Zeitschrift: Bauen + Wohnen = Construction + habitation = Building + home : internationale Zeitschrift

Herausgeber: Bauen + Wohnen

Band: 18 (1964)

Heft: 7

Artikel: Kunststoffe als Baumaterial

Autor: Schneider, Alfred

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-331973

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 26.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Dr. Alfred Schneider
Dipl.-Ing. chem. ETH, Winterthur

Kunststoffe als Baumaterial

Einleitung

Neue Werkstoffe bergen immer eine Gefahr, nämlich die Gefahr des nicht werkstoffgerechten Einsatzes. Allzu schnell werden auf Grund von Laboratoriumsversuchen Schlüsse auf deren Eigenschaften in der Praxis gezogen, oder – was auf die Kunststoffe in besonderem Maße zutrifft – es werden an die neuen Werkstoffe Maßstäbe angelegt, die nur für herkömmliche Werkstoffe Gültigkeit haben.

Damit ist die Situation der Kunststoffe im Bauwesen bereits umrissen. Über diese eher pessimistische Einführung dürfen auch die schnelle Wachstumsrate der Kunststoffe und die zahlreichen nicht mehr wegzudenkenden Kunststoffgegenstände nicht hinwegtäuschen. Man ist versucht zu sagen, daß die wissenschaftlichen Anwendungsgrundlagen der raschen Entwicklung von neuen Werkstoffen nachhinken.

Dies soll die einmalige Vielseitigkeit der Kunststoffe und die praktisch unbegrenzten Anwendungsmöglichkeiten in keiner Weise diskriminieren; die Kritik soll im Gegenteil die noch fehlende Kenntnis einzelner Eigenschaften von Kunststoffen, unter denen die Bewährung über längere Zeitbereiche besonders wichtig ist, ermöglichen und fördern. Auch im Bauwesen eröffnen Kunststoffe neue Möglichkeiten, die bisher nur unvollständig und oft falsch genutzt worden sind.

Herkömmliche Werk- und Baustoffe lassen sich verhältnismäßig einfach charakterisieren, indem sie auf einfache Ausgangsstoffe zurückführbar sind. Im Kunststoffsektor liegen die Verhältnisse wesentlich komplizierter, da das Ausgangsmaterial – das Kunstharz – bereits das Produkt einer sich über mehrere Fabrikationsstufen erstreckenden chemischen Synthese darstellt (Tabelle 1). Die Vor- und Nachteile dieser völlig verschiedenartigen Ausgangsbasis liegen auf der Hand: die weitgehend mögliche Lenkung der chemischen Reaktionen erlaubt eine große Variationsbreite in Art und Qualität der erzeugten Basisstoffe, lassen also eine spezifische Anpassung an die verschiedensten Anforderungen zu. Demgegenüber stehen die Rohstoffknappheit und die Kostenfrage als Hauptproblem, das teilweise auch heute noch recht enge Grenzen in bezug auf Wirtschaftlichkeit setzt.

Trotzdem steigen die Produktion und der Verbrauch von Kunststoffen rasch an. Allein in den Vereinigten Staaten von Amerika, die als Großverbraucher von Kunststoffen repräsentativ sind, wurde im Jahre 1962 eine totale Verbrauchsziffer von mehr als 3000000 t erreicht (Tabelle 2).

Vom Standpunkt der Wirtschaftlichkeit findet die Preisgestaltung großes Interesse. Mit wachsendem Verbrauch und der Entwicklung neuer Fabrikationsmethoden lassen sich die Kosten senken. Wiederum sind es die Thermoplaste, bei denen sich diese Entwicklung am deutlichsten abzeichnet.

Wie verteilen sich nun die Kunststoffe im Bauwesen? Auch hier stehen amerikanische Angaben für das Jahr 1961 zur Verfügung; sie dürften ebenfalls auf europäische Verhältnisse übertragbar sein (Tabelle 3).

Wichtige Eigenschaften von Kunststoffen

Viele Eigenschaften von Kunststoffen, die im Bausektor Verwendung gefunden haben, weichen stark von denjenigen der konventionellen Baustoffe ab. Hinzu kommt, daß die meisten Kunststoffe ständig verbessert werden, um sich spezifischen Anforderungen in hohem Maße anzupassen. Immerhin gibt es bei den Kunststoffen wie bei den konventionellen Werk- und Baustoffen materialbedingte Begrenzungen. Diese Begrenzungen sind seit Jahrzehnten bei den alten Werkstoffen genau bekannt, bei den Kunststoffen hingegen sind sie, wenigstens teilweise, heute noch unbekannt. Deshalb bedürfen Mischkonstruktionen oder -elemente mit Kunststoffen einer genauen Prüfung. Allein schon die erhebliche Wärmedehnung spielt eine wesentliche Rolle, wenn zum Beispiel Kunststoffteile in einem Metallrahmen keine oder nur beschränkte Möglichkeit zu freier Formveränderung haben und so beim Temperaturwechsel beträchtlichen Spannungen ausgesetzt sind.

So wenig, wie es herkömmliche Werkstoffe mit universellen Eigenschaften gibt, so wenig gibt es derartige Kunststoffe. Auch bei diesen gilt es, die Vorteile zu nutzen und die Schwächen nach Möglichkeit zu unterdrücken.

Bevor also ein neuer Kunststoff oder eine Mischkonstruktion mit Kunststoff zum praktischen Einsatz kommt, müssen die Eigenschaften im Hinblick auf die gestellten Anforderungen geprüft werden.

Im folgenden Abschnitt sollen die wesentlichen Eigenschaften der Kunststoffe beleuchtet und in Vergleich mit konventionellen Bau- und Werkstoffen gestellt werden.

Tabelle 1

Zusammenstellung der wichtigsten Rohstoffe und Kunstharze

Rohstoffe		Kunstharz	Gruppe	Chemische Basisreaktion in der Herstellung der Kunstharze
Phenol + Formaldehyd	Phenolharze	Phenoplast	D	Polykondensation
Harnstoff + Formaldehyd	Harnstoffharze	Aminoplast oder Harnstoffharz	D	Polykondensation
Melamin + Formaldehyd	Melaminharze	Aminoplast oder Melaminharz	D	Polykondensation
Alkohol + Phthalsäure oder Maleinsäureanhydrid	Ungesättigte Polyesterharze, gelöst in Styrol	Polyesterharze	D	Polymerisation
Äthylen	Epichlorhydrin und phenolische Verbindungen	Epoxyharze	D	Polymerisation
Azetylen + Formaldehyd + Blausäure	Diisozyanatglykol	Polyurethane	D	Polyaddition
Benzol + Äthylen	Styrol	Polystyrol	T	Polymerisation
Azetylen	Äthylen	Polyäthylen	T	Polymerisation
Azetylen	Vinylchlorid	PVC	T	Polymerisation
Azetylen	Akrylsäure, Metakrylsäureester, Akrylsäurenitril	Akrylglas	T	Polymerisation

D: Duroplaste T: Thermoplaste

Tabelle 2

Kunststoffverbrauch in den USA im Jahre 1962 (nach U.S. Tariff Commission)

Kunststoffe auf Basis von	t
Polyäthylen	883 000[1]
Polystyrol	552 000
PVC und Mischpolymerisaten	526 000
Phenoplasten	304 000
Alkydharzen	238 000
Harnstoff- und Melaminharzen	191 000
Kumaron- und Indenharzen	143 000
Polyester	93 000
Polyvinylazetat	79 000
Zellulosederivaten (Zelluloseazetat und -ester)	72 000
Polypropylen	47 000
Epoxyharzen	34 000
Silikon	3 000
verschiedenen Kunstharzen	209 000
	3 374 000

[1] Davon 154 000 t Niederdruckpolyäthylen.

Tabelle 3

Kunststoffe im amerikanischen Bauwesen im Jahre 1961 (nach Allied's Plastics)

Kunststoff	Verbrauch t
PVC	180 000
Alkydharze	135 000
Phenoplaste	115 000
Polyäthylen	100 000
Kumaronharz	88 000
Polystyrol	80 000
Harnstoff und Melaminharze	58 000
Polyester	14 000
Verschiedene	40 000
Total	810 000

Tabelle 4

Allgemeine technische Eigenschaften von glasfaserverstärkten Wellplatten aus Polyester (nach Scobalit AG)

Zugfestigkeit (Kurzzeit)	kg/cm²	1 500 bis 1 900
Druckfestigkeit (Kurzzeit)	kg/cm²	1 500 bis 1 900
Biegefestigkeit (Kurzzeit)	kg/cm²	2 200 bis 2 700
Schlagzähigkeit	kgcm/cm²	120 bis 140
E-Modul (Kurzzeit)	kg/cm²	80 000 bis 90 000
Spezifisches Gewicht	g/cm³	1,5 bis 1,6

Festigkeiten:

Festigkeitswerte von Kunststoffen variieren von «tief» bis zu «hoch» je nach Art des Harzes, der Füllstoffe und der verstärkenden Bedingungen, insbesondere der Temperatur. Werden die Zugfestigkeiten von verschiedenen Kunststoffen mit denjenigen von Metallen, Holz und Beton verglichen, so zeigt es sich, daß die verhältnismäßig weichen Kunststoffe, wie Polyäthylen, relativ schwach sind, wogegen sich die armierten und geschichteten Kunststoffe vorteilhaft mit den Metalllegierungen vergleichen lassen.
Die geformten Kunststoffe liegen hinsichtlich Festigkeiten ungefähr auf der Höhe von Holz und Beton. Die meisten Kunststoffe weisen höhere Biege- und noch höhere Druckfestigkeiten als Zugfestigkeiten auf. Alle Festigkeitseigenschaften werden stark von der Fabrikationsmethode beeinflußt.

Elastizitätsmodul:

Im Gegensatz zu metallischen Werkstoffen ist der Bereich des E-Moduls bei Kunststoffen sehr groß. Er variiert im Bereich von 1 : 10. Ganz allgemein liegt der E-Modul tiefer als bei Metall, Beton und sogar Holz, obschon beispielsweise Phenoplaste je nach Füllstoffen recht hohe Werte erreichen. Beschichtete Kunststoffe liegen bei starker Armierung mit Glasfasern naturgemäß günstiger, doch ist ihre Eigenfestigkeit immer noch geringer als diejenige von Aluminium. Die materialbedingte ungünstige Eigenfestigkeit der meisten Kunststoffe kann in manchen Fällen durch Ausbildung von Profilen mit hoher Eigenfestigkeit überbrückt werden. Als Beispiele seien Wellplatten, aber auch Sandwichplatten genannt. Mit dem geringen Raumgewicht und der guten Verformbarkeit lassen sich erstklassige Profile herstellen (Abbildung 1).

Kriecherscheinungen:

die bei Metallen erst bei höheren Temperaturen oder bei hohen Spannungswerten eine Rolle spielen, treten bei Kunststoffen bei lang andauernder Belastung schon bei Raumtemperaturen auf. Dadurch kommt die Zeitabhängigkeit der Festigkeitseigenschaften der Kunststoffe deutlich zum Ausdruck.

Wärmedehnung:

Vergleicht man die Wärmedehnung von Kunststoffen mit derjenigen der meisten konventionellen Baustoffe, so fallen deren hohe Werte auf. Darauf muß bei der Konstruktion Rücksicht genommen werden, besonders bei Mischkonstruktionen, wo Kunststoffe mit andern Materialien anstoßen.
Wenn die Kunststoffplatten unzweckmäßig eingespannt werden, so werfen sie sich auf, brechen oder reißen. Auch hier können durch geeignete Verformung, wie Riffelung oder Rippung, die Nachteile der Kunststoffe abgeschwächt werden. Der Neigung der belasteten Kunststoffe zum Kriechen und zum teilweisen Verlust der ursprünglichen Festigkeiten kann damit ebenfalls entgegengewirkt werden. Dies trifft besonders auf Thermoplaste bei hohen Temperaturen zu, die allgemein Kriecherscheinungen mehr ausgesetzt sind als Duroplaste. Kriecherscheinungen wirken sich nachteilig aus, wenn ihnen nicht begegnet werden kann; sie führen zum Durchhangen, Ausbauchen und Verziehen.

Wärmeleitfähigkeit:

Verglichen mit Metallen, sind alle Kunststoffe Wärmeisolatoren. Die Wärmeleitfähigkeit bewegt sich auf derselben Höhe wie bei Holz und Beton und hängt von der Natur des Kunstharzes und der Füllstoffe ab. Geschäumte Kunststoffe weisen gleich große Werte für Wärmeleitung wie andere Isolierstoffe auf, zum Beispiel Kork.

Temperaturbeständigkeit:

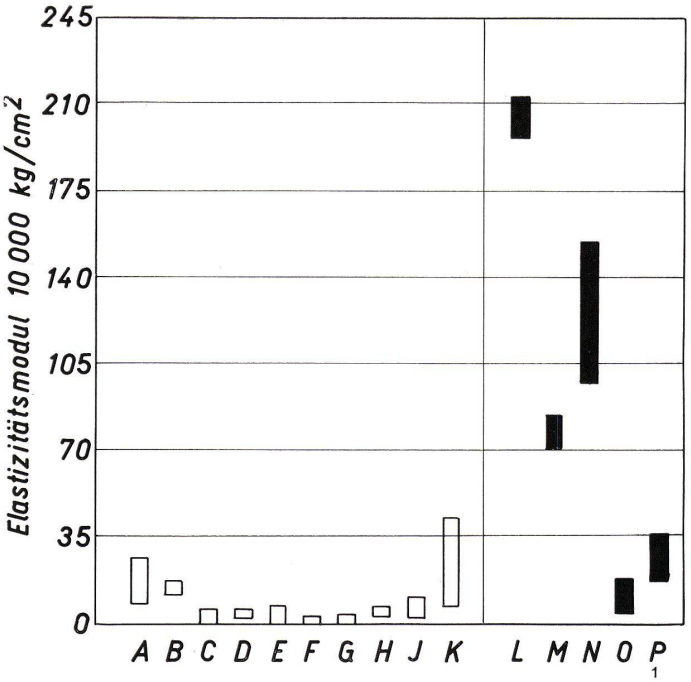
Die Beurteilung der Temperaturbeständigkeit ist schwierig. Die Maximaltemperaturen, bei denen ein Werkstoff noch gebrauchsfähig ist, hangen in hohem Maße vom Verwendungszweck ab. Sind die Kunststoffe nicht dauernd hohen Temperaturen ausgesetzt, so liegt die obere Temperatur höher; diese wird stark durch die Materialbeanspruchung beeinflußt, was besonders auf die Thermoplaste zutrifft. Bei großen Beanspruchungen und hohen Temperaturen können die Kriecheigenschaften – wie wir gesehen haben – sehr unangenehm in Erscheinung treten. In Form von Schutzfilmen (coatings) halten sie höchste Spitzentemperaturen.
Es gibt eine ganze Anzahl von Kunststoffen, deren Festigkeiten bei Temperaturen von 60 bis 80° C kaum abfallen. Andere dagegen weisen eine starke Abnahme der Festigkeiten bei Temperaturerhöhung auf. Allgemein nimmt mit steigender Temperatur die Festigkeit ab und die Verformbarkeit zu, während bei fallender Temperatur die umgekehrten Verhältnisse zutreffen. Überlagern sich Zeit und Temperatur, sind also Kunststoffe mechanisch beansprucht und Temperaturerhöhungen ausgesetzt, so ist die Abnahme der Festigkeiten bedeutend größer. Unter solchen Bedingungen können die Dauerfestigkeiten im Extremfalle nur mehr 10% der Kurzzeitfestigkeit ausmachen.

Schwinden:

Durch Substanzverlust hervorgerufen, muß auch ein Schwinden (Abb. 2), ferner ein Quellen oder Schrumpfen infolge Wasseraufnahme beziehungsweise -abgabe in Rechnung gestellt werden.

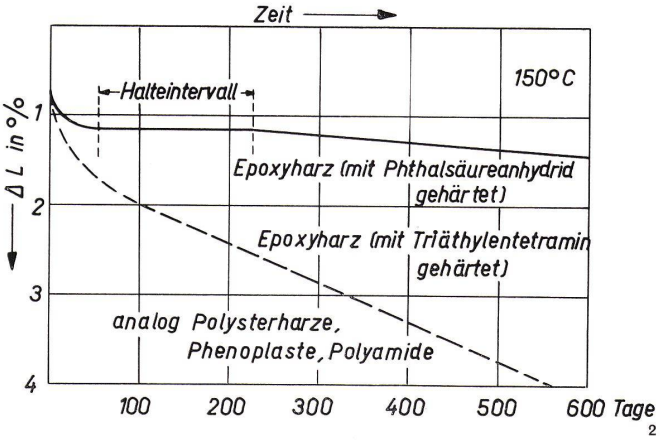
Dauerhaftigkeit:

Dauerversuche über manche Jahre sind bei den wenigsten Kunststoffen durchgeführt worden; Akrylglas ist eine Ausnahme, da es seit mehr als 20 Jahren für Verglasungen verwendet wird und deshalb als gründlich erprobt zu betrachten ist. Die Phenoplaste sind ebenfalls seit längerer Zeit im Innen- und Außenbau eingesetzt. Gegossene und beschichtete Platten, die seit über 20 Jahren ihren Dienst versehen, zeigen nicht mehr Verwitterungserscheinungen als Holz, Stein und Beton. Kunststoffe auf Vinyl- und Melaminharzbasis, denen man Pigmentstoffe zugefügt hat, um sie gegen Sonnenbestrahlung unempfindlich zu machen, haben nach zehn- bis fünfzehnjährigen Prüfversuchen befriedigt. Andere Kunststoffe sind noch nicht lange genug auf dem Markt, daß ihre Dauerhaftigkeit beurteilt werden könnte.



1

1
Elastizitätsmodul
Kunststoffe:
A auf Phenolharzbasis;
B auf Harnstoff- und Melaminharzbasis;
C auf Styrolbasis;
D auf Akrylharzbasis;
E auf Vinylchloridbasis;
F auf Äthylenbasis;
G auf Basis von fluorierten Kunststoffen;
H auf Nylonbasis;
I auf Silikonbasis;
K Schichtpreßstoffe und armierte Kunststoffe.
Vergleich mit:
L Eisen- und Stahllegierungen;
M Aluminiumlegierungen;
N Kupferlegierungen;
O Holz;
P Beton.



2

2
Schwindkurven an Kunststoffen mit und ohne Halteintervall (nach Eichenberger).

Leider gibt es keine beschleunigte Prüfmethode, nach welcher das Verhalten der verschiedenen Kunststoffe mit Sicherheit vorausgesagt werden kann. Die wechselvollen jahreszeitlichen Bedingungen können nicht in Laborversuchen reproduziert werden. Solche Tests helfen wohl mit, eine Grobklassierung vorzunehmen, doch über die endgültige Bewährung oder Nichtbewährung gibt nur der Dauerversuch Auskunft.

Allgemeine und spezielle Anwendungsgebiete

Neben den eingeführten Kunststoffen im Baufach [1] für Leitungs- und Kabelrohre, Platten und Plättli für Wände, Böden und Decken, Anstriche und Glasuren, Dekorplatten und Furnierplatten, Sandwich- und Laminierplatten, feuchtigkeitshemmende und isolierende Stoffe und anderes mehr haben Neuentwicklungen der letzten Jahre zu interessanten Werkstoffen geführt. Einige Beispiele mögen dies illustrieren:
– Hart-PVC-Platten haben ihre Eignung als Flach- und Wellplatten für Bedachungszwecke, Trennwände, Außenabdeckungen und Deckenplatten bewiesen und dürften interessante Möglichkeiten finden.
– Temperaturbeständige Kunststoffe auf PVC-, Polyäthylen- und Polypropylenbasis führen zu vielseitigen Rohrleitungen für die verschiedenen Medien.
– Vorfabrizierte Sandwichplatten für Außenanwendung, die in Leichtmetallrahmen eingesetzt werden, sind stark im Kommen. In den USA wird der Markt mit ungefähr 50000000 Quadratmetern beziffert.
– Schlagfeste Kunststoffe, vor allem Thermoplaste, konkurrenzieren Metall- und Porzellanspül- und -waschbecken, ferner -wannen jeder Art.
– Geschäumte Kunststoffe ergeben ausgezeichnete Isolatoren.
Das Hauptinteresse gilt den modernen Schalenbauten, die als reine

[1] Modern Plastics **39**, March, 88 (1962).

Kunststoff- oder als Mischkonstruktionen ausgebildet sind [2] und hier herausgegriffen werden sollen.
Die moderne Bautechnik bedient sich einer Vielzahl von Schalen, deren Formenreichtum praktisch unbeschränkt ist. Sie lassen sich im großen und ganzen unterteilen in Schalen mit einfach gekrümmt verlegten Platten und in doppelt gekrümmte Schalen, deren bekannteste die Domform darstellt. Die dabei am häufigsten verwendeten Kunststoffe, die glasfaserarmierten Polyesterharze, bilden das eigentliche Strukturelement mit tragenden Eigenschaften oder stellen eine der Hauptkomponenten in der Mischkonstruktion dar. Es liegt auf der Hand, daß an solche Konstruktionen hohe Anforderungen gestellt werden. Die armierten Kunststoffe erfüllen sie in hohem Maße.
Sie sind mit verhältnismäßig einfachen Formen leicht und vielseitig verformbar und weisen ein hohes Festigkeit-Gewicht-Verhältnis auf, was für den Bauingenieur ein wesentlicher Faktor ist. Die armierten Polyester gehören zu den leichtesten Baumaterialien, die Belastungen aushalten müssen. Sehr erwünscht ist ferner ihre Lichtdurchlässigkeit, die unter den Baustoffen zusammen mit PVC- und Akrylplatten einzig dasteht.
Neben diesen günstigen Eigenschaften für die Konstruktion von Schalen fallen aber auch materialbedingte Begrenzungen ins Gewicht. Dazu gehören in erster Linie die im Verhältnis zu Stahl und Aluminium geringe Eigenfestigkeit der armierten Kunststoffe, die hohen Kosten, die nichtige oder nur beschränkte Feuerfestigkeit und die noch wenig abgeklärte Dauerhaftigkeit.
Diese Nachteile haben zu den Mischkonstruktionen geführt, die Eigenschaften aufweisen, welche von einzelnen Kunststoffen allein bisher nicht erreicht worden sind.
An erster Stelle stehen die sogenannten Sandwichkonstruktionen, bestehend aus einem Kunststoffkern, der beidseitig von Außenplatten abgedeckt ist. Diese verleihen der Sandwichplatte die nötige Zug- und Druckfestigkeit, während die Mittelschicht – aus Kunststoffen in geschäumter Form oder als Wabenstruktur ausgebildet – sie scherfest macht. Die Dicke der Platte schließlich kann so gewählt werden, daß genügende Stabilität gegen Durchbiegung und Verkrümmung gewährleistet ist. Außen- und Mittelschicht bilden ein Ganzes, fest und unlösbar zusammengehalten von geeigneten Klebstoffen.
Eine beinahe als ideal zu bezeichnende Kombination bilden armierter Beton und armierte Kunststoffe, da von beiden vorwiegend die günstigen Eigenschaften in der Mischkonstruktion zur Auswirkung kommen. Eisenbeton ist stark, feuerbeständig und dauerhaft und läßt sich in verschiedenen Formen herstellen. Nachteilig wirken sich das hohe Gewicht, die Lichtundurchlässigkeit und der hohe Aufwand für Schalenformen aus. Auf der andern Seite bietet der armierte Kunststoff niedriges Gewicht, Lichtdurchlässigkeit und einfache Montage.
Die Kombination dieser beiden Baustoffe ist vielversprechend. Wenn Eisenbeton für den Hauptverband und armierte Kunststoffe für die Nebenverbände und Umkleidung eingesetzt werden, lassen sich das Gewicht der Konstruktion und die Kosten verringern und die Lichtdurchlässigkeit realisieren. Diese Vorteile nutzend, werden beispielsweise tragende Pfeiler in T-förmigen, hohlen Kunststoffträgern ausgeführt, die – gleichzeitig als permanente Verschalung dienend – mit Beton vollgepumpt werden. Über diesen Beton-Kunststoff-Pfeilern läßt sich die reine Kunststoffbedachung in Form von Lichtschalen anbringen.

Moderne Kunststoffelemente

Ausgewählte Baumaterialien aus Kunststoff

Die vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten von Kunststoffen erschweren die Übersicht und die systematische Gruppierung nach Verwendungszwecken. Einige der neueren Kunststoffelemente sind zudem erst von begrenztem praktischem Interesse, da ihnen die mehrjährige Bewährungsprobe fehlt. Anderseits gibt es Kunststoffe, die sich seit Jahren als unentbehrliche Werkstoffe auf dem Bausektor bewähren. Aus dieser Vielzahl soll deshalb eine Auslese getroffen werden, die folgende Kunststoffelemente umfaßt:
– Flach- und Wellplatten aus glasfaserverstärkten Polyesterkunststoffen und aus Hart-PVC.
– Schaumstoffe aus Polystyrol zur Bauisolierung und als Kern in Sandwichbauelementen.

Flach- und Wellplatten aus glasfaserverstärkten Polyesterkunststoffen

Die Kombination von Glasfasern mit Kunstharzen liefert einen Verbundwerkstoff, der mit Stahlbeton zu vergleichen ist, bei dem die Zugkräfte durch die Stahleinlagen übernommen werden. Als Kunstharz wird ein ungesättigtes Polyesterharz verwendet.
In das Harz werden als verstärkende und zugleich strukturgebende Gerüstesubstanz Glasfasern eingebettet, deren ausgezeichnete mechanische Festigkeiten die guten Eigenschaften dieses Schichtstoffes bewirken. Die zur Verwendung kommenden Glasfäden besitzen eine Dicke von 7 bis 9 Mikron. Die Glasseidenmatten bestehen aus übereinandergeschichteten Glasfaserbündeln von etwa 5 cm Länge, die durch einen Binder miteinander verbunden sind. Bei Verwendung von Glasseidengeweben werden besonders hohe mechanische Festigkeiten erreicht.
Die als Verstärkung dienenden Glasfasern besitzen eine außerordentlich hohe Zugfestigkeit, die den besten Federstahl übertrifft. Auch bei Glasseidenmatten und -geweben sind Zugfestigkeiten bis zu 10000 kg/cm² zu verzeichnen. Bei den Kombinationen von Glasfasern und Polyester ist jedoch außer der Zugfestigkeit der Fasern deren Dehnungsvermögen von Bedeutung. Glasfasern sind fast vollkommen elastisch, das heißt, die Einzelfäden dehnen sich elastisch bis zum Bruch. Während Metalle bei Belastung über den elastischen Bereich hinaus Deformationen erleiden, erfahren glasfaserarmierte Kunststoffplatten bis kurz vor dem Bruch keine bleibende Formveränderung. Der niedrige Elastizitätsmodul bewirkt allerdings eine verhältnismäßig hohe, vorübergehende Durchbiegung unter der Last, wobei aber nach der Entlastung die ursprüngliche Form wieder eintritt. Im Gegensatz zu Metallen fällt die Streckgrenze praktisch mit der Bruchlast zusammen, so daß die Spannungs-Dehnungs-Charakteristik bis zum Bruch dem Hookschen Gesetz entspricht (Tabelle 4).
Für die Festigkeit des Verbundstoffes ist allein die Höhe des Glasgehaltes maßgebend und wächst mit diesem linear bis zu einem bestimmten Optimum an. Bei Überschreitung dieser optimalen Grenze, die je nach Art der Glasfaserarmierung bei 50 bis 70% liegt, fällt die Festigkeit wieder ab. Diese Abhängigkeit der Festigkeit vom Glasgehalt macht deutlich, daß man bei der Herstellung möglichst viele Glasfasern in das Harz einbettet, um die größtmögliche Festigkeit zu erzielen. Es kann also keineswegs die Dicke einer Platte oder eines Formteils für deren Festigkeit maßgebend sein, sondern allein der Glasfaseranteil. Auch ergibt sich aus diesen Überlegungen, daß die Dicke des Glasfaserlaminates aus wirtschaftlichen Gründen nur wenige Millimeter betragen kann.

Die Glasfasern sind durchscheinend, unbrennbar und wegen ihrer alkalifreien Beschaffenheit unempfindlich gegen Einfluß von Witterung und Korrosion. Die schalldämpfende Eigenschaft bewirkt außerdem, daß die glasfaserarmierten Kunststoffe nicht dröhnen.

Je nach Harztyp, Glasanteil und Verstärkungsform lassen sich spezifische Eigenschaften verbessern. So können beispielsweise Flachplatten mit verschiedenen mechanischen Eigenschaften fabriziert werden.
Das wichtigste Gütezeichen für die mechanischen Eigenschaften von Glasfaserkunststoffen bildet der Glasfaseranteil. Diesem kommt dieselbe Bedeutung zu wie dem Armierungsanteil bei Stahlbeton. Druck-, Biege- und Zugfestigkeiten steigen linear mit dem Glasgehalt bis zu einem bestimmten Optimum an. Bei serienmäßig im Preßverfahren hergestellten Flachplatten werden verschiedene Typen mit Biegefestigkeiten zwischen 800 und 2600 kg/cm² und Plattendicken von 1,0 bis 3,6 mm angefertigt. Darüber hinaus werden auch noch dickere Platten und Platten mit Glasgewebeeinlagen erzeugt, deren Biegefestigkeit bei 60% Gewebeanteil maximal etwa 3300 kg/cm² beträgt und damit der Festigkeit eines Baustahls nahezu gleichkommt.
Diese hohen Festigkeiten bei geringem Gewicht – rund 20% von Stahl – bestimmen in Verbindung mit der Korrosionsbeständigkeit den wirtschaftlichen Einsatz für verschiedene Zwecke. Mit zunehmendem Glasgehalt nimmt auch die Schlagfestigkeit zu. Diese Eigenschaft in Verbindung mit der hohen Elastizität ist bestimmend für die Verwendung von hohen Turnhallefenstern, die er-

[2] G. H. Dietz, Modern Plastics **39**, March, 91 (1962).

Tabelle 5

Eigenschaften von Hart-PVC-Platten (nach Linoleum-AG)

Beständigkeit	Temperaturbeständig bis 70°C, wetterbeständig, gute Chemikalienbeständigkeit
Lichtdurchlässigkeit	70 bis 75% für Farblos und Gelb und etwa 50% für Blau, Grün und Rot
Wärmeisolation	Wärmeleitzahl 0,13 kcal/mh°C, spezifisch gut, jedoch kondensanfällig
Wärmedehnung	0,05 bis 0,07 mm/m°C im praktisch wichtigen Temperaturbereich. Bei starken Temperaturschwankungen ziemlich ausgeprägte Schwindung beziehungsweise Ausdehnung. Durch vergrößerte Schraubenlöcher lassen sich Dilatationen bis zu einem gewissen Grad aufnehmen.
Tragfähigkeit	250 bis 350 kg/m² ohne bleibende Verformung bei engem Pfettenabstand (rund 850 mm) und einer Plattenstärke von 1,5 mm
Gewicht	Etwa 2 kg/m²
E-Modul	Etwa 30 000 kg/cm² bei 20°C
Wasseraufnahme	Praktisch keine
Brennbarkeit	Schwer brennbar

Tabelle 6

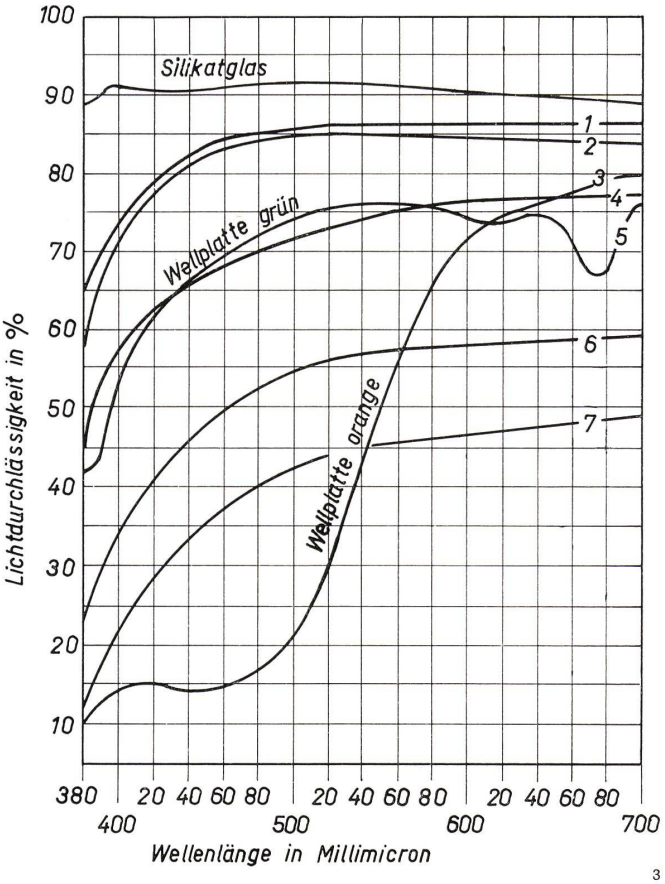
Eigenschaften eines Polystyrolschaumstoffes mit einem Raumgewicht von 15 bis 25 kg/m³ (nach BASF)

Druckspannung	kg/cm²	0,9 bis 1,3
Biegefestigkeit	kg/cm²	3,0 bis 4,5
Scherfestigkeit	kg/cm²	24 bis 30
Wärmestandfestigkeit	°C	70 bis 80
Wasseraufnahme im Untertauchverfahren		
nach 7 Tagen	Vol.– %	0,4 bis 0,8
nach 1 Jahr		2 bis 4
Wärmeleitzahl, Meßwert bei 10°C	kcal.mh°C	0,028
Verhalten gegen Wasser		beständig
Salzsäure 10 bis 36prozentig		beständig
Natronlauge 20 bis 40prozentig		beständig
Ammoniakwasser 12 bis 25prozentig		beständig
Äthylalkohol		beständig
Benzin		unbeständig
Benzol		unbeständig

Tabelle 7

Wärmetechnische Kennzahlen von Baustoffen (nach BASF)

Baustoff	Raumgewicht kg/m³	Wärmeleitzahl bei 20°C kcal/mh°C	Spezifische Wärme kcal/kg°C
Baumetalle	2700 bis 7900	25 bis 170	0,05 bis 0,2
Schwerbeton	2000 bis 2400	13 bis 16	0,25
Ziegelmauerwerk, Verputz	1600 bis 1900	0,6 bis 7,0	0,22
Kunststoffe	1000 bis 1500	0,1 bis 0,3	0,3 bis 0,4
Kunststoffschäume	15 bis 60	0,025 bis 0,04	0,2



3

heblichen Beanspruchungen durch Ballwürfe und anderes ausgesetzt sind. Schließlich sind auch die Stoßfestigkeit und die geräusch- und vibrationsdämpfende Wirkung von glasarmierten Polyesterplatten für manche technische Einsatzgebiete bedeutungsvoll.

Bei diesen durch den Glasfaseranteil modifizierten Plattenarten nimmt bei gleicher Glasmattenverstärkung mit abnehmender Plattendicke die Festigkeit zu und das Gewicht ab. In Abhängigkeit vom Plattentyp lassen sich Flachplatten gekrümmt mit Biegeradien verlegen, die von 150 mm bis zu 700 mm reichen.

Die eingebetteten Glasfasermatten rufen eine außerordentlich günstige Lichtstreuung hervor und bewirken damit diffuses Licht. Hierdurch wird eine gleichmäßige Raumausleuchtung erzielt und die Kontrastwirkung von Licht und Schatten aufgehoben.

In Abbildung 3 ist die Lichtdurchlässigkeit verschiedener Polyesterplattentypen im gesamten Wellenbereich der sichtbaren Lichtstrahlen von 380 bis 700 mμ dargestellt. Während nun bei Silikatglas die Lichtdurchlässigkeit gleichbleibend bei etwa 90% liegt, wird bei Polyesterplatten aller Typen der Strahlendurchgang im nicht sichtbaren Wellenbereich unter 300 mμ praktisch vollkommen unterbunden und im Bereich von 380 bis etwa 420 mμ (Violettstrahlen des Spektrums) weitgehend abgeschirmt. Charakteristisch im Vergleich zu Glas ist also das Zurückhalten der kurzwelligen Lichtstrahlen. Bereits im Bereich der blauen Spektrumfarben (430 bis 485 mμ) nähert sich der Lichtdurchgang seinem optimalen Wert. Im anschließenden Wellenbereich der grünen, gelben, orangefarbenen und roten Spektralfarben besitzt jeder Plattentyp für sich einen ziemlich gleichbleibenden Lichtdurchgang.

Die höchste Lichtdurchlässigkeit weisen die schwach armierten Typen mit etwa 85% auf zwei Drittel des gesamten Wellenbereiches auf. Mit zunehmender Glasverstärkung nimmt die Lichtdurchlässigkeit ab und beträgt nur mehr etwa 58%. Interessant ist auch der Einfluß einer Einfärbung der Platten auf die Durchlässigkeit bestimmter Bereiche des Farbenspektrums. So werden durch eine orangefarbene oder rote Einfärbung die niederwelligen sichtbaren Lichtstrahlen noch über den Bereich der blauen Spektralfarben hinaus weitgehend gedämpft, während durch eine grüne und insbesondere blaue Einfärbung der Durchgang von Infrarotstrahlen vermindert wird.

Einfärbungen erfolgen mit geeigneten organischen und anorganischen Pigmenten. Diese zeichnen sich durch hohe Licht-, Wetter- und Hitzebeständigkeit aus. Die Licht- und Wetterechtheit ist von der Farbstoffkonzentration abhängig. Nachdem für transparente Einfärbungen die Farbmenge nur wenige Promille beträgt, ist hierfür die Lichtechtheit nicht so groß wie bei deckenden Einfärbungen mit höherem Pigmentanteil und Füllstoffzusatz. Nachdem heute praktisch nur mehr lichtstabilisierte Polyester verwendet werden, die einen hochwertigen UV-Absorber enthalten, darf mit einer guten Lichtechtheit gerechnet werden.

Das geringe Gewicht von 1,8 bis 2 kg/m² für Wellplatten kann bei der statischen Berechnung der Tragkonstruktion außer Betracht gelassen werden, so daß nur die Nutzlast einzusetzen ist. Damit ergeben sich geringere Dimensionen, und das ganze Bauwerk läßt sich wirtschaftlicher gestalten. Zum Vergleich mit den Eigengewichten anderer Dacheindeckungen: Wellplatten sind um ein Fünftel leichter als Dachpappe und um ein Fünfzehntel leichter als Drahtglas (Abb. 4).

Bei der Eindeckung von großen Flächen bieten Wellbahnen Vorteile, da sie ohne Querüberlappung durch einfaches Abrollen verlegt werden können. Aus wirtschaftlichen Gründen ist es zweckmäßig, hierbei die Pfettenabstände nach den Standardabmessungen der Wellbahnen zu wählen.

Neuere Entwicklungen haben auch auf dem Gebiete der glasfaserarmierten Polyesterkunststoffe zu interessanten Sandwichkonstruktionen geführt. Im statischen Aufbau unterscheiden sich diese grundsätzlich von Normalplatten mit beschränkter Tragfähigkeit, die verhältnismäßig enge Tragkonstruktionen erfordern. Das nach der Sandwichbauweise konstruierte Bauelement besteht aus zwei Polyesterdeckschichten und einer dazwischenliegenden Mittellage.

Die Sandwichplatten für Außenverwendung weisen Raster aus Fiberglas auf. Dort, wo sie großen Beanspruchungen, wie Schneelasten, Winddruck usw., ausgesetzt sind, werden quadratische und rechteckige Rasterformen mit gerade durchlaufenden Rastern gewählt, während bei weniger belasteten Platten mehr dekorative Fiberglasraster in Ring- oder Wabenform bevorzugt werden (Abb. 5). Die Umfassungsrahmen bestehen ebenfalls aus Fiberglas oder allenfalls aus Hartfaser.

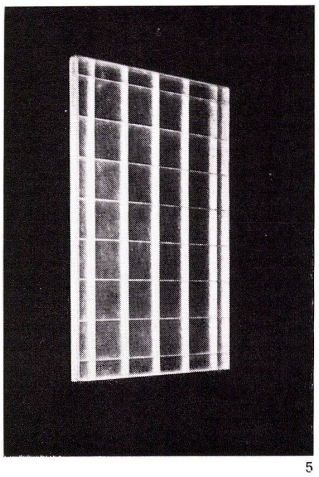
Ein anderer Plattentyp bedient sich einer Aluminiumgitterkonstruktion, die beidseitig mit glasfaserarmierten Polyesterschichten verklebt ist. Solche Lichtplatten werden mit Aluminiumprofilen untereinander verbunden. Sandwichlichtplatten haben verschiedene Vorzüge, wie zum Beispiel hohe Lichtdurchlässigkeit, ohne zu blenden; einfache und schnelle Montage als Fertigbauelement; geringes Gewicht (etwa 7 kg/m²), Bruchsicherheit und dekorative Wirkung.

Flach- und Wellplatten aus Hart-PVC

Die technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten, die sich den Kunststoffrohren auf PVC-Basis bieten – sei es für Ablauf- und Druckrohre, für die Verlegung von elektrischen Leitungen, für Rohrleitungen in der chemischen Industrie oder für Pipelines – sind heute weitgehend bekannt.

Neueren Datums sind profilierte Hart-PVC-Platten, die für die Verkleidung von Außenfassaden verwendet werden, ferner für ganze Überdachungen (Sheddächer), Vordächer und als Lichtwände. Die Parallele zum Einsatz von glasfaserarmierten Polyesterplatten ist offensichtlich, daher sollen die Eigenschaften näher untersucht werden.

Zur Herstellung werden dem Rohstoff Polyvinylchlorid Stabilisatoren und Farbstoffe beigemengt. In einem Trockenmischer entsteht dann ein gleichmäßiges Mischgut in Pulverform, das hernach durch Doppelschneckenpressen in zwei Malen extrudiert wird. Im ersten Extruder fällt das für die Weiterverarbeitung notwendige Granulat durch eine Lochscheibe an; dieses wird in der zweiten Schneckenpresse bei hoher Temperatur nochmals geliert und durch eine Ringschlitzdüse extrudiert. Das austretende Rohr wird geschlitzt, zu einer flachen Platte ausgebreitet und aufgerollt. Die in Rollen gelagerten flachen Bahnen werden durch eine Profiliermaschine gezogen; die Verformung erfolgt bei kontrollierter Temperatur, die eine



5

3
Lichtdurchlässigkeit verschiedener Polyesterplatten, Well- und Flachplatten (Lamilux, Strunz):
schwach bewehrte Platten: Nr. 1 bis 5
mittel bewehrte Platten: Nr. 6
stark bewehrte Platten: Nr. 7

4
Überdachung mit transparenten Polyesterwellplatten (Palatal, Filon AG)

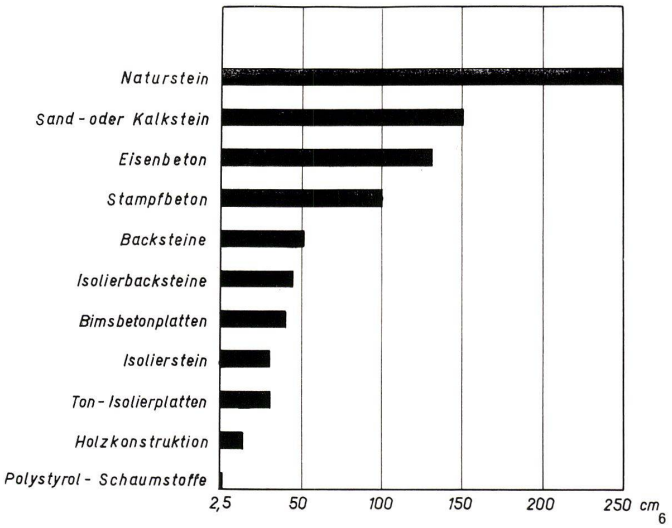
5
Lichtplatte aus glasfaserarmiertem Polyester mit Fiberglasraster in Ringform für Außenanwendung (Wasi, FFA).

Wärmestandfestigkeit der Wellplatte bis zu etwa 70°C ergibt.
Typische Eigenschaften von reinen Hart-PVC-Platten sind in Tabelle 5 festgehalten.
Im Vergleich zu der armierten Polyesterplatte fällt die verhältnismäßig niedrige Tragfähigkeit der PVC-Wellplatte auf. Dies rührt davon her, daß deren Glasfaserarmierung bisher noch auf Schwierigkeiten gestoßen ist. Eine armierte Polyesterplatte von 1 mm Stärke trägt bis zu 300 kg/m² bei einem Pfettenabstand von 1250 mm, wogegen die Härt-PVC-Platte von fast doppelter Stärke und einem wesentlich kleineren Pfettenabstand von 850 mm ebenfalls nur etwa 300 kg/m² trägt. Da von der Hart-PVC-Platte noch keine Dauerbewährung vorliegt, sind Vorbehalte hinsichtlich Bruchfestigkeit und Schlagzähigkeit bei größeren Temperaturschwankungen zu machen. Dasselbe trifft auch auf die Bewitterung dieser Platten zu, obschon neue UV-Stabilisatoren vielversprechend sind.
Aus dieser kurzen vergleichenden Betrachtung dürfen nicht endgültige Schlüsse gezogen werden. Wie für jeden neuen Kunststoffzweig ist einzig wegen der fehlenden Dauerwerte von Hart-PVC-Platten eine gewisse Vorsicht am Platz. Für die Zukunft müssen aber deren günstige Rohstoffpreise und die einfacheren Verarbeitungsmöglichkeiten mit in Betracht gezogen werden. Preislich liegen Hart-PVC-Platten heute bis zu 20% günstiger als die entsprechenden Polyesterplatten. Künftige Modifikationen – insbesondere durch verbesserte Glasfaserarmierung – dürfen der Hart-PVC-Platte große Einsatzmöglichkeiten gewähren.

Schaumstoffe aus Polystyrol zur Isolierung und als Kern in Sandwichbauelementen

Erst vor knapp 12 Jahren wurde ein Verfahren entwickelt, Polystyrol blähfähig zu machen und damit einen harten und zähen Schaumstoff zu erzeugen. Seither hat sich eine gewaltige Entwicklung angebahnt, und die Polystyrolschaumstoffe dürfen heute als unentbehrliche Dämmstoffe im Bauwesen angesprochen werden.
Der Rohstoff Polystyrol läßt sich in einer oder mehreren Stufen aufschäumen. Dies führt zu Schaumstoffen mit verschieden hohen Raumgewichten – 15 bis 20 kg/m³, 20 bis 25 kg/m³, 25 bis 30 kg/m³ –, welche 3 bis 6 Millionen geschlossene Einzelzellen pro Liter enthalten und zu 97 bis 98% aus Luft bestehen. Allein schon diese Angaben erklären das ausgezeichnete Isoliervermögen dieses Schaumstoffes (Abb. 6).
Tabelle 6 vermittelt die wichtigsten Eigenschaften eines Polystyrolschaumstoffes.
Diese Eigenschaften werden in Trittschalldämmschichten, Flachdachisolationen, Akustikplatten, Sichtplatten, als Wand und Deckenisolierschicht und anderem verwertet.
Am zweckmäßigsten wird das Material in Form von Schaumstoffplatten eingesetzt, die bei Wänden an der Außen- oder Innenfläche verlegt werden können, indem man sie unter Verwendung spezieller Bauklebstoffe zur Erhöhung der Haftfestigkeit anklebt oder auch annagelt. Da sich das infolge seines geringen Raumgewichtes von meist 15 bis 20 kg/m³ leicht zu handhabende Material auch ohne Schwierigkeiten mit der Säge bearbeiten läßt, kann es an Ort und Stelle den lokalen Gegebenheiten genau angepaßt und jederzeit leicht und sauber verlegt werden. Zudem hat der Aufbau des Polystyrolschaumstoffes aus in sich geschlossenen Mikrozellen den Vorteil, auch verhältnismäßig starker Druck- und Stoßbeanspruchung gewachsen zu sein, denn die in den Zellen eingeschlossene Luft wird dabei komprimiert und bewirkt eine elastische Rückfederung. Platten aus Polystyrolschaumstoff sind daher mechanisch weniger empfindlich als Isolierstoffe, die leicht zerfasern und auseinanderfallen können.
Wesentlich für die Auswahl eines Isolierstoffes ist sein Verhalten gegenüber vorhandener oder entstehender Feuchtigkeit, weil davon in hohem Maße der Wärmeschutz, die Lebensdauer der Bauteile und die gesundheitlichen Raumbedingungen abhängen (Abb. 7). Durch den hohen Diffusionswiderstand und die fehlende kapillare Wasseraufnahme sind die Polystyrolschaumstoffe für die Anwendung im Bauwesen gut geeignet, weil diese Eigenschaften der Feuchtigkeitsanreicherung entgegenwirken. Praktisch nehmen solche Schaumstoffisolierungen aus in ruhender oder durchströmender Luft keine Feuchtigkeit auf, so daß nach dem Einbau

6
Notwendige Materialdicke für gleiche Wärmedämmung bei verschiedenen Baustoffen (BASF)



6

7

7
Zwischenschichtisolierung in einem Fertigbauhaus mit Schaumstoffplatten (Styropor, BASF)

in Wänden, Decken oder Dachausbauten nicht mit einer Verminderung der Isolierfähigkeit zu rechnen ist.
Obwohl diese Schaumstoffe bei sehr niedrigem Eigengewicht eine meist bedeutend höhere Diffusionsdichte als andere Materialien aufweisen, darf man sie in der Praxis nicht als Dampfsperre auffassen.
Der lamellenartige Aufbau des Hartschaumstoffes aus Polystyrol erfordert eine gewisse Rücksicht auf die thermoplastischen Eigenschaften dieses Kunststoffes. Es muß dafür gesorgt sein, daß die obere Temperaturgrenze von 70 bis 75°C bei Sonneneinstrahlung nicht überschritten wird. Das kann bei völliger Windstille unter Pappdächern gelegentlich durchaus der Fall sein. So hat man bei senkrechter Bestrahlung kurzzeitig Höchsttemperaturen gemessen, die 67°C über Lufttemperatur lagen. Beim Flachdach wurden 56°C, beim schrägen Süddach 62°C und beim schrägen Ost- oder Westdach 55°C über Lufttemperatur gemessen. Bei normaler Luftbewegung sind die Werte nur halb so hoch. Da die Wärmeabsorption stark von der Farbe der Oberfläche abhängig ist, sollte man bei Verwendung von Polystyrolschaumstoffen auf eine Beschichtung mit dunkler Pappe verzichten. Geeignet sind in solchen Fällen Konstruktionen mit Außenschichten aus bekiester oder gesandeter Dachpappe.
In neuerer Zeit gewinnt die Verwendung von Polystyrolschaumplatten in Fertigbauelementen als Zwischenlagen an Bedeutung. Damit lassen sich sehr vielseitige Sandwichplatten herstellen, wobei die verhältnismäßig guten mechanischen Eigenschaften des Schaumstoffes günstig zum Ausdruck kommen.
Mit der Entwicklung der Fertigbauteile kommen Polystyrolschaumplatten sowohl in Verbindung mit konventionellen Baustoffen als auch mit kunststoffbeschichteten Bauelementen zum Einsatz [3]. Bei jenen bilden die Schaumstoffe die Innenschicht von großflächigen Bauteilen, deren Außenteile aus Schwerbeton, armiertem Leichtbeton oder Schaumbeton bestehen. Die Bauelemente sind selbsttragend und dienen als Außen-, Innen- und Deckenbauteile zur Errichtung ein- oder mehrstöckiger Gebäude. Die Schaumstoffschicht ist 20 bis 50 mm stark und hat somit einen Wärmedurchlaßwiderstand von 0,571 bis 1,428 kcal/m²h°C, so daß die Mindestwärmedämmung der Bauteile mit Sicherheit eingehalten und oft erheblich überschritten werden kann [3]. Zur Errichtung leichterer Bauten und zur Montage von Innenbauteilen werden Elemente verwendet, die eine Zement-, Kalk- oder Gipsmörtelbeschichtung haben oder die mit Aluminiumplatten, Furnieren, Sperrholz (besonders in den USA angewendet), Schaumbeton oder Asbestzementplatten beschichtet sind. Diese Bauteile eignen sich besonders zur Ausführung von Sandwichkonstruktionen und zur Fassadenverblendung.
An Fertigbauelemente zur Ausbildung von Außenwänden werden – wie wir bereits gesehen haben – große Anforderungen in bezug auf Wetter- und Farbbeständigkeit [3] gestellt. Dem Aufbau von großformatigen Platten mit Kunststoffbeschichtung sind wegen der ungenügenden Eigenfestigkeit und des hohen Preises Grenzen gesetzt. Die Abmessungen der Platten müssen deshalb so gehalten werden, daß das gesamte Element nur in Verbindung mit einer tragenden Konstruktion verwendbar ist. So dienen diese Sandwichplatten mit Schaumstoffen zur Bildung der Wandung von Gerüstbauten, in denen vornehmlich Stahl und Eisenbeton als tragende Konstruktion in Betracht kommt. Bewährte Platten nach der Verbundkonstruktion weisen eine Polystyrolschaumstoffschicht von hohem Raumgewicht (30 bis 40 kg/m³) von 30 bis 40 mm Stärke auf, die ein- oder beidseitig mit Polyesterplatten von 1 bis 3 mm Dicke verklebt sind. Vom bautechnischen Standpunkt ergeben sich daraus folgende Vorteile [4]:
- Hoher Isolierwert, geringes Gewicht (Tabelle 7), geringer Querschnitt.
- Einfacher Einbau, schnelle Montage ohne Außengerüst zu jeder Jahreszeit.
- Ersparnis durch Verminderung der Querschnitte tragender Konstruktionen.
- Fortfall der Unterhaltskosten.
- Zuwachs an Nutzungsfläche.

[3] F. Statny und K. Köhling, Das Baugewerbe **11**, 541 (1960).
[4] Otto Wolff GmbH, Druckschrift, Düsseldorf-Ratingen.

Einloch-Waschtischbatterie Nr. 3073

Waschtischbatterie Nr. 3071

Waschtischbatterie Nr. 3076

Eingedenk der Tatsache, daß die formschöne Armatur ein wesentliches Element moderner Wohnkultur darstellt, hat KWC eine Reihe neuer Waschtischarmaturen entwickelt, die dank ihrer zeitlosen Eleganz und ihrem qualitativen Niveau Spitzenprodukte repräsentieren. Modernes Formempfinden und traditionelles Streben nach überragender Qualität waren die Leitmotive bei der Entwicklung dieser neuen Armaturentypen.

KWC

Aktiengesellschaft
Karrer, Weber & Cie., Unterkulm b/Aarau
Armaturenfabrik - Metallgiesserei
Telephon 064/38144

Die bisher erstellten Großbauten zeichnen sich durch moderne Wirkung aus. Als Anwendungsgebiet kommt besonders der Bau von Hochhäusern im Verwaltungs- und Wohnungsbau, Schulen, Warenhäuser, Hotels usw. in Betracht.
Während die Anwendung der flachen Verbundplatten aus Kunststoffen für die Skelettbauweise bereits eingeführt ist, steht die Ausarbeitung von selbsttragenden Verbundelementen aus Schaumstoffen mit Kunststoffauflage erst im Anfangsstadium. Es ist einleuchtend, daß man zum Aufbau von Kleinhäusern auch Bauelemente von geringerem Gewicht verwenden kann, weil diese statisch wesentlich weniger beansprucht werden, so daß man weitgehend auf Trägergerüste verzichten könnte. Es scheint jedoch notwendig, die Gestalt dieser Verbundplatten so zu wählen, daß die auftretenden statischen Kräfte über weite Flächen verteilt werden. Hierfür dürften vieleckige und gewölbte Bauelemente vorteilhaft sein, besonders wenn die Steifigkeit durch starre Einlagen, zum Beispiel in der Schaumstoffschicht, erhöht wird.

Zukunftsaussicht für Baustoffe auf Kunstharzbasis

Die Entwicklung billiger Kunststoffe hängt mehr und mehr vom Erfolg der Rohstoffrecherche ab. Eine für diesen Zweck noch wenig erschlossene Rohstoffquelle bildet der Schwefel, ein überaus weit verbreitetes Element. Bereits liegen interessante Versuchsergebnisse vor, die bei der Reaktion von Schwefeldioxyd mit Äthylen erzielt worden sind. Andere Versuche, die noch nicht abgeschlossen sind, gehen in Richtung der Verwertung von ungesättigten Abfallprodukten der Petroleumindustrie.
Solange die Kunststoffindustrie von Kohle und Erdöl abhängig ist, kann die Rohstoffversorgung auf lange Sicht nicht befriedigen. Man versucht daher, auch landwirtschaftliche Nebenprodukte für die Kunstharzfabrikation nutzbar zu machen.
Für viele Anwendungszwecke befriedigen heute die glasfaserarmierten Kunststoffe im Bauwesen hundertprozentig. Für die Dauerverwendung bei höheren Temperaturen zeigen sie teilweise noch die Tendenz, von ihren mechanischen Eigenschaften zu verlieren. Eine andere Eigenschaft, die allgemein noch ungenügend entwickelt ist, ist die Wetterbeständigkeit. Verstärkte Polyesterplatten und vor allem Hart-PVC-Platten zeigen bei intensiver Einwirkung von Sonne und Regen mehr oder minder deutliche Verwitterungserscheinungen. Gewisse Platten tendieren an der Oberfläche zu Zerfallserscheinungen, so daß die Glasarmierung nahe an der Oberfläche der Witterung direkt ausgesetzt ist. Es sind in dieser Hinsicht schon beachtliche Verbesserungen erzielt worden – man denke etwa an den Einsatz von UV-Absorptionsmitteln –, doch ist das Problem noch nicht ganz gelöst und wird deshalb weiterhin intensiv bearbeitet. Vielfach ungenügend ist für Bauplatten ferner die Farbbeständigkeit. Farben von Kunststoffaußenverkleidungen verblassen relativ rasch und verlieren ihren Glanz. Hier handelt es sich in erster Linie um ein Pigmentproblem.

Die breitere Verwendung von Kunststoffen, insbesondere von glasfaserarmierten Kunststoffen, als tragende Bauelemente scheitert zum Teil na den ungenügenden Kenntnissen von deren bautechnischen Eigenschaften. Immer noch fehlen zahlreiche theoretische und experimentelle Daten, die allein eine eigentliche Wissenschaft für den Bau mit armierten Kunststoffen begründen könnten [5]. Die Beschaffung dieser notwendigen Daten – insbesondere der Dauereigenschaften – bildet die Voraussetzung für weitere Entwicklungen auf dem Gebiet dieser interessanten, neuen Bauelemente. Auch für die Schaffung angepaßter Bauvorschriften sind vollständige technische Unterlagen unentbehrlich.
Die Zukunft der Kunststoffe in der Bauindustrie abzuschätzen ist schwerer denn je. Einerseits sind die Möglichkeiten der Chemie und Technologie der Hochpolymere noch lange nicht ausgeschöpft, und es ist mit Bestimmtheit anzunehmen, daß Kunststoffe neben den konventionellen Baustoffen von stets wachsender Bedeutung sein werden. Anderseits können Kunststoffe trotz ihrer Vielseitigkeit nicht alle Lücken qualitativ und quantitativ schließen, die mit den herkömmlichen Baustoffen bestehen. Mit Sicherheit kann vorausgesagt werden, daß sich die Spezialisierung auf dem Kunststoffgebiet vertiefen wird. Die rasche Entwicklung der Thermoplaste einerseits und der glasfaserverstärkten Polyester anderseits zeichnet sich heute schon deutlich ab.
Das größte Hindernis für die Entwicklung der Kunststoffverwendung im Bauwesen ist auch heute noch der hohe Preis. Kunststoffe sind im Vergleich zu den als Massenprodukten erzeugten herkömmlichen Baustoffen teuer, und deren Einsatz läßt sich nur dann rechtfertigen, wenn die Verarbeitung einfacher, die Eigenschaften überlegen und die Rohstoffkosten nur einen Bruchteil der Gestehungskosten des Fertigproduktes ausmachen.
Weit in die Zukunft weisen die Versuche, Bauten ganz aus Kunststoffen zu erstellen, wie etwa das «All-Plastics-House» der Monsanto Chemical Co. Bei diesem interessanten Bau, der in der Literatur eingehend beschrieben worden ist [6], sieht man deutlich, welche Teile von den Kunststoffen souverän beherrscht werden und welche Bauteile mit Kunststoffen nicht werkstoffgerecht gebaut sind. Heute liegen zudem gewisse Erfahrungen über die Dauerhaftigkeit vor – das Monsanto-Haus stammt aus dem Jahre 1957 –, die mit wenigen Ausnahmen günstig lauten. Die Sandwichkonstruktion, bestehend aus einem Polyurethanschaumkern, der von glasfaserverstärkten Polyesterplatten abgedeckt ist, hält sich trotz den gewagten, sphärisch gekrümmten Sandwichelementen ausgezeichnet. Die Durchbiegung der größten Konstruktionsteile betrug bisher nur 0,1 cm pro Jahr und dürfte in Zukunft noch kleiner sein. Auch die vier glasfaserarmierten Träger aus Epoxyharz, auf dem die Konstruktion ruht, sind strukturell gesund. Einzig die Farbbeständigkeit und die Farbhaftung lassen zum Teil zu wünschen übrig.

[5] Modern Plastics **39**, April, 156 (1962).
[6] Plastics in Housing, Monsanto Chemical Co., Springfield Mass., USA (1957)