

Kalthärtende Kunststoffe am Bau

was – womit – wie ?



Dach und Terrassenbeschichtung



Wärmeisolierungen mit flüssigen Schaumstoffen



Ortngangverkleidung aus Polyester



Feuchtigkeitsisierungen

Dipl.-Ing. F.-P. Plaschke/Erich H. Heimann

Kalthärtende Kunststoffe am Bau

Was – womit – wie?

Bauen
Reparieren
Sanieren

Ein Fachbuch der VOSSCHEMIE

Die im Buch niedergelegten Rezepturen und Arbeitsweisen sollen nach bestem Wissen beraten, sind jedoch ohne Rechtsverbindlichkeit. Sie sind Stand der Technik und werden vorbehaltlich eventuell bestehende Schutzrechte Dritter wiedergegeben.

Copyright und Verlag: Klaus-W. Voss, 2082 Uetersen 1. Auflage 1976
Druck: Brunsdruck KG, Buch- und Offsetdruckerei, 2082 Uetersen

Inhaltsverzeichnis nach Seiten

	Seite
Was sind kalthärtende Kunststoffe und wo können sie im Bauwesen eingesetzt werden?	8
Wie wird aus einem flüssigen Harz ein fester Kunststoff?	10
Lieferform und Anwendungsgebiete der einzelnen Kunststoff-Familien	13
Die kalthärtenden Kunststoffe und ihre Verarbeitung	17
Ungesättigte Polyesterharze	17
Was sind ungesättigte Polyesterharze?	17
Unterscheidungsmerkmale für Polyesterharze	17
Oberflächen-Klebrigkeit	19
Polyesterharze am Bau: Typen und Eigenschaften	19
Härter – Beschleuniger – Härungszeit	20
Härertypen und Systeme	22
Standardhärtungssysteme: Kobalt + MEKP	22
Vorsicht beim Umgang mit MEKP-Härter	22
Bei niedrigen Temperaturen: Härtungssystem Amin + BP	23
Bei sehr hohen Temperaturen	24
Vorsichtsmaßnahmen bei der Arbeit mit Polyester	24
Die Verarbeitung von ungesättigten Polyesterharzen	25
Polyester und Glasseide	25
Herstellungsverfahren für Formteile und Beschichtungen	29
Handauflegeverfahren	29
Faserspritzverfahren	31
Übliche Verstärkungsmaterialien und Harzverbrauch pro Quadratmeter beim Handauflege-Verfahren	33
Arbeitsablauf beim Handauflege-Verfahren	35
Hinweise zur Arbeit mit Glas und Harz	38
Falten und Stöße	38
Unterbrechen der Laminierarbeiten	38
„Naß in naß“ auftapezieren	38
Beseitigung von Unebenheiten und Luftblasen	38
Ablauf eines Beschichtungsvorganges	39
Haftgrundierung und Untergrundvorbereitung	41
Der Haftvermittler G 4 wird aufgetragen	41
Der nächste Schritt – Auftragen des Sperrgrundes	41
Die tragende Glas-Harz-Schicht	42
Farbversiegelung als Abschluß	42
Schlußlackierung	43

	Seite
Welche LT-Typen für welchen Zweck?	44
Verbesserung der Polyesteroberfläche	46
Topfzeit-Veränderung durch Farbpaste?	46
Kurzrezept für eine Beschichtung	46
Polyester-Formteile aus der Negativform	47
Feinschicht	47
Schnellversiegelung oder zweite Feinschicht	47
Die tragende Wandung aus Glas und Harz	49
Farbversiegelung?	49
Rückseitenversiegelung mit Polyester LT-Lack	49
Formenbau	49
Positiv für den Formenbau – aus welchem Material?	49
Die Negativform	52
Oberflächenbehandlung von Formen	52
Versiegeln und Schleifen einer Form	52
Trennmittel	53
Die Entformung	55
Kurzrezept für das Laminieren eines Formteils in einer Negativform	56
Mit Polyester und Glasseide Bauprobleme lösen	57
Eine Wanne gegen Grundwasser	57
Wieviele Mattenlagen sind für eine Kellerwanne notwendig?	60
Rissige und undichte Terrassen	61
Maueranschlüsse richtig ausgeführt	62
Dachbeschichtung mit Polyester und Glasseide	65
So wird der Schrumpf des Laminates ausgeglichen	65
Beschichtung alter Teerpappdächer	69
Die Beschichtung von Betondächern	71
Schalungsbretter als Dacheindeckung	71
Rationeller bauen: Moderner Dachbau für Hallen und Bungalows	72
Anschlüsse von Polyester-Laminaten an Mauern und Dachkanten	73
Reparatur einer Glasfaser-Polyester-Beschichtung	75
Wasserbecken aus glasfaserverstärktem Polyester	76
Die Gips-Jute-Methode	85
Herstellung des Unterbaus	86
Unterbau aus Spanplatten	86
Unterbau aus Stein und Beton	88
Becken mit statischem Nachweis	88
Becken ohne statischem Nachweis	90
Nachträglicher Einbau von Naßzellen bei Altbauten	92
Formteile aus Polyester am Bau	93
Herstellen einer Ortgangverkleidung aus GFK	94
Herstellung von Hallensegmenten	96

	Seite
Polyester-Spachtelmassen	99
Bauteile aus hochgefüllten Polyesterharzen	100
Arbeitsgänge zur Herstellung einer Fensterbank	102
Gießharzteile mit niedrigem Füllungsgrad durch opake oder transparente Füllmittel	102
Polyurethane (PUR)	104
Schutz- und Vorsichtsmaßnahmen	105
Richtige Lagerung und Verarbeitung	106
Der Einfluß von Temperatur und Feuchtigkeit	106
Polyurethan-Systeme und ihre Lieferform	107
1. Lösungsmittelhaltige, lackartige Systeme	107
Einkomponenten-Versiegelung und Haftgrundierung	
GEVIVOSS® G 4	108
Haftung und Härtung	109
Polyurethan-Versiegelung G 7 TS	112
Polyurethan-Beschichtung ESTOVOSS®	112
2. Lösungsmittelhaltige Zwei-Komponenten-Polyurethanlacke	113
Korrosionsschutz-Grundierung FLEXOVOSS® G 2	114
Farbiger und farbloser DD-Lack DEDEVOSS®	114
3. Lösungsmittelfreie Ein- und Zwei-Komponenten-Polyurethane als Gießmassen, Beschichtungs- und Fugenmassen	115
Kurzanleitung für die Verarbeitung von Zwei-Komponenten-Polyurethan-Massen	117
Typen und Eigenschaften lösungsmittelfreier PU-Massen	118
Bauprobeme lösen mit Polyurethanen	120
Feuchte Keller	120
Versottene Kamine	121
Estrich-Reparatur	122
Sanierung staubender und sandender Estriche	123
Rutschige Oberflächen schnell, preiswert und zuverlässig gleitsicher machen	123
Hochbeständige Beschichtungen für Industrie-, Werkstatt- und Garagenböden	124
Ausgetretene Treppenstufen	126
Ruhigstellen knarrender Holztreppe	127
Betonbeschichtungen mit FLEXOVOSS®	128
Dickschichtige Anti-Rutschbeläge mit FLEXOVOSS®	129
Innenbeschichtung von Heizöltanks	130
Dachbeschichtungen	130
Dauerelastische Fugenmassen	131
Bewegungsspielraum – Fugenbreite – Fugentiefe	133

	Seite
Kachelverklebung im Dünnbettverfahren	135
Aussparungskerne und Sichtbetonmatrizen für Beton und Fertigteilbau	136
Polyurethanschäume	142
PUR-Schaumtypen und ihre hervorstechenden Eigenschaften	148
Hinweise zur Verarbeitung von ISOVOSS®-Schüttelschäumen	150
Besonderheiten bei der Verarbeitung von Ein-Komponenten-PUR- Schaum UNOVOSS®	151
Bauprobleme lösen mit Polyurethan-Schäumen	155
Abdichten eines Fensterrahmens	155
Zugige Rolladenkästen	157
Montage einer Türzarge mit UNOVOSS®	157
Fugenverschäumung und Isolierung unter dem Dach	158
Wärme- und Dröhnschutz bei stählernen Garagentoren	158
Kabel- und Rohrdurchführungen durch Mauerwerk	158
Heizungsrohre im Erdreich isolieren	159
Isolation von Wasser-, Fall- und Heizungsrohren im Haus	160
Badewannen und Duschbecken entdröhnen	161
Korrosionsschutz von Hohlprofilen	162
Isolierung von freistehenden Industrie-Öltanks	162
Nachträgliche Kernisolierung von zweischaligem Mauerwerk zur Heizkostensenkung	163
Die Praxis der Hohlwand-Ausschäumung	168
Ermittlung des Schaumbedarfes	168
Arbeitsablauf	169
Polyurethanschaum zur Dachisolierung	171
Oberflächen-Isolierung eines Hallendaches mit PUR-Spritzschaum	173
Epoxidharze	175
Die Härtung von Zwei-Komponenten-Epoxidharzen	175
Die Einsatzformen und Anwendungsgebiete von Epoxidharzen im Bauwesen	176
Verarbeitung von Epoxidharzen	176
Reinigung	177
Silikonharze für den Baueinsatz	178
Silikon-Harzlösung als wasserabweisende Imprägnierung	178
Verbesserte Wärmedämmung	178
Die Wirkungsweise von AQUOVOSS®	179
Die Anwendung von AQUOVOSS®	182
Silikon-Fugenmassen	183
Das Härtungsverhalten	183
Zwei-Komponenten-Silikonkautschuk	184
Die Arbeit mit SICOVOSS®-Gießmassen	184

Inhaltsverzeichnis nach Stichwörtern

- Abdichten von
 - Dachflächen 158
 - Fensterrahmen 155
 - Kabeldurchführungen 158
 - Rohrdurchführungen 158
 - Rolladenkästen 157
- Amin-Beschleuniger 23
- Anschlußfugen 132, 183
- AQUOVOSS® 178, 179, 182
- Armierung von Harzen 27
- Ausschäumen 143
- Auswalzen der Luftblasen 37
- Aussparungskerne 136
- Badewanne 161
- BE-Harz 19
- Beschichten 39, 46
- Beschichtungen 39, 128
- Beschichtungen von
 - Betonböden 128
 - Dächern 130
 - Heizöltanks 130
 - Terrassen 61
- Beschleunigersysteme 22
- Beton-Beschichtungen 128
- Bildhauermassen 107
- Bp = Benzoylperoxyd 23
- Chemisches Treibverfahren 142
- Dachbeschichtungen 65, 69, 71, 72
- Dachisolierung 158, 171, 173
- DEDEVOSS® 114
- Dehnungsausgleich 65, 67, 68
- DMPT-Amin-Beschleuniger 24
- Dreiflankenhaftung 134
- Duroplaste 8
- Duschbecken 161
- Eingießen 100
- Ein-Komponenten-
 - Flüssigkunststoffe 14, 108
- Ein-Komponenten-
 - Polyurethane 14, 108, 115
- Eisen- und Stahlanstriche 114
- Elastomere 8
- Entformung 55
- Epoxidharze 10, 14, 175
 - , Härtung 175
 - , Einsatzformen 176
 - , Verarbeitung 176
- ESTOVOSS® 112, 124
- Estrich-Sanierung 122, 123
- Explosionsgefahr 22
- Fallrohre 160
- Farbversiegelung 42, 49
- Faserspritzverfahren 31
- Feinschicht 47
- Fensterbänke 102
- Fensterrahmen-Abdichtung 155
- Feuchte Keller 120
- FLEXOVOSS®-Massen
 - Flüssigkunststoffe 10
- Formenbau 49
- , geeignete Materialien 51, 184
- Formteile 47, 56, 93
- Fugenmassen 131, 183
- Fugenverschäumung 158
- Fußböden 112, 124
- Garagentor-Isolierung 158
- Gartenteiche 76
- Gerissene Betonbecken 77
- GEVIVOSS® G 4 108
- Gips-Jute-Methode 85
- Glasanteil 26, 28, 33
- Glasfasern 25, 29
- Glasgewebe 27
- Glasmatte 27
- Glasstränge 29
- GTS-Harz 20, 102
- Haftgrundierung 41, 108
- Haftvermittler 41
- Hallensegmente 96
- Handauflege-Verfahren 29, 35
- Härtermenge 20, 22
- Härtungstemperatur 20, 23
- Harzverbrauch 33
- Heizöltanks 130
- Heizungsrohre 159, 160
- Hohprofile 162
- Hohlwand-Isolation 163, 168, 178
- Holzlackierungen 109
- Imprägnieren von Mauerwerk 178, 179, 182
- Industrietanks 162
- ISOVOSS® 143, 147
- Kabeldurchführung 158
- Kachelverklebung 135
- Kalthärtung 10
- Kalthärtende Flüssigkunststoffe 8
- Kamine 121
- Kapillarwirkung 97
- Keller 120
- Kerne 49
- Klebefilm 19
- Kobalt-Beschleuniger 22
- Kunstharze 8
- Kunststeinplatten 102
- Kunststoff-Mörtel 122

- Laminataufbau 31
 Laminieren 25, 35
 LEGUVAL® 19
- Matrizen 136
 Mattengewicht 27
 Maueranschlüsse 62
 MEKP = Methyläthylketonperoxyd 22
 Modellbau 49
- Nachhärtungseffekt 20
 Naß-in-Naß-Technik 38
 Naßzellen 92
 Negativform 52
- Oberflächen, rutschige 123, 129
 Oberflächenklebrigkeit 19
 Offene Zeit 20
 Ortgang-Verkleidung 94
- Physikalisches Treibverfahren 142
 Polyesterharze,
 gefüllte 100, 102
 ungesättigte 17, 24, 25
 Polyester-Lacke 19, 43, 44, 49
 Polyester-Spachtel 46, 99
 Polyurethane 10, 14, 104, 107, 115, 118
 Polyurethan-Form 137
 Polyurethan-Lacke 113, 114
 Polyurethanschäume 142, 148, 150, 151,
 155
 Positivmodell 49
 Primer 114
- Raumbgewicht bei Schäumen 144, 146
 Reliefs 102, 184
 Reparatur einer GFK-Beschichtung 75
 Rohrdurchführung 158
 Rolladenkastenabdichtung 157
 Roving-Gewebe 27
 Rutschgefahr bannen 123
- Sanitär fugen 183
 Schallsolierung von
 Badewannen 161
 Duschwannen 161
 Garagentoren 158
 Schaumbildung 142
 Schaumtypen 146
 Schäume 142
 Scheinfugen 132
 Schlußlackierung 19, 43, 44, 49
 Schnellversiegelung 47
 Schrumpfung bei Polyesterharzen 13, 65
 Schüttelschäume 143, 147
 Schwimmbecken-Beschichtung 76
 SICOVOS® 184
- Silikonharze 10, 14, 178
 Silikonimprägnierung 178
 Silikonkautschuk 184
 Silikonkautschukform 184
 Spachtelmassen 46, 99
 Spanplattenmethode 86
 Sperrgrund 41
 Spezialtrennmittel 53
 Standardmatte 27
 Stein- und Beton-Unterbau 88
 Strukturschäume 147
 Swimming-Pool 76
- Temperatur beim Schäumen 150
 Terrassen 61
 Thermoplaste 8
 Thixotropieren 24
 Topfzeit 46
 Transparente Bauteile 102
 Treppenstufen 126, 127
 Trennmittel 53
 Türzargenmontage 157
- Überkreuz-Härtung 23
 Ungesättigte Polyesterharze 17, 24, 25
 UNOVOSS® 144
 Urmodell 49
- Verarbeitung von kalthärtenden
 Kunststoffen 17
 Vernetzen 10
 Vernetzerkomponente 105
 Vorsichtsmaßnahmen 24, 105, 176, 177
- Wärmeisolation von
 Badewannen 161
 Dächern 158, 171, 173
 Duschwannen 161
 Garagentoren 158
 Heizungsrohren 159, 160
 Kabeldurchführungen 158
 Mauerwerk 163
 Rohrdurchführungen 158
 Tankbehältern 162
 Wasserrohren 160
 Wanne gegen Grundwasser 57
 Wasserbecken aus GFK 76
 Wasserrohre 160
 Werkzeug für Polyester 34
 Werkzeug für PUR-Verarbeitung 116
- Zellstruktur 144
 Zierbecken 85
 Zugbeanspruchung 26
 Zwei-Komponenten-Kleber 135
 Zwei-Komponenten-Polyurethane 117
 Zwei-Komponenten-Systeme 14

Was sind kalthärtende Kunststoffe und wo können sie im Bauwesen eingesetzt werden?

Kalthärtende Kunststoffe sind Chemiewerkstoffe, die bei normaler Temperatur (in der Regel im Bereich von $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$) durch chemische Reaktion vom flüssigen in den festen Zustand übergehen. Dieser Vorgang wird durch eine zweite Komponente ausgelöst und ist – im Gegensatz zu den schmelzbaren Thermoplasten wie PVC oder Polyäthylen – nicht mehr rückgängig zu machen. Es bildet sich ein dauerhafter Kunststoff, dessen Moleküle räumlich miteinander verbunden sind.

Der Kunststofftechniker unterscheidet verschiedene Kunststoff-Familien, die sich aus unterschiedlichen Rohstoffen und unterschiedlichen Bauprinzipien herleiten, und innerhalb dieser Familien wiederum in ihren Eigenschaften variierte Typen.

Jede dieser Kunststoff-Familien zeigt auf anderen Gebieten oder in anderen Einsatzkombinationen ihre speziellen Stärken, die für die Materialauswahl im gegebenen Fall entscheidend sind. Diese Entscheidung muß nicht immer eindeutig zugunsten eines einzigen Werkstoffes ausfallen. Es können sich durchaus für ein und dasselbe Problem zwei oder drei Werkstoffe anbieten, besonders dann, wenn nur eine Eigenschaft – zum Beispiel Elastizität – gefordert wird. Eine Einengung ist aber ebenfalls leicht möglich, wenn man Werkstoffpreis, Arbeitsaufwand und Anwendungsbedingungen (z. B. Arbeitstemperatur) berücksichtigt.

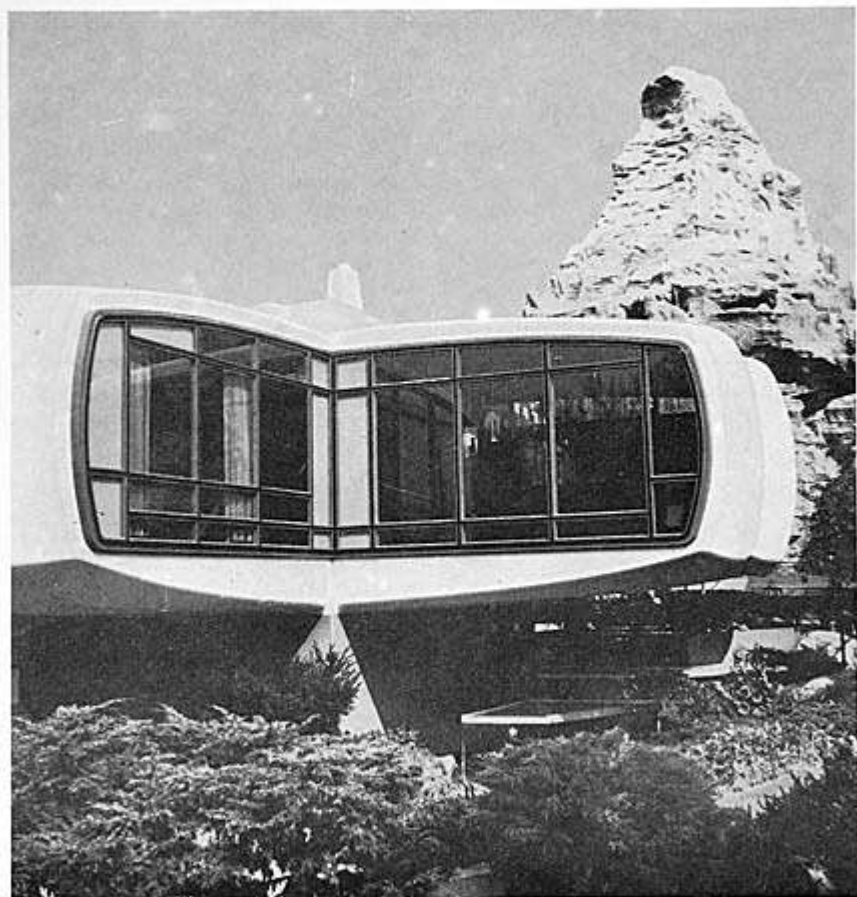
Kalthärtende Kunststoffe lassen sich aufgrund ihrer flüssigen Lieferform ohne aufwendige Einrichtungen wie Brenner, Kocher oder auch Spritzgeräte erfolgssicher verarbeiten und haben sich dadurch sowie durch ihre anwendungsgerechte Variationsbreite in Technik und Handwerk ein rasch wachsendes Einsatzfeld erobert. Je nach Art des Ausgangsmaterials oder des Mischungsverhältnisses kann ein enges Netzwerk, das zu harten und spröden Werkstoffen (Duroplasten) oder ein weitmaschiges Netz entstehen, das zu elastischen bis gummiartigen Werkstoffen (Elastomeren) führt.

Für das Bauwesen empfehlen sich die folgenden Kunststoff-Familien sowohl durch ihre Eigenschaften als auch durch ihre gute und einfache Verarbeitung in besonderem Maße.

- 1. Polyesterharze (UP)** für Beschichtungen von Dächern, Becken, Behältern, chemisch hoch beanspruchten Fußböden, Naßräumen, Balkonen, Terrassen;

für die Herstellung von eigenständigen Formteilen wie: Ortgangverkleidungen, Fassadenelementen, Lichtbahnen und -kuppeln, Leichtdachelementen für Gewächshäuser, Unterstellhäuschen an Haltestellen etc.;

als Werkzeug: z. B. Formen für Fertigbetonteile mit komplizierter Oberflächengestaltung sowie zur Herstellung von Bauteilen aus glasfaserverstärktem Polyesterharz;



Bungalow aus glasfaserverstärktem Polyesterharz

Dieses außergewöhnliche Beispiel für verstärkte Kunststoffe im Bauwesen steht im Disney-Park bei Los Angeles. Die fünf Meter langen Teilelemente sind freitragend angeordnet. Ein Beispiel für die überragende Festigkeit des Baumaterials.

- 2. Polyurethane (PUR)** als **Beschichtungsmassen:** für Fußböden, Treppen, Labors, Hallen- und Lagerböden, Garagen;
als **Schäume:** zur Wärme- und Schallisolierung bei Hauswänden, Rohr- und Klimaschächten, zur Isolierung von Kühl- und Heizaggregaten, zum Verschluß von Fugen und Durchbrüchen;
als **Imprägnierlösungen und Lacke** zum Absperren von feuchtem Mauerwerk und Böden (z. B. im Keller), als Bindemittel für Reparaturmörtel, zur Schaffung rutschfester Oberflächen, als Haftgrundierung für Polyester-Beschichtungen auf Holz, Metall und Beton, als Parkettversiegelung;
in **gefüllter Form:** als Kleber und Fugenmasse in Naßzellen, bei frostgefährdeten Plattierungen, als Fugenvergußmasse und zur Verklebung von Polystyrolhartschaum;
als **Werkzeug:** zur Herstellung von Aussparungskernen und Matrizen, für Betonfertigteile und andere Bauelemente;
- 3. Silikone (SI)** als **Imprägnierlösungen** für Außenmauerwerk gegen Schlagregen;
als **elastische Fugenmasse und Klebmasse** für Glas, Metall und Keramik, nachträgliche Dichtung verzogener und teilweise ausgebrochener Bauteile wie Fenster und Türen.
- 4. Epoxidharze (EP)** als **Schraubenvergußmasse** für Maschinenbefestigungen und für sonstige hochbelastete Anker,
als **Beschichtung** für mechanisch und chemisch hochbeanspruchte Fußböden.

Wie wird aus einem flüssigen Harz ein fester Kunststoff?

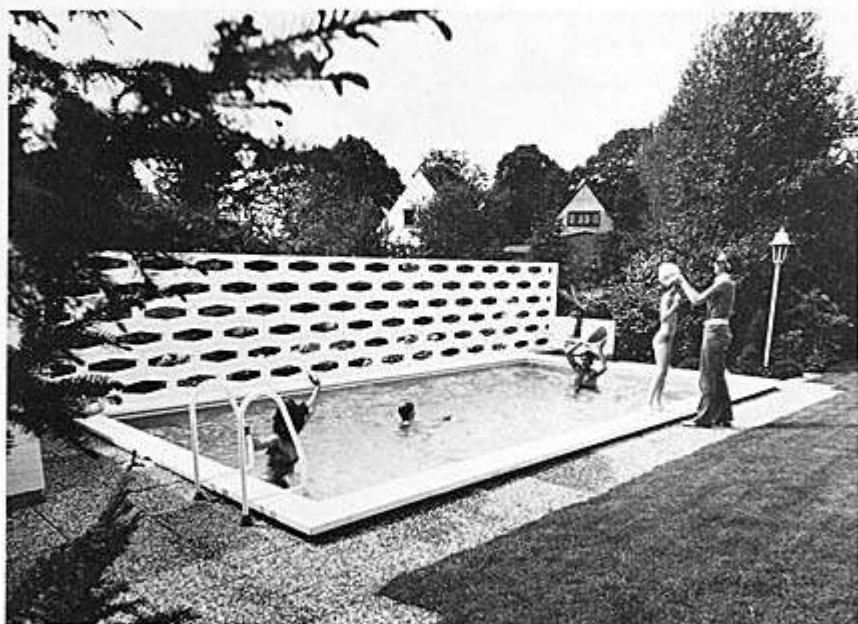
Der Härtungsmechanismus kalthärtender Kunststoffe beruht auf einer chemischen Reaktion, wobei die einzelnen Moleküle sich zu einem Großmolekülverband zusammenschließen. Dieser Vorgang verläuft einmal, indem der flüssigen Stammkomponente (auch Harz oder A-Komponente) ein ebenfalls flüssiger oder auch pastenförmiger Härter (auch B-Komponente) zugesetzt wird, oder indem die zweite Komponente sozusagen automatisch – zum Beispiel in Gestalt von Luftfeuchtigkeit – wirksam wird. Kalthärtende Kunststoffe, die durch Aufnahme von Luftfeuchtigkeit oder ähnliche Einflüsse selbsttätig härten, werden als Ein-Komponenten-Systeme bezeichnet, obwohl in Wirklichkeit auch hier zwei Komponenten wirksam sind. Wir können hier von einem „verkappten“ oder „unechten“ Zwei-Komponenten-System sprechen. Sogenannte Ein-Komponenten-Systeme enthalten oft Lösungsmittel, die eine Härtung zunächst blockie-

Bezeichnung	Lösungsmittelanteil	Härtet durch	Wie ist die Topzeit steuerbar	Beispiel
Lösungsmittelfreies 1-Komponenten-Material	keiner	Zutritt von Luftfeuchtigkeit	gar nicht	1-Komponenten PUR wie VPU 75/30; UNOVOSS-Schaum und 1-Komponenten-Epoxidharz VEP 75/8
Lösungsmittelhaltiges 1-Komponenten-System	dampft ab	Zutritt von Luftfeuchtigkeit	gar nicht	1-Komponenten PUR wie G 4 und G 7 TS
Lösungsmittelfreies 2-Komponenten-Material	keiner	Zugabe der zweiten Komponente	bedingt, durch Zugabe von Beschleunigern	PUR-Massen wie FLEXOVOSS; UNIZELL- und Strukturschäume
Lösungsmittelhaltige 2-Komponenten-Systeme	dampft ab	Zugabe der zweiten Komponente	bedingt, durch Zugabe von Beschleunigern	DD-Lacke
	wird in das Netzwerk eingebaut, sog. monomeres Lösungsmittel	Zugabe eines Katalysators und evtl. Beschleunigers	ja, durch unterschiedliche Dosierung des Beschleunigers	Polyesterharze

Übersicht über verschiedene Härtungssysteme

ren, weil sie erst verdampfen müssen, ehe die Luftfeuchtigkeit mit den Harzmolekülen reagieren kann. Der Verarbeiter ist bei diesen Systemen in der Regel allerdings kaum in der Lage, die Härtingszeit oder auch die Eigenschaften des festen Kunststoffes zu beeinflussen.

Die echten Zwei-Komponenten-Systeme lassen sich dagegen in ihrer Reaktionsgeschwindigkeit – wie zum Teil auch in ihren Eigenschaften – noch variieren. Sie verlangen aber nach einer relativ genauen Dosierung von Harz- und Härtermenge und einer intensiven Mischung, während die Ein-Komponenten-Systeme als gebrauchsfertige Produkte einfacher in der Handhabung sind. Mit der etwas aufwendigeren Verarbeitung, die Mischen und Wiegen einschließt, wird bei den Zwei-Komponenten-Kunststoffen infolge der besonderen Vernetzungsart der Moleküle in den meisten Fällen auch eine höhere chemische Beständigkeit erreicht.



Glasfaserverstärktes Polyesterharz als Beschichtungswerkstoff für Schwimm- und Industriebecken

Kalthärtende Kunststoffe, verstärkt durch Glasmatte oder -gewebe, verleihen konventionellen Trägerstoffen, wie z. B. Betonunterkonstruktionen, eine korrosionsfeste und nahtlose Oberfläche. Je nach Formgebung des Beckens sind bei genügend festem Untergrund auch bis zu 5 000 Quadratmeter große, lose auf dem Erdreich liegende Auskleidungen möglich.

Lieferform und Anwendungsgebiete der einzelnen Kunststoff-Familien

Einige der für den Bausektor wichtigen kalthärtenden Kunststoff-Familien stehen als Ein- wie auch als Zwei-Komponenten-Systeme zur Verfügung. Andere gibt es nur als Zwei-Komponenten-Systeme. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die wichtigsten Kunststoff-Familien, ihre Lieferform und ihre Einsatzgebiete.

Wie diese tabellarische Übersicht zeigt, ergeben sich bei den verschiedenen Kunststoff-Gruppen sowohl innerhalb der eigenen Familie als auch bei den verschiedenen Kunststoff-Familien Überschneidungen in den Einsatzgebieten. So kommen zum Beispiel als Fußbodenbeschichtungen sowohl Ein- als auch Zwei-Komponenten-PUR-Systeme wie auch Zwei-Komponenten-Epoxidharze in Frage. Für welches System man sich von Fall zu Fall entscheidet, hängt von der jeweiligen Beanspruchung, den Verarbeitungsbedingungen und dem Preis ab. Generell mag als Entscheidungshilfe die folgende Zusammenstellung der typischen Vor- und Nachteile der verschiedenen Kunststoff-Familien dienen:

I. Polyesterharze sind seit Jahrzehnten als Konstruktionswerkstoff bewährt. Klassische Beispiele für ihren Einsatz ist der Bau von Motorbooten und Segelyachten, von Rennwagen-Karosserien, Bauteilen für Segel- und Motorflugzeuge, Heizöltanks und Schwimmbecken. Diese Einsatzgebiete lassen erkennen, daß dieses Material hohen Beanspruchungen widersteht und eine sowohl mengenmäßig als auch technisch breite Anwendung findet.

Die speziellen **Vorteile von Polyesterharzen** sind:

- a. Günstiger Preis,
- b. leichte Verarbeitung,
- c. gute Alterungsbeständigkeit,
- d. gute Beständigkeit gegen Seewasser und Chemikalien,
- e. gute elektrische Isolationseigenschaften.

Dagegen stehen folgende **Nachteile**:

- a. Schrumpfung bei der Aushärtung (ca. 7 Vol.-%),
- b. schlechte Haftung auf verschiedenen Untergründen,
- c. starke Geruchsbelästigung während der Arbeit,
- d. Oberfläche der Standardtypen bleibt klebrig,
- e. muß immer mit Glasmatten oder Geweben verarbeitet werden, um festigkeitsmäßig gute Eigenschaften zu erreichen,
- f. Verarbeitung nur bei Temperaturen von 12 °C an.

II. Polyurethane gewinnen seit einigen Jahren immer mehr an Bedeutung. Sie sind hinsichtlich ihrer Variationsmöglichkeit besonders vielseitig und ein Musterbeispiel für maßgeschneiderte Chemiewerkstoffe, die exakt für den jeweiligen Einsatz formuliert werden können.

Kunststoff-Familie	Komponenten	Liefer- und Einsatzform	Einsatzgebiete
Ungesättigte Polyester (Kurzbezeichnung UP)	3 bzw. 2 bei vorformulierten Systemen	ungefülltes Bauharz	Beschichtungen, Formteile
		Lack	Versiegelung von Beschichtungen und Formteilen
		gefüllte Massen	Kunststein, Fensterbänke, Ausgleich- und Füllmassen, Spachtel für Metall und Beton
Polyurethane (Kurzbezeichnung PUR)	1	lösungsmittelfreie Beschichtungsmasse	Dachbeschichtung
		1-Komponenten-Schaum	Fugenverfüllung und Zargenmontage
		Harzlösung mit und ohne Füllstoffe	Feuchtigkeitsisolierung, Haftgrund für Polyester, Binder für Reparaturmörtel, Fußbodenbeschichtung
	2	lösungsmittelhaltige Lacke (DD-Lack)	Holz-Lackierungen Formenversiegelung
		lösungsmittelfrei, Gieß- und Beschichtungsmassen (flüssig bis pastös)	Fußboden-Beschichtungen, Fugen-Vergußmassen, Fliesenkleber, zur Herstellung von Sichtbeton, Matrizen und Aussparungskernen, Beschichtungen aller Art
		Schäume (flüssig)	Isolierung gegen Wärme, Kälte und Schall (auch nachträglich möglich, da flüssige Einbringung)
Silikone (Kurzbezeichnung SI)	1	Harzlösung	Bautenschutz (Schlagregen-impregnierung von Mauerwerk)
		Fugenmassen in Kartuschen (pastös)	Verschleiß und Füllen von Fugen, Verklebung von Glas und Metall, Abdichtungen, auch temperaturbeständig
	2	gefüllte Gußmassen	Herstellung von komplizierten Formen für Gießharz-Abgüsse, Vergußmassen für elektrische Teile
Epoxidharze (Kurzbezeichnung EP)	2	gefüllte Gießmassen	hochbeanspruchbare Kunststoffmörtel, Fußbodenbeschichtungen und Auskleidungen
		reine Harze	chemisch hochbeanspruchbare Formteile und Beschichtungen, sowie Kleber für Metall und Glas

Lieferformen und Einsatzgebiete von kalthärtenden Kunststoffen

Die typischen **Vorteile von Polyurethanen** sind:

- a. ausgezeichnete Haftung auf fast allen Untergründen,
- b. schrumpfungs- und spannungsfreie Aushärtung,
- c. Verarbeitungsmöglichkeiten bei allen Temperaturen auch unter 0 °C,
- d. Typenwahl von gummi-elastisch bis hart und spröde möglich,
- e. preisgünstiger als Epoxidharze,
- f. gute Beständigkeit gegen Heizöl und Chemikalien,
- g. geruchlos, d. h. auch innerhalb geschlossener Räume und Tanks zu verarbeiten (Lösungsmittelfrei).

Nachteilig sind:

- a. Empfindlichkeit beim Aufbringen auf feuchte Untergründe, Gasbildung durch CO₂-Abspaltung, dadurch Gefahr von Blasenbildung,
- b. teilweise Farbveränderung durch nachträgliche Vergilbung bei Sonnenbestrahlung, daher sind nur dunklere und gedeckte Farbtöne möglich, bei denen die Vergilbungsneigung nicht auffällt,
- c. Verunreinigungen der Haut durch die schnelle Reaktion innerhalb der Hautporen (Schutzhandschuhe tragen).

III. Epoxidharze haben in letzter Zeit gegenüber den Polyurethanen in manchem Einsatzgebiet etwas an Boden verloren. In vielen Bereichen sind sie jedoch trotz ihres relativ hohen Preises nicht ersetzbar.

Zu den typischen **Vorteilen der Epoxidharze** zählen:

- a. Ausgezeichnete Haftung auf fast allen Untergründen,
- b. schrumpfungs- und spannungsfreie Aushärtung auch in dicken Blöcken,
- c. ausgezeichnete elektrische Eigenschaften,
- d. gute Beständigkeit gegen Seewasser und Chemikalien,
- e. höchste Festigkeitseigenschaften.

Dagegen stehen folgende **Nachteile**:

- a. Hoher Preis,
- b. schwierige Verarbeitung beim Durchtränken von Glasmatten oder Geweben wegen zu hoher Viskosität,
- c. alle Härtertypen sind giftig, deshalb dauernden Hautkontakt vermeiden.

IV. Silikonharze haben in jüngster Vergangenheit insbesondere als Bauschutzmittel durch Verbesserung ihrer chemischen Eigenschaften stark an Bedeutung gewonnen.

Ihre besonderen **Vorteile** sind:

- a. Stark wasserabweisender Effekt,
- b. hohe Beständigkeit gegen Chemikalien (Industrieatmosphäre), Oxidation und UV-Strahlung,
- c. leichte Verarbeitung,
- d. Langzeitbeständigkeit.

Als **Nachteile** sind zu nennen:

- a. Geruch (durch Lösungsmittelanteil),
- b. Brennbarkeit (durch Lösungsmittelanteil),
- c. Notwendigkeit der Abdeckung von lackierten Flächen und Glasscheiben.

Die ebenfalls zu den Silikonen zählenden **SI-Kautschukmassen** sind gefüllte Harze, die trotz ihrer chemischen Verwandtschaft in ihren Eigenschaften und damit auch hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile deutliche Unterschiede gegenüber den Impränierharzen zeigen.

Zu den **Vorteilen** zählen:

- a. Sehr elastisch (150 % dehnbar),
- b. hoch hitzebeständig bis 250 °C,
- c. einfache Verarbeitung (gießfähig),
- d. selbsttrennend, also nicht haftend auf fast allen Untergründen,
- e. infolge sehr hoher Elastizität auch für hinterschnittene Formen an-

Als **Nachteile** wären zu nennen:

- a. Hoher Preis,
- b. keine besonderen Festigkeitseigenschaften, da bei Einkerbung ein Riß mühelos zu vergrößern ist,
- c. eine Haftung erfolgt fast immer nur nach Vorbehandlung des Untergrundes mit besonderen Haftprimern,
- d. als Form für Polyesterabgüsse zeigt sich bereits nach 20maliger Benutzung eine Verhärtung der Oberfläche, weil eine schwache Anquellung durch das Styrol des flüssigen Polyesterharzes stattfindet und dieses im Kautschuk polymerisiert.

Die kalthärtenden Kunststoffe und ihre Verarbeitung

Ungesättigte Polyesterharze

Was sind ungesättigte Polyesterharze?

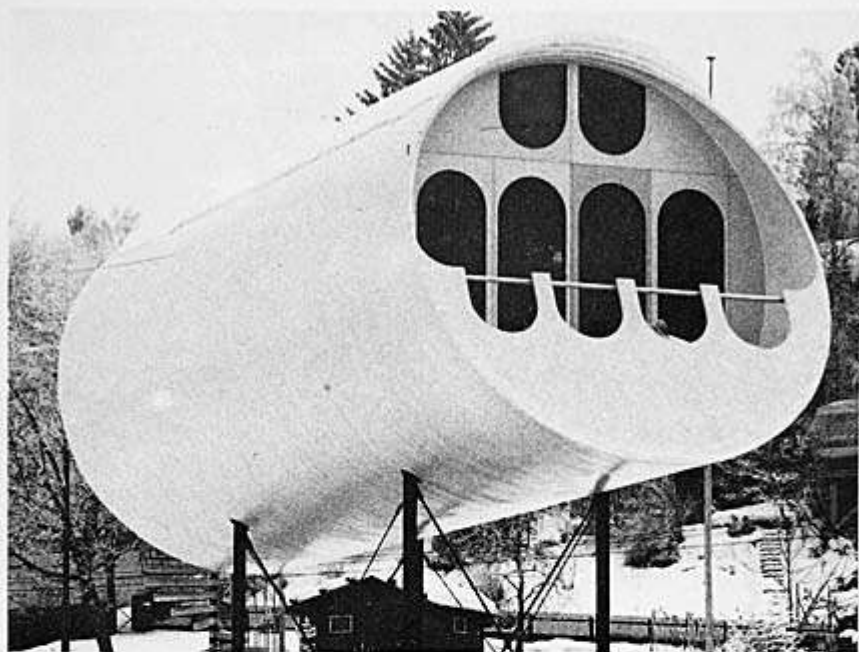
Ungesättigte Polyesterharze haben eine sirup- bis honigartige Konsistenz und sind an ihrem charakteristischen, leuchtgasähnlichen Geruch leicht zu erkennen. Die Farbe ist meist wasserhell mit leicht bläulicher oder auch gelblicher Tönung. Am weitesten verbreitet sind sogenannte Standardharze. Sie bestehen aus einer Mischung von Polyesterharz und einem Lösungsmittel, das bei der Härtung nicht verdampft, sondern in den Molekülverband mit eingebaut wird. Die Härtung des Polyesterharzes wird durch Zugabe eines flüssigen oder pastösen Härter eingeleitet. Um den Härter bei Raumtemperaturen wirksam werden zu lassen, ist ein Beschleuniger notwendig, der dem Harz entweder schon im Lieferzustand beigegeben ist (beschleunigte Harze) oder vom Verarbeiter selbst zugesetzt werden muß (unbeschleunigte Harze). Viele Verarbeiter ziehen beschleunigte Harztypen vor, da die notwendige Beschleunigermenge relativ klein und die exakte Dosierung damit nicht immer einfach ist.

Auf der anderen Seite bieten unbeschleunigte Harze den Vorteil, daß sie durch individuelle Beschleuniger-Dosierung dem jeweiligen Verarbeitungsablauf und den herrschenden Bedingungen (Temperatur) exakt anzupassen sind.

Unterscheidungsmerkmale für Polyesterharze

Die Harze werden nach verschiedenen Merkmalen eingeteilt.

1. **Harze mit und ohne Beschleuniger** (vergl. Seite 19 ff).
2. **Harze mit langsamer, mäßiger oder höherer Durchhärtungsgeschwindigkeit** (schwach-, mittel- und hochreaktiv).
3. **Harze mit unterschiedlicher Wärmestandfestigkeit** im Bereich von
50–65 °C Standardharze
70–90 °C Harze mit erhöhter Wärmestandfestigkeit
über 100 °C hoch wärmestandfeste Harztypen.
4. **Fließverhalten** (Thixotropie). Es gibt Normalharze ohne Verdickungszusätze und künstlich verdicktes, thixotropiertes Harz für die Arbeit an senkrechten Flächen.



Die Diogenes-Tonne aus Glasfaser-Polyesterharz

Dieses erste Kunststoff-Röhrenhaus der Welt bietet seinen Bewohnern 70 Quadratmeter Nutzfläche, aufgeteilt in Wohn-, Schlaf- und Arbeitsbereich. Der mit Kunststoffmöbeln ausgestattete Zylinder ruht auf vier langen Stützen, durch die außerdem die Wasser- und Stromversorgung hindurchgeführt sind (Foto der BASF).

5. **Lichtstabilität.** Polyesterharz neigt unter dem Einfluß von UV-Strahlung mit der Zeit zum Vergilben. Daneben gibt es Harztypen, deren Lichtdurchlässigkeit über Jahre erhalten bleibt und die sich somit zum Beispiel für Lichtkuppeln eignen.
6. **Flammwidrigkeit** wird am Bau zum Beispiel bei der Herstellung von Fassadenplatten gefordert. Hier müssen Spezialharze zum Einsatz kommen, die in Gestalt von selbstverlöschenden Qualitäten angeboten werden. Selbstverlöschende Harze brennen nur in der Fremdf Flamme und verlöschen, wenn die Fremdf Flamme entfernt wird. Für Dachbeschichtungen mit Spanplattenuntergrund ist diese Eigenschaft jedoch nicht erforderlich (vgl. Seite 70).

Darüberhinaus werden die Polyesterharze nach ihrer Einsatzart unterschieden, und zwar in:

- a. **Feinschichtharze** (Gelcoat) für die witterungs- oder wasserbelastete Seite bei Formteilen aus glasfaserverstärktem Polyesterharz.
- b. **Laminierharze** zur Einbettung von Glasfaserverstärkungen beim Bau von Formteilen und bei Beschichtungen.
- c. **Schlußlacke** (LT-Lacke, Topcoat) als Abschlußlack für die Laminatrückseite und die Oberfläche von Beschichtungen.
- d. **Eingießharze** zum Einbetten von Gegenständen, zur Herstellung von massiven Formteilen wie Türdrückern und Leuchtfriesen.
- e. **Klebe- und Füllharze** zum Spachteln und Verkleben von Polyester-Bauteilen untereinander sowie mit anderen Baustoffen.

Oberflächen-Klebrigkeit

Mit Ausnahme der Schlußlacke behalten alle diese Typen auf der der Luft zugekehrten Seite einen dünnen Klebefilm, während die unter Luftabschluß liegende Seite klebfrei aushärtet. Der Klebeeffekt ist keinesfalls ein Nachteil, sondern sorgt dafür, daß bei Arbeitsunterbrechungen die nachfolgend aufgebraute Harzschicht sich innig mit dem bereits ausgehärteten Material verbindet. Dabei wird der Klebefilm aktiviert und härtet mit dem neu aufgebrauten Harz aus. Bei Arbeiten im Freien muß allerdings darauf geachtet werden, daß die Harzoberfläche abgedeckt wird, um einen Wasserkontakt (Regen, Grundwasser) auszuschließen. Dieser würde den Klebefilm chemisch beeinflussen, was an einer weißlichen Verfärbung zu erkennen ist. Diese sogenannte Verseifung kann durch Abreiben der Oberfläche mit Styrol nur teilweise beseitigt werden. Danach ist aber ein ausreichender Verbund gegeben.

Polyesterharze am Bau: Typen und Eigenschaften

Für den Einsatz am Bau eignen sich die folgenden Harztypen:

1. **Polyester-Standardharz BE** in Verbindung mit Glasfaserverstärkungen, die in das Harz eingebettet werden. Diese Harztype wird eingesetzt bei: Dachbeschichtungen, wasserdichten Wannens als Kellerisolierung in grundwassergefährdeten Gebieten, zum Bau von Gartenteichen und nichtbeheizten Schwimmbecken, für Formteile wie Ortgang-Verkleidungen.
2. **Polyesterharz Leguval® W 25** für die Auskleidung von Warmwasserbecken (beheizte Swimmingpools).

3. **Polyester-Schnellversiegelung Leguval® W 35 B** als alkalibeständige Harztype für Betonbeschichtungen und als Bauharz Leguval® W 35 für Teile und Auskleidungen mit erhöhter Chemikalienbelastung.
4. **Leguval® N 50 S** zur Herstellung von Fensterbänken und Lichtkuppeln.
5. **Polyesterharz GTS** zum Gießen von Zierteilen wie Türdrückern, Trep-pengeländern, Leuchtenteilen.
6. **Feinschichtharz G 300** als farbgebende und zugleich die Glas/Harz-wand schützende Deckschicht bei Formteilen.
7. **Lufttrocknender Polyesterlack LT 30** als Abschlußanstrich für Formteile, verarbeitbar bei 18 bis 25 °C.
8. **Lufttrocknender Polyesterlack LT 35** als Abschlußlack für Beschich-tungen (kann auch zusätzlich beschleunigt werden und ist dann bei Temperaturen ab + 10 °C verarbeitbar).

Für spezielle Anwendungen sind auch andere Harztypen lieferbar.

Härter - Beschleuniger - Härungszeit

Die Härtung von Polyesterharz verläuft rasant. Nach dem Mischen bleibt das Harz über eine von der Beschleunigermenge, der Temperatur und der Harztype abhängige Zeit gleichbleibend flüssig und damit verarbeitbar. Dann tritt unter gleichzeitiger Wärmeentwicklung eine Gelierung ein, die zu einer schlagartigen Verdickung und einem endgültigen Festwerden des Ansatzes führt. Die Zeit zwischen Mischen und Beginn der Gelierung (kennlich am Temperaturanstieg) wird „**offene Zeit**“ oder „**Topfzeit**“ genannt.

Obwohl der Kunststoff äußerlich bereits einen festen Zustand zeigt, schreitet die Vernetzung innerhalb des Molekülverbandes noch weiter fort, der Aushärtungsgrad verbessert sich. Diese Nachhärtung kann durch Wärme beschleunigt werden und steigert die mechanische und chemische Beanspruchbarkeit des Polyesters.

Wenn der Härter durch gutes Rühren etwa zwei Minuten mit einem Rühr-stab gleichmäßig verteilt worden ist, wird Polyester in **jedem Fall hart**. Da die Temperatur die Härtung maßgeblich beeinflusst, gehört ein **Thermo-meter** in jeden Verarbeitungsraum.

Ein zur Entformung in der Regel ausreichender Härungsgrad ist in Ab-hängigkeit von der Temperatur nach folgenden Wartezeiten erreicht:

bei einer Temperatur von 30 °C = etwa nach 6 Std.	} empfohlene Arbeitstemperatur
bei einer Temperatur von 25 °C = etwa nach 15 Std.	
bei einer Temperatur von 20 °C = etwa nach 20 Std.	
bei einer Temperatur von 18 °C = etwa nach 28 Std.	
bei einer Temperatur von 17 °C = etwa nach 36 Std.	

bei einer Temperatur von 16 °C = etwa nach 48 Std.
bei einer Temperatur von 14 °C = etwa nach 4 Tagen
bei einer Temperatur von 10 °C = etwa nach 8 Tagen

Bei noch niedrigerer Temperatur muß der Formkörper erwärmt werden, da das Harz wohl angeliert, aber an der weiteren Vernetzung durch die niedrige Temperatur gehindert wird (Heizsonne oder Einheizen).

Die **Topfzeit** der angesetzten Menge Polyesterharz (d. h. die Zeit bis zum Beginn der Gelierung) muß möglichst lang sein, damit genug Zeit zur sorgfältigen Verarbeitung und Entfernung der Luftblasen vorhanden ist. Der Metallscheiben- oder flexible Metallroller erleichtert das Entfernen der Luftblasen erheblich.

Nachstehend eine Aufstellung der effektiven Topfzeiten für BE-Harz mit 0,2 % eingebautem Kobalt-Beschleuniger und 3 % MEKP bei unterschiedlicher Temperatur.

Bei 25 °C = 30 Min.
bei 20 °C = 45 Min.
bei 18 °C = 60 Min.
bei 17 °C = 100 Min.
bei 16 °C = 150 Min.
bei 15 °C = 200 Min.

Bei zusätzlicher Zugabe von 0,2 % Beschleuniger zur Harztype BE, d. h. bei einer Gesamt-Beschleunigermenge von 0,4 %, ergeben sich etwa folgende Topfzeiten:

Bei 25 °C = 15 Min.
bei 20 °C = 20 Min.
bei 18 °C = 30 Min.
bei 17 °C = 40 Min.
bei 16 °C = 60 Min.
bei 15 °C = 100 Min.

Da im Bauwesen nur selten zusätzliche Wärme zur Aushärtung zur Verfügung steht, wählt man hier ein Beschleuniger/Härter-System, das bei Temperaturen zwischen 12 und 25 °C eine fortlaufende Verbesserung des Aushärtungsgrades sichert. Bei niedrigen Temperaturen werden andere Beschleuniger/Härter-Systeme oder auch kombinierte Systeme eingesetzt, die auch unter diesen Bedingungen eine zufriedenstellende Härtung gewährleisten.

Die normale Härterzugabe liegt bei etwa 3 %, aber selbst bei nur 1 % Zugabe und inniger Mischung wird man bei entsprechender Temperierung eine einwandfreie Aushärtung erreichen können. Eine Mehrzugabe von Härter ergibt keine größere Härte oder bessere Festigkeit des Endproduktes, sondern nur einen schnelleren Härtungsverlauf. Eine Dosierung

von über 5 % soll möglichst vermieden werden. Bei Schnellhärtung kann eine Versprödung und Spannungsrißbildung durch den auftretenden Wärmestau eintreten.

Bei Polyesterharzen und insbesondere bei LT-Lacken kann eine übermäßige Härterdosierung sogar einen gegenteiligen Effekt haben, so daß der Werkstoff nicht hart wird.

Härtertypen und Systeme

Standard-Härtungs-System: Kobalt + MEKP

Bei den im Bauwesen gängigen Harzen wird in erster Linie der flüssige und somit leicht einzurührende MEKP-Härter (Methyläthylketonperoxid) eingesetzt. Er verhilft dem Harz zu einer fortschreitenden Härtung, solange die Temperatur über 12 °C liegt. Die Härtung erfolgt im Zusammenspiel mit Kobalt-Beschleuniger, der entweder im vorbeschleunigten Harz enthalten ist oder in das unbeschleunigte Harz zusätzlich eingerührt werden muß.

Vorsicht beim Umgang mit MEKP-Härter

Der flüssige Härter ist augenätzend. Darum sollte verschütteter Härter nicht mit dem Taschentuch abgewischt werden. Auf der normalen Haut ist bei kurzer Einwirkung keine schädliche Wirkung zu spüren, falls keine Überempfindlichkeit vorliegt.

Härter darf unter keinen Umständen in reiner Form mit Beschleuniger zusammenkommen. Die Folge könnte eine Explosion sein, wenn zufällig die kritische Temperatur und die kritische Mischung erreicht wird.

Beim Vorbereiten des Polyesterharzes muß entweder **zuerst der Beschleuniger** und dann **nach dem Umrühren der Härter** zugegeben werden oder auch umgekehrt. Eine Reihenfolge ist also nicht einzuhalten. MEKP-Härter kann auch durch Metallpulver wie z. B. Rost oder Aluminiumpulver zum schnelleren Zersetzen gebracht werden. Dieser Zersetzungsprozeß kann im ungünstigen Fall so schnell vor sich gehen, daß eine Wärmereaktion mit einer Verpuffung auftreten kann.

Alle von uns gelieferten Härter sind bereits phlegmatisiert, daher relativ ungefährlich. Trotzdem möchten wir auf die Sicherheitsvorschriften der Berufsgenossenschaft Chemie hinweisen, damit Sie sorgfältig mit diesem Härter umgehen.

Sollte durch unglückliche Umstände trotzdem einmal Härter ins Auge gekommen sein, so muß **sofort** das Auge unter der Wasserleitung mit fließendem Wasser ausgespült werden und anschließend nach Möglichkeit in den nächsten Minuten eine Augenspülung mit einer Lösung von 10 % Ascorbinsäure in Wasser durchgeführt werden. Der Härter enthält ein

Peroxid, welches durch die Ascorbinsäure neutralisiert wird. Diese Ascorbinsäure ist reines Vitamin C und in Apotheken in Tablettenform („Cebion“) erhältlich. Bei einer Augenverletzung ist auf jeden Fall **erst nach** der sehr gründlichen Augenspülung ein Arzt aufzusuchen, um keine Zeit zu verlieren.

Bei niedrigen Temperaturen: Härtungssystem Amin + Bp

Daneben gibt es ein zweites Härtungssystem mit pastenförmigem Bp-Härter (Benzoylperoxid), der mit sogenanntem Amin-Beschleuniger kombiniert wird. Dieses System ist relativ kälteunempfindlich und sorgt auch bei niedrigen Temperaturen für ein Anspringen der Härtingsreaktion.

Aminbeschleuniger kann in verschiedenen Typen zum Einsatz kommen. Für unsere Anwendungsgebiete sind drei Typen von besonderem Interesse:

- Diäthylanilin (DAA) als reiner Zusatz-Beschleuniger für Polyester-Schlußlacke bei niedriger Temperatur (es wird kein Bp-Härter dazugegeben).
- Dimethylanilin (DMA) bei Temperaturen oberhalb von 8 °C bei der Harzverarbeitung in Verbindung mit Glasfasern (für Laminierharze).
- Dimethylparatoluidin (DMPT) als Beschleuniger bei Temperaturen unter 8 °C bis herab zu 0 °C.

DMA- und DMPT-beschleunigte Systeme werden mit pastenförmigen Bp-Härtern ausgehärtet.

Da sich der Pastenhärter schwieriger einrühren läßt, empfiehlt sich folgender Kunstgriff: Härterpaste mit etwas Harz vermischen und diese Mischung in den eigentlichen Harzansatz einrühren!

Die besonderen Eigenschaften der beiden Härtersysteme

- gute Durchhärtung bei Kobalt-Beschleuniger + MEKP-Härter und das
- gute Anspringen der Härtingsreaktion bei niedrigen Temperaturen mit Amin-Beschleuniger und Bp-Härter

lassen sich auch in Kombination nutzen, um auf diese Weise besonders widrige Temperaturbedingungen zu meistern. Dieses System heißt „Überkreuz-Härtung“ und funktioniert nach folgendem Rezept (am Beispiel der Harztype BE mit einer Verarbeitungszeit von 40 Minuten dargelegt). Die angegebenen Temperaturen gelten sowohl für den Harzansatz als auch für den Untergrund.

Bei 15 °C: 3 ‰ MEKP + 0,2 ‰ Kobalt

bei 12 °C: 3 ‰ MEKP + 0,5 ‰ Kobalt

bei 10 °C: 3 ‰ MEKP + 0,5 ‰ Kobalt + 0,2 ‰ DMA + 1 ‰ Bp-Härter

bei 8 °C: 3 % MEKP + 1,0 % Kobalt + 0,5 % DMA + 2 % Bp-Härter
bei 4 °C: 3 % MEKP + 1,0 % Kobalt + 0,5 % DMPT + 2 % Bp-Härter
bei 0 °C: 3 % MEKP + 1,0 % Kobalt + 1,0 % DMPT + 3 % Bp-Härter

Diese hier aufgeführten Rezepte können nur als Richtwert gelten. Es können je nach Harzcharge und Ausgangstemperatur erhebliche Schwankungen eintreten. Deshalb empfiehlt es sich, jeweils vorher einen kleinen Versuch zu machen.

Bei sehr hohen Temperaturen

Die in diesem Buch allgemein angegebene Härtermenge von 3 % ist auf das Harz bezogen und für die Temperaturen in Deutschland berechnet, d. h. also, zwischen 12 °C und 22 °C. Im Hochsommer oder in heißen Ländern kann man ohne Risiko die Härtermenge verringern. Wir empfehlen, im Temperaturbereich zwischen 22 °C und 26 °C nur 2 % Härter zu nehmen. Über 26 °C kann man heruntergehen bis auf 1,5 %. Die hier angegebenen Prozente kann man sowohl als Volumenprozente oder als Gewichtsprozente rechnen, weil sowohl Harz als auch Härter annähernd das gleiche spezifische Gewicht besitzen.

Bei hohen Temperaturen wird Polyesterharz dünnflüssiger, so daß es vorteilhaft sein kann, das Harz mit Thixotropiepaste zu verdicken. Bei etwa 25 °C werden sechs Gew.-Teile Harz mit einem Gew.-Teil der 7%igen Thixotropiepaste angesetzt. Auf das Harz bezogen ist dann ein Prozent Thixotropie-Pulver beigemischt.

Vorsichtsmaßnahmen bei der Arbeit mit Polyester

Neben den bereits erwähnten Vorsichtsmaßregeln im Umgang mit Härter und Beschleuniger ist auch beim Harz wegen des Styrolanteils von ca. 35 % Vorsicht geboten. Die Dämpfe dieses Styrols haben einen stechenden leuchtgasähnlichen Geruch. Laut Vorschrift der Berufsgenossenschaft darf die Höchstmenge an Styrol in der Luft bei achtstündiger Arbeitszeit den Wert von 420 mg/m³ nicht überschreiten. Normalerweise ist dieser Wert ohne besondere Hilfsmittel nicht feststellbar.

Deswegen müssen die Räume, in denen mit Polyesterharz gearbeitet wird, ausreichend belüftet sein. Der starke Styrol-Geruch bietet an sich einen natürlichen Schutz gegen Überschreiten der Höchstmenge. Beim Verarbeiten in einer Garage, Grube oder in einem Keller müssen die Fenster oder Türen geöffnet bleiben! Styrol-Dämpfe sind nicht schädlicher als andere Lösungsmitteldämpfe wie z. B. Aceton, Nitroverdünnung usw. Zu beachten ist, daß alle Lösungsmitteldämpfe schwerer als Luft sind und daher am Boden die stärkste Konzentration herrscht. Daher soll die Entlüftung unten am Boden erfolgen.

Außerdem sind Styrol und seine Dämpfe wie auch einige verwendete Lösungsmittel (Aceton) brennbar, so daß sich der Umgang mit offenem Feuer (auch Zigaretten) bei der Arbeit verbietet.

Wird in geschlossenen Räumen gearbeitet, so ist der Einsatz von explosionsgeschützten Absauglüftern unerlässlich, um zu vermeiden, daß sich Lösungsmitteldämpfe über Abreißfunken (z. B. am Kollektor) entzünden. Im übrigen sei auf die Regeln für die Verarbeitung von Polyester- und Epoxidharzen hingewiesen, die die Berufsgenossenschaft der Chemischen Industrie herausgibt.

Die Verwendung von unbrennbaren Lösungsmitteln zum Reinigen von Werkzeugen bietet hinsichtlich des Feuerschutzes große Vorteile (Methylenchlorid und Trichloräthan). Allerdings muß einschränkend darauf hingewiesen werden, daß diese Lösungsmittel als chlorierte Kohlenwasserstoffe in höheren Konzentrationen schädlich sind. Die Gefäße für solche Lösungsmittel müssen daher in den Benutzungspausen sorgfältig verschlossen werden. Für die Reinigung der Hände werden sogenannte „Handreiniger“ (Lackentferner) empfohlen.

Die Verarbeitung von ungesättigten Polyesterharzen

Polyesterharze sind von Natur aus relativ spröde und zeigen zudem bei der Härtung eine gewisse Schrumpfung. Aus diesen Gründen werden diese Harze kaum allein, sondern in der Regel mit Füllstoffen oder Armierungen verarbeitet, die dem Material seine Sprödigkeit nehmen und die Schrumpfung soweit verringern, daß Spannungen, Abplatzen vom Untergrund oder Rißbildungen vermieden werden.

Polyester und Glasseide

Als klassisches Armierungsmaterial für Formteile und Beschichtungen sind Matten, Gewebe oder Stränge aus haarfeinen Glasfasern üblich, die sich durch hohe Zugfestigkeit auszeichnen. Bezogen auf das Gewicht erbringen Glasfasern eine hohe Steifigkeit und Festigkeit. Sie gehen zudem eine gute Verbindung mit dem Harz ein, sind verrottungsbeständig und haben – ebenso wie die Harze – eine Bruchdehnung von zwei Prozent.

Polyesterharz + Glasseide = Polyester-Laminat

Polyester-Laminat besteht aus Polyesterharz, in das zur Verstärkung (Armierung) Glas in Form von Matten oder Geweben eingearbeitet wird. Diesen Vorgang bezeichnet man als Laminieren.

Mechanische Festigkeit eines Polyester-Laminates

Glasgehalt	Spez. Gewicht	Biegefestigkeit	E-Modul aus Biegeversuch	Zugfestigkeit	E-Modul aus Zugversuch	Bruchdehnung	Druckfestigkeit
Prüfnorm	DIN 53479	DIN 53452		DIN 53455		DIN 53455	DIN 53454
Gew. %	g/cm ³	kp/cm ² (N/mm ²)	kp/cm ² (N/mm ²)	kp/cm ² (N/mm ²)	kp/cm ² (N/mm ²)	%	kp/cm ² (N/mm ²)
A 25	1,35	1.300 (127)	60.000 (5.882)	750 (74)	70.000 (6.863)	2,0	1.200 (118)
B 45	1,55	2.400 (235)	120.000 (11.764)	2.200 (216)	120.000 (11.764)	2,0	1.600 (157)
C -	7,85	1.930 (189)	-	3.700-4.500 (363-441)	210.000 (20.588)	20-23	2.000 (196)

Es bedeutet:

- A. Glasceiden-Standardmatte 450 g/m² + Polyesterharz BE, kaltgehärtet
- B. Glasceiden-Rovinggewebe 670 g/m² + Polyesterharz BE, kaltgehärtet
- C. Zum Vergleich: Stahlblech, blank St 37

Die Glasarmierung

Die Armierung besteht aus alkalifreiem sog. E-Glas von ca. $10/1000$ mm = 10μ Filamentdicke. Meistens werden 204 solcher Filamente zu einem Faden gebündelt. Diese Fäden sind zu Matten oder Geweben weiterverarbeitet.

Bei **Matten** sind die Einzelfäden ca. 50 mm lang, liegen in beliebigen Richtungen übereinander und werden durch einen in Harz löslichen Binder zusammengehalten. Nach ca. zwei Minuten Harzeinwirkzeit löst sich der Binder und die 50 mm langen Fäden sind im Harz frei verschiebbar.

Die Quadratmetergewichte von Matten betragen üblicherweise 300 g, 450 g (Standardmatte) oder 600 g.

Ein 1 cm breiter, mit Harz getränkter und ausgehärteter Streifen Standardmatte hat eine Reißfestigkeit von 100 kg, seine Dicke beträgt ca. 1,2 mm. Es werden etwa 1,2 kg Polyesterharz zum Tränken von einem Quadratmeter 450 g/m²-Matte benötigt. Bei Beschichtungen ergibt eine Matte den besten Verbund mit dem Untergrund.

Gewebe werden in Leinen- oder Körperbindungen mit verschiedenen Quadratmetergewichten und daher mit verschiedenen Festigkeiten hergestellt.

Während jedoch Matten in allen Richtungen die gleiche Festigkeit aufweisen, haben die Gewebe ihre größte Festigkeit in Kett- und Schuß-Fadenrichtung (sogenannte Vorzugsrichtungen). Die Fäden sollen daher in Haupt-Lastrichtung verlaufen.

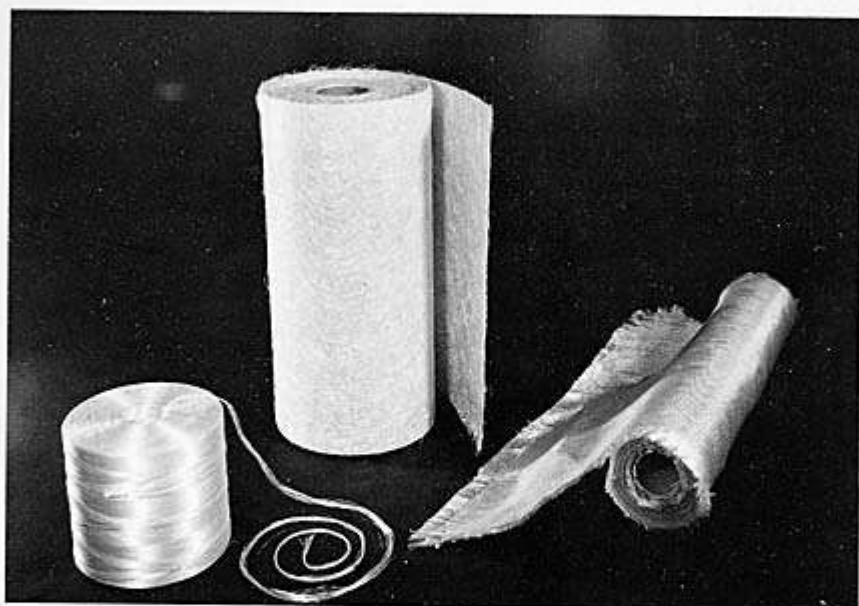
Für den Einsatz im Bauwesen sind lediglich sogenannte Rovinggewebe interessant, die mit Quadratmetergewichten von 580 bis 900 Gramm angeboten werden.

Diese Gewebe sind aus Fasersträngen (Rovingstrang) gewebt und haben eine verhältnismäßig grobe Struktur. Sie werden bei Bauteilen eingesetzt, die großen Zugkräften unterliegen.

Aus Glas und Harz entsteht ein Verbundwerkstoff, zu dessen chemischer Beständigkeit in erster Linie das Harz und zu dessen mechanischen Eigenschaften Menge und Art der Glasfaserarmierung (Matten und Gewebe) beitragen. Die Beurteilung der mechanischen Eigenschaften des Glasfaserkunststoffes (kurz GFK) ergibt sich aus der getrennten Betrachtung der Eigenschaften, seiner Bauelemente, Glas und Harz. Hierzu die nebenstehende tabellarische Übersicht.

Es sind die mechanischen Werte für ein Mattenlaminat von 25 % Glasanteil und für ein Gewebelaminat mit 45 % Glasanteil dem Stahl gegenübergestellt. Unter Glasanteil versteht man das Gewicht der eingelegten Glasverstärkung (zum Beispiel 450 g/m² Glasmatte) bezogen auf das Gesamtgewicht der harzprägnierten Verstärkung (im Beispiel 450 g Glas + 1300 g Harz = 1750 g gesamt). $450 \text{ g} : 1750 \text{ g} = \text{ca. } 25 \%$ Glasanteil oder Glasgehalt.

Die Tabelle weist deutlich aus, daß Mattenlaminat hohe Druck- und Gewebelaminat hohe Zugbeanspruchungen ertragen können.



Verstärkungsmittel für Kunstharze

Es sind die am häufigsten verwendeten Verstärkungsmittel dargestellt. Dazu gehören Glasmatten, die aus regellos angeordneten bis zu 50 mm langen Fadenabschnitte bestehen. Für Bauteile, die großen Zugkräften ausgesetzt sind, werden die im Bild gezeigten Rovinggewebe verwendet. Die Gewebe werden so verlegt, daß ihre Kett- und Schußfäden in den Richtungen der größten Beanspruchung liegen. Die gezeigte Spule besteht aus einem einzelnen Rovingstrang, wie er hauptsächlich für Faserspritzanlagen zum Einsatz kommt.

Die Faserspritzanlage zerteilt mit ihrem Schneidkopf den Rovingstrang in 25 bis 50 Millimeter lange Abschnitte. Diese Fadenabschnitte bilden auf der Formoberfläche ein der Glasmatte vergleichbares Flächengebilde. Über andere Düsen der Maschine wird die Glasfaser auf der Formenfläche mit katalysiertem und beschleunigtem Harz getränkt. Wie beim Handverfahren muß auch beim Faserspritzen die im Laminat eingeschlossene Luft per Hand mit einem Scheibenroller ausgewalzt werden.

Nachfolgend geben wir Ihnen eine Aufstellung über die Werte der chemischen Beständigkeit eines vollständig ausgehärteten Polyesterharzes, einer besonders alkali- und säurefesten Type.

Es bedeuten:

- + = beständig
- ⊕ = bedingt beständig, d. h. geeignet für beschränkten Gebrauch
- = ungeeignet für Dauereinwirkung
- = ungeeignet für Verwendung, sofortige Zerstörung

	bei 20 °C 50 °C 80 °C				bei 20 °C 50 °C 80 °C		
Wasser (Leitungswasser)	+	+	⊕	Benzin	+		
Wasser (destilliert)	+	+	⊕	Benzol	○	-	-
Wasser (Seewasser)	+	+	⊕	Dieselloil	+	⊕	-
Kochsalzlösung 3 %	+	+	⊕	Motoröl (ohne Benzol)	+		
Kochsalzlösung 30 %	+	+	⊕	Paraffin	+	+	
Salzsäure, 5 %	+	+	⊕	Chloroform	-	-	-
Salzsäure, 30 %	+	+	○	Phenole	-	-	-
Salzsäure, konzentriert	+	⊕	○	Äthanol, konzentriert	⊕	○	-
Schwefelsäure, 5 %	+	+	+	Äthanol, verdünnt	+	+	⊕
Schwefelsäure, 10 %	+	+	+	Äthylenglykol	+	+	⊕
Schwefelsäure, 30 %	+	+	+	Azeton	-	-	-
Schwefelsäure, 70 %	+	+	⊕	Schwefelkohlenstoff	-		
Schwefelsäure, konzentriert	-	-	-	Tetrachlorkohlenstoff	-		
Salpetersäure, 5 %	+	○	-	Styrol Monomer	-	-	-
Salpetersäure, 25 %	+	○	-	Toluol	-	-	-
Phosphorsäure, 10 %	+	+	⊕	Formalin	+	+	⊕
Phosphorsäure, 30 %	+	+	○	Kresole	-	-	-
Phosphorsäure, konzentriert	+	○	-	Natriumchlorit, 3 %	+		
Essigsäure, 50 %	+	⊕	○	Natriumcyanid, 10 %	+		
Essigsäure, konzentriert	+	○	-	Natriumhypochlorit, 10 %	+	+	
Natronlauge, 5 %	+	+	○	Natriumhypochlorit, 50 %	+		
Natronlauge, 20 %	+	+	-	Natriumthiosulfat, 30 %	+		
Natronlauge, konzentriert	+	⊕	-	Natronwasserglas, 5 %	+		
Ammoniak, 1 %	+	+	-	Natronwasserglas, 25 %	+		
Ammoniak, 10 %	+	⊕	-				

Herstellungsverfahren für Formteile und Beschichtungen

1. Handauflegeverfahren

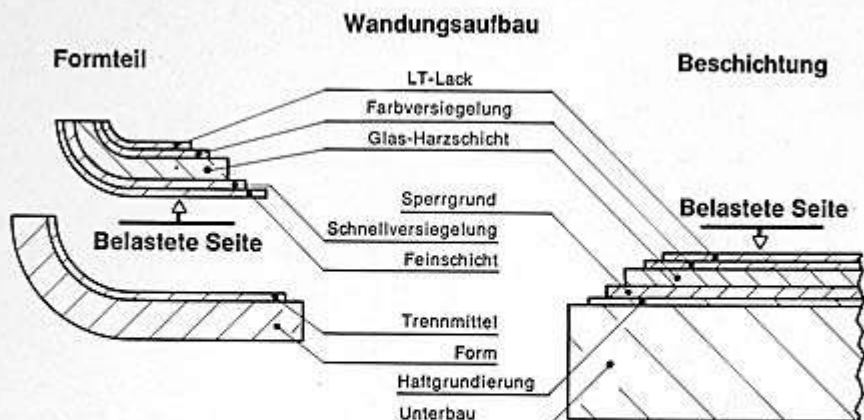
Die gebräuchlichste und einfachste Verarbeitung für glasfaserverstärktes Polyesterharz ist das Handauflegeverfahren, das zudem vom Werkzeugaufwand keine nennenswerten Investitionen erfordert.

Nach diesem Verfahren werden Beschichtungen und Arbeiten in Formen durchgeführt. Die Beschichtungen müssen auf der Wetterseite eine Schutzschicht aus Polyester-LT-Lack erhalten.

Tränken von Glasmatten

Das Harz wird beim Handverfahren mit der Fellrolle aus dem Harzeimer auf die Glasfläche transportiert und dort verteilt. Heiße Formoberflächen lassen die mangelhaft getränkten Stellen deutlich sichtbar werden.





Laminataufbau von Formteilen und Beschichtungen

Auf der linken Seite der Skizze ist ein Formteil und die zugehörige Form prinzipiell dargestellt. Spätere Witterungs- und Chemikalienbelastung wird von der Feinschichtseite des Bauteils aufgenommen. Die Rückseite der Wandung ist mit Schlußlack versiegelt. Bei Beschichtungen (rechter Bildteil) bildet die mit Schlußlack ausgerüstete Schicht die Belastungsseite. Beide Wandungen haben die Glas-Harzschicht, die Farbversiegelung und den Schlußlack gemeinsam.

Beim Verarbeiten in der Form ist die Herstellung einer glatten Oberfläche möglich. Die Verarbeitungstemperaturen sollen mindestens $+12\text{ }^{\circ}\text{C}$, besser 15 bis $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ betragen. Nachhärtung in einem Ofen oder durch Heizlüfter bis zu $+90\text{ }^{\circ}\text{C}$ Wärme beschleunigt die Aushärtung. Dieses Verfahren eignet sich für Kleinserien. Die Formkosten und die Werkzeugkosten sind im allgemeinen gering, dafür ist der Lohnanteil wegen der vielen Handarbeiten jedoch hoch. Es kommen Glasseidenmatten und Glas-seidengewebe zum Einsatz.

2. Das Faserspritzverfahren

Zum Belegen größerer Formen und für Auskleidungsarbeiten sind Auftragsmaschinen entwickelt worden, welche gleichzeitig Glasfaser (geschnittenen Rovingstrang) und Harz auf die zu belegende Fläche aufspritzen. Das Entlüften des Laminats wird auch dabei wie beim Handauflegeverfahren per Hand durchgeführt. In einem Vorratsbehälter wird das Harz mit einem Beschleuniger und im zweiten Vorratsbehälter Harz mit Härter angesetzt. Das Vermischen geschieht außerhalb der Spritzpistole, die gleichzeitig die Harzmischung und die geschnittenen Glasfasern in Form eines losen Filzes auf die Fläche aufspritzt. Diese Verarbeitung bringt eine gewisse Materialersparnis und eine Einsparung an Arbeitszeit. Bei der Herstellung von Formteilen ist sie nur für die Produktion großer Stückzahlen rentabel. Man kann damit etwa die gleiche Qualität wie beim Handauflegeverfahren erzielen. Wir weisen aber darauf hin, daß hierfür Erfahrungen und be-

Faserspritz-Verfahren

Harz und Glasschnittzel werden von der Maschine gleichzeitig auf die Form aufgetragen. Die Verteilung des Werkstoffs auf der Oberfläche hängt von dem handwerklichen Geschick des Spritzers ab. Die Entlüftung des Laminates wird von Hand mit der Scheibenrolle vorgenommen.



sondere Sorgfalt erforderlich sind. Gewebe werden im Handverfahren eingefügt und mit der Maschine – bei abgeschaltetem Schneidwerk – imprägniert.

Übliche Verstärkungsmittel beim Handverfahren und Harzverbrauch pro Quadratmeter

Bei Polyester/Glasseidelaminaten entscheidet das Verhältnis von Harz- und Glasanteil über die Festigkeit. Im Durchschnitt liegt der Glasanteil bei Matten im Handauflegeverfahren bei 25 bis 30 Prozent. Bei Geweben werden im Handauflegeverfahren Glasgehalte bis zu 50 Prozent erreicht. Die folgende Tabelle enthält Richtwerte über den üblichen Harzverbrauch und die Schichtdicke.

Verstärkung	Lage in der Wand	Harzverbrauch	Schichtdicke
300 g/m ² -Matte	erste Lage hinter der Feinschicht	ca. 0,9 kg/m ²	ca. 0,9 mm
450 g/m ² -Matte	zweite, dritte Lage und zwischen Geweben	ca. 1,2 kg/m ²	ca. 1,2 mm
Roving-Gewebe 580 g/m ²	im zugbelasteten Bereich	ca. 0,7 kg/m ²	ca. 0,7 mm
Roving-Gewebe 670 g/m ²	im zugbelasteten Bereich	ca. 0,8 kg/m ²	ca. 0,8 mm
Roving-Gewebe 820 g/m ²	im zugbelasteten Bereich	ca. 1,0 kg/m ²	ca. 1,0 mm
Roving-Gewebe 900 g/m ²	im zugbelasteten Bereich	ca. 1,1 kg/m ²	ca. 1,1 mm

Bei rauen Untergründen kann der Harzverbrauch bei der ersten Lage Matte bis zu 1,5 kg/m² heraufgehen, wenn Beschichtungen hergestellt werden. Dies tritt z. B. auf, wenn raue Dachpappe, Spanplatten oder Beton mit nur einer Lage Standardmatte beschichtet werden. Denn hierbei ist es erforderlich, daß harzreicher gearbeitet wird, damit alle Zwischenräume der Glasfädenbüschel mit Harz gefüllt sind, weil ja unbedingt eine Wasserdichtigkeit dieser Beschichtung erreicht werden muß. Das



Pinself zum Tränken von kleinflächigen Mattenschnitten



Flexibler Metallroller zum Entlüften des Laminates in positiven und negativen Rundungen

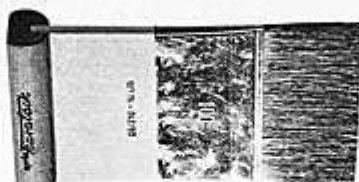


Fellroller zum Tränken großflächiger Laminats

Rillenroller zum Entlüften ebener Laminats



Dosierhilfe für MEKP-Härter



Feinschichtpinself

Faßrührer mit Klappflügeln zum Aufmischen von Harz im Faß



Die wichtigsten Werkzeuge für die Polyester-Verarbeitung

läßt sich aber auch bereits mit einer etwas dünneren Glasmatte im Gewicht von 300 g/m^2 erreichen. Die 300-g -Matte hat in der sogenannten spinngeteilten Ausführung besonders dünne Faserbüschel, so daß die Einzel-fäden in der Matte feiner verteilt sind. Dadurch erhöht sich die Zahl der Fadenkreuzpunkte. Bei der normalen Handauflegematte kann man, durch die dickeren Faserbüschel bedingt, an einigen Stellen hindurchsehen, bei der spinngeteilten feineren Matte ist das jedoch nicht möglich.

Arbeits-Ablauf beim Handauflege-Verfahren

Das Handauflege-Verfahren kommt sowohl beim Beschichten als auch bei der Herstellung von großen Formteilen und kleineren Serien zur Anwendung.

Der **Werkzeugbedarf** ist minimal, er umfaßt Lammfellroller, Scheibenroller, Pinsel, Anrührreimer, Pappbecher, Meßgläser, eine Waage bis 1 kg (Kleinansätze) und bis zu 20 kg für Laminieransätze, ein Thermometer – einen halben Meter von der Wand weg aufgehängt – Mischpropeller und Bohrmaschine für die Harzansätze sowie Widia-Bohrer, Stichsägeblätter, Diamant-Trennscheiben zur eventuellen Nachbearbeitung.

Polyester-Glaseiden-Kunststoff ist ein Schichtwerkstoff und wird lagenweise aufgebaut. Dieser Vorgang heißt **Laminieren**. Der fertige Glasfaser-kunststoff wird **Laminat** genannt.

Das Laminieren ist ein einfacher Vorgang, der im gewerblichen Bereich meist von angelernten Kräften ausgeführt wird. Diese Arbeit wird normalerweise allein oder bei größeren Objekten im Team zu drei Leuten verrichtet.

Das Polyesterharz BE wird auf die Glasmatten mit Hilfe einer Lammfell-rolle aufgetragen.

Bevor das Harz angesetzt wird, werden auf dem Mattentisch genügend Mattenstücke für einen Arbeitsgang zugerissen. Geschnittene Matten-ränder werden sorgfältig ausgezupft, so daß am Bauteil keine Kanten und Ränder sichtbar werden. Ausgezupft wird der Rand mit der Hand, mit einer Bürste, einem Metallkamm oder einem Nagelbrett. Die so vorbe-reiteten Mattenstücke werden fein säuberlich aufeinander gestapelt. Ent-sprechend werden auch Gewebebahnen vorbereitet.

Beim **Tränken der Glasfaserverstärkung** mit BE-Harz geht man etappenweise vor. Ein Drei-Mann-Team wählt bei $20 \text{ }^\circ\text{C}$ Teilflächen von etwa 4 m^2 . Dazu wird folgender Harzansatz gemacht:

5 kg BE-Harz
+ 150 g MEKP-Härter (= 3 %).

Genau diese Harzmenge wird zum Tränken von 4 m^2 Standardmatte (450 g/m^2) benötigt. Dieses Teilstück ist in etwa 20 Minuten fertiggestellt.

Entlüften der Matte mit der Scheibenrolle

Die Glasmatte wird unter der Scheibenrolle wie ein Schwamm zusammgedrückt und gibt die an den Fäden angelagerte Luft frei.



Den ersten Ansatz wählt man sicherheitshalber nur halb so groß, damit man ein wenig „üben“ kann. Es sei angemerkt, daß sich die Temperaturen im Freien sehr schnell ändern können. Damit wachsen oder verkürzen sich die Topfzeiten. Also nach der Zigarettenpause hin und wieder das Thermometer kontrollieren. Das Harz wird in Polyäthylen- (Plastik) Eimern angesetzt. An ihrer Oberfläche haftet Polyesterharz nicht, so daß die ausgehärteten Reste später einfach herausgeschlagen werden können. Der 18 cm breite Fellroller kann in diese Gefäße gut eingetaucht werden.

Der Härter wird etwa eine Minute lang mit einem Holzstab in das Harz gut eingerührt, oder mit der Bohrmaschine und einem Mischpropeller etwa 20 Sekunden lang eingemischt. Dabei soll möglichst wenig Luft mit eingerührt werden. Von nun an bleiben etwa 40 Minuten Zeit für die Harzverarbeitung.

Die Fläche, die mit der Glasmatte beschichtet werden soll, wird zunächst mit Harz + Härter vorge rollt, dann erst wird die Matte aufgelegt und mit Harz + Härter von oben her getränkt. Dieser Arbeitsgang kann auch mit einer Faserspritzmaschine durchgeführt werden. Auf diese Weise wird die Matte sowohl von der Unter- als auch von der Oberseite schnell durchfeuchtet.

Die im trockenen Zustand weiße Matte wird beim Tränken mit Harz nach kurzer Zeit dunkel und durchsichtig. Nur an harzarmen Stellen bleibt sie hell. Dort muß Harz nachgetragen werden.

Über die handwerkliche **Qualität** der Beschichtung entscheidet die Arbeit mit der Scheibenrolle.

Gibt man das Harz von oben auf die Matte, so schließt man verständlicherweise Luft in die Matte mit ein. Die Fäden der Glasmatte sind mit einem schwachen Bindemittel zusammengehalten, damit man die Matte überhaupt herstellen, wickeln und transportieren kann. Der hierzu verwendete Binder ist so eingestellt, daß er beim Durchtränken von dem im Polyesterharz enthaltenen Styrol vollständig aufgelöst wird, so daß die Glasfäden jetzt nur noch im flüssigen Polyesterharz schwimmen. Das ist etwa nach zwei Minuten Harz-Einwirkzeit der Fall.

Jetzt können die Luftblasen durch Rollen mit dem Scheibenroller ausgewalzt werden. Die Scheibenrolle wird langsam hin und her bewegt. Schlecht entlüftete Lamine haben besonders bei wasserbelasteten Teilen einen negativen Einfluß auf die Lebenserwartung.

Angrenzende Matten- und Gewebestücke werden am Stoß etwa fünf Zentimeter überlappt. Die ausgedünnten Ränder der Matten ergeben dabei kaum eine Verdickung.

Hinweise zur Arbeit mit Glas und Harz

Falten und Stöße können bei Matten nach der Auflösung des Binders (ca. 2 Minuten) durch Verschieben der Glasfäden glattgewalzt werden. Ist die Falte sehr groß und hartnäckig, so wird sie aufgerissen. Anschließend werden die beiden Ränder übereinandergelegt und ausgewalzt. Gewebe müssen stets faltenfrei verlegt werden. Es ist auch darauf zu achten, daß die Fäden keine Schlangenlinien bilden. Geradlinig verlegte Fäden werden ihrer Aufgabe als Zuelement besser gerecht.

Bei geschickter Verlegung wächst so die Schichtdicke auch bei den Überlappungen kaum an. Sind trotzdem störende Unebenheiten vorhanden, lassen sie sich nachträglich durch Schleifen und Spachteln beseitigen.

Unterbrechen der Laminierarbeiten

Polyesterharz härtet an der Fläche, die der Luft zugekehrt ist, nicht vollkommen aus. Diese Eigenschaft bringt den Vorteil, daß sich selbst nach mehreren Tagen Pause die nächste Schicht Polyesterