30 mm Dicke wurden nach dem von *P. Görling* und *J. S. Cammerer*[2]) angegebenen Verfahren für verschiedene Dichten folgende Werte ermittelt:

Dichte [g/cm³]	0,035	0,055
Wasserdampfdurchgang bei einer Plattendicke von 30 mm, Versuchstemperatur 1 °C [g/cm² · Tag]	12,27	4,46
Diffusionswiderstandsfaktor	21,6	62,4

Aus der Bedingung, daß für das Raumgewicht 0 der Diffusionswiderstandsfaktor 1 werden muß, läßt sich die Kurve nach Abb. 12 gewinnen, aus der sich der Diffusionswiderstandsfaktor für Phenolharzschaumstoff bei beliebiger Dichte entnehmen läßt. Infolge der großen Gleichmäßigkeit des Gefüges von Phenolharzschaumstoff dürfte die mögliche Fehlergrenze hierbei sehr gering sein.

Verhalten gegen Chemikalien

Bei der Prüfung von Phenolharzschaumstoff gegen die Einwirkung verschiedener Chemikalien bei Raumtemperatur bis zu einer Prüfdauer von 60 Tagen zeigte sich, daß der Schaumstoff u.a. beständig ist gegen 20proz. Salzsäure, 50proz. Schwefelsäure, 10proz. Salpetersäure, 80proz. Phosphorsäure sowie gegen Flußsäure, Ameisensäure, verdünnte und konz. Essigsäure, während er von über 50proz. Schwefelsäure und Salpetersäure zerstört wird. Längere Einwirkung von Natronlauge und Kalilauge führt ebenfalls zu einer Zerstörung des Schaumstoffes; gegen verdünnte und konz. Ammoniaklösungen, gegen Kalkwasser sowie gegen viele neutrale, alkalische und saure Salzlösungen erweist er sich als beständig.

Ebenso hat Phenolharzschaumstoff eine weitgehende Beständigkeit gegen organische Lösungsmittel, er war bei der angegebenen Prüfdauer beständig gegen Phenol (90proz.), Anilin, Dibutylphthalat, Rizinusöl, Mineralöl, Äther, Benzin-Treibstoff-Gemisch, Benzol, Tetrachlorkohlenstoff, Essigester und Cyclohexanon. Gegen Methanol, Äthanol, Butanol, Aceton, Methyläthylketon und Dimethylformamid ist der Schaumstoff jedoch nur bedingt beständig; er zeigt in diesen Lösungsmitteln eine Quellung, die jedoch keine Zerstörung des Schaumstoffgefüges bewirkt; nach Verdunsten der Lösungsmittel zeigt der Schaumstoff wieder seine ursprünglichen Eigenschaften.

[2]) Kältetechnik Bd. 8 (1956) S. 339/343.

Verarbeitung

Schneiden und Schnitzen

Platten aus Phenolharzschaumstoff lassen sich außerordentlich leicht sägen, schneiden, bohren und nageln. Man benutzt die üblichen Werkzeuge, wie man sie auch bei der Holzverarbeitung verwendet. Zum Aufschneiden großer Schaumstoffblöcke und -platten werden senkrecht und waagerecht laufende Bandsägen verwendet. Bei laufender Fabrikation ist für das Absaugen und Entfernen des feinen Sägestaubes zu sorgen.

Phenolharzschaumstoffblöcke und -platten eignen sich ausgezeichnet für Schnitzarbeiten und als Bildhauermaterial, Abb. 13. Auch für die Herstellung leicht transportabler Dekorationen für Schaufenster, Theater, Film- und Fernsehzwecke bietet sich Phenolharzschaumstoff durch seine Eigenschaften, nicht zuletzt durch seine Schwerentflammbarkeit, an. Die gelblich-braune feinporige Oberfläche des Schaumstoffes läßt sich durch entsprechende Anstrichmittel beliebig verändern.

Abb. 13. Die leichte Bearbeitbarkeit macht Phenolharzschaumstoff zu einem ausgezeichneten Werkstoff für Schnitz- und Bildhauer-Arbeiten

Kleben und Kaschieren

Teile aus Phenolharzschaumstoff sind gut zu kleben, sowohl mit sich selbst als auch mit anderen Materialien, Schaumstoffplatten in Verbindung mit Kunststoff-Folien, Sperrholz und Furnieren, vor allem mit Hartpapier und dekorativen Schichtstoffplatten haben sich als Türblätter und Bauelemente bereits bewährt. Die Verbindung mit Gipsplatten, Asbestzementplatten und Metallplatten ist ebenfalls möglich.

Plattenkombinationen mit Phenolharzschaumstoffkern weisen eine beachtliche Festigkeit und Steifigkeit auf, so daß derartige Verbundplatten eine Reihe von Anwendungen gefunden haben, z. B. als Apparatebauplatten, Leichtbauplatten

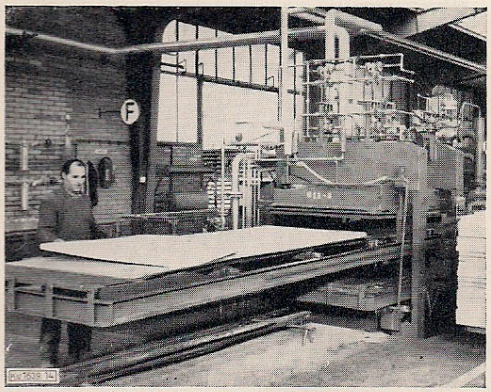

Abb. 14. Herstellung von Isolierplatten Typ P 77 mit Phenolharzschaumstoffkern
Werkfoto Düsseldorfer Plastikwerk Otto Wolff GmbH, Ratingen

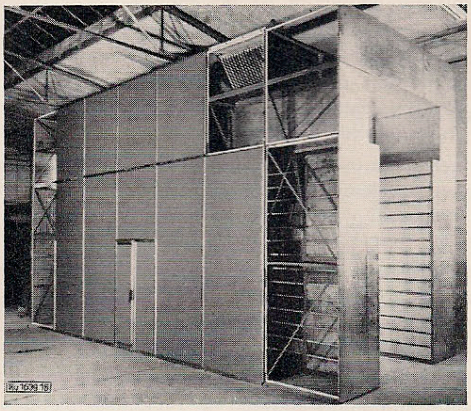

Abb. 15. Trockenofen, ausgerüstet mit P 77-Isolierplatten
Werkfoto Fa. Erich Kiefer, Lufttechn. Anlagen GmbH, Gartringen/Württ.

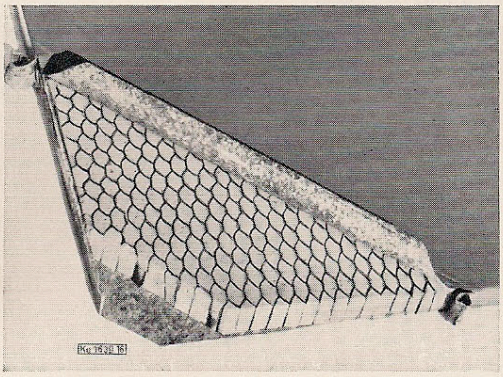

Abb. 16. Brüstungselement mit Papierwabeninnenkern, Wabenzellen gefüllt mit Phenolharzschaumstoff
Aufnahme mit Genehmigung der Fa. Gartner, Grundelfingen

für vorfabrizierte Bauteile, Brüstungselemente u. dgl. (Abb. 14 bis 18).

Eine solche Stabilisierung von Phenolharzschaumstoffplatten läßt sich auch durch unmittelbares Auftragen von Schamottemörtel, Hartputz, Beton, Gips und zementgebundenen Holzspänen erreichen (Abb. 19 und 20). Wegen der hohen Wärmebeständigkeit des Schaumstoffes kann man sogar heiße Bitumen- und Asphaltmassen auftragen, was sowohl bei der Herstellung von Dachdeckelementen als auch bei Verwendung von Phenolharzschaumstoffplatten zur Dachisolation Vorteile bringt (siehe Abb. 21 und 22).

Die zusätzliche Anwendung eines Klebers ist dabei nicht notwendig, da sich diese Stoffe gut in der offenporigen Oberfläche des Schaumstoffes verankern. Zusätze von Polyvinyl-

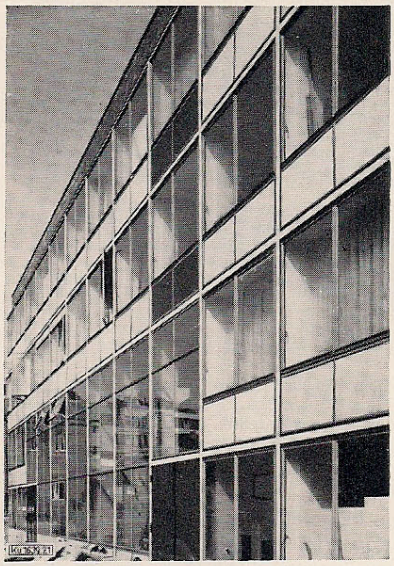

Abb. 17. (links) Fassade des Kunststoff-Institutes in Aachen mit Brüstungselementen nach Abb. 18
Abb. 18. (rechts) Brüstungselemente aus Kunststoffplatten mit Phenolharzschaumstoffkern
a Kunststoffplatten, *b* Phenolharzschaumstoff, *c* Mipolam-Elastik-Profile

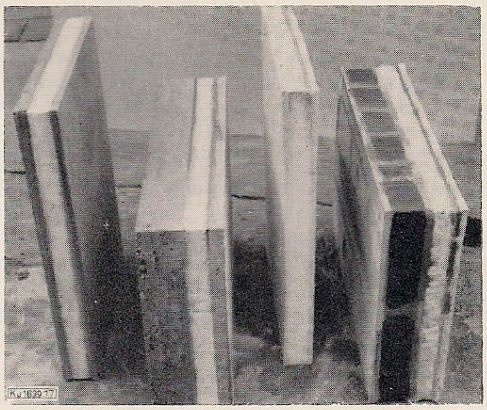

Abb. 19. Mit Zement und Gipsmischungen beschichtete Phenolharzschaumstoffplatten

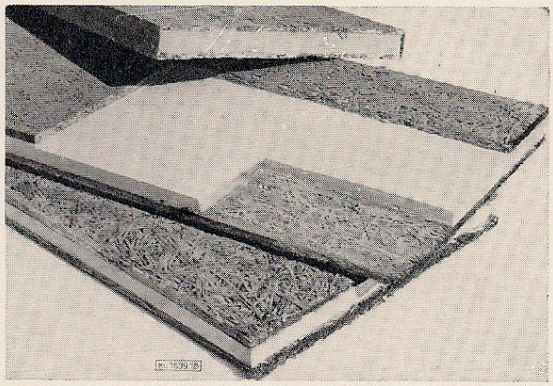

Abb. 20. Sigolan-Leichtbauplatte mit Phenolharzschaumstoffkern
Werkfoto der Fa. Sieg-Plastic KG, Schladern

acetat-Dispersionen zu den verschiedenen Zement- bzw. Gipsmischungen verbessern deren Haftung und Haltbarkeit. Zur Verfestigung sowie zur Schließung der offenporigen Oberfläche von Phenolharzschaumstoff können eine Vielzahl von Lacken, besonders vorteilhaft aber Heiß- und Kaltbitumen verwendet werden.

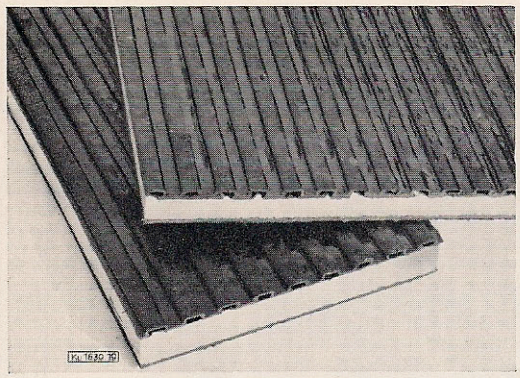

Abb. 21. Wärmedämmendes Dachdeckelement mit Phenolharzschaumstoffkern
Werkfoto der Firma Roland Dachpappenfabrik, F. Waldmann & Co., Thedinghausen Bez. Bremen

Abb. 22. Isolieren eines Flachdaches mit Hilfe von mit Heißbitumen verlegten Phenolharzschaumstoffplatten

Anwendungsgebiete

Die verschiedenen, heute bekannten Schaumstoffe besitzen arteigene Kombinationen individueller Eigenschaften, welche die besonderen Anwendungsmöglichkeiten vorausbestimmen. Der beschriebene Phenolharzschaumstoff macht von dieser Regel keine Ausnahme. Seine hervorragendsten Eigenschaften können wie folgt umrissen werden:

Phenolharzschaumstoff ist infolge seiner gleichmäßig feinen Porenstruktur ein ausgezeichneter Isolierstoff mit einem sehr weiten Temperaturanwendungsbereich.

Der Schaumstoff zeigt keine nennenswerte Abhängigkeit seiner mechanischen Festigkeitswerte von der Temperatur im Bereich von etwa —200° bis etwa +130 °C, unter Umständen sogar bis +180 °C.

Bei Einwirkung von hohen Temperaturen oder offenem Feuer tritt kein Erweichen oder Abbrennen des Schaumstoffes ein. Phenolharzschaumstoff mit Zusätzen flammwidriger Mittel ist schwerentflammbar, selbstlöschend und nicht nachglimmend. Er widersteht ohne wesentliche Dimensionsänderung einige Zeit der Einwirkung der offenen Flamme.

Phenolharzschaumstoff zeigt eine ausgezeichnete Beständigkeit gegen eine Vielzahl von Chemikalien.

Die Haftfestigkeit von Gips- und Zementmischungen, Schamottemörtel, Kalt- und Heißbitumen sowie der verschiedensten Klebstoffe auf der Schaumstoffoberfläche ist gut.

Phenolharzschaumstoff ist mechanisch leicht bearbeitbar.

Auf Grund dieser Eigenschaften kann erwartet werden, daß sich für Phenolharzschaumstoffe Anwendungsgebiete erschließen werden, die durch andere Werkstoffe bisher nicht erfüllt werden konnten. Die nachstehende Aufzählung nennt bisher erprobte und bewährte Beispiele.

1. Herstellen kälte- und wärmeisolierender sowie feuerhemmender Bauelemente mit Putzauftrag oder in Kombination mit Leichtbauplatten, Kunststoffplatten, Gipsplatten und Metallplatten.
2. Ausgesprochene Isolierstoffplatten für Kälte- und Wärmeisolation für den allgemeinen Hausbau sowie für spezielle Anwendungen, wie z. B. beim Bau von Kühleinrichtungen, Kühlräumen und Wärmekammern.
3. Verlorene Schalung und Schablonenmaterial für Betonguß.
4. Schnitz- und Modellmaterial für Bildhauer; plastisch ausgearbeitete Dekorationskörper für Film, Theater, Schaufenster.
5. Schnell und preiswert anzufertigende Modelle für Architekten und Geologen.
6. Ausschäumen von Hohlkonstruktionen zur Verbesserung der mechanischen Festigkeit oder der thermischen Isolation.

Bearbeitet: Dr. Volker Hofmann, Troisdorf, 28. April 2011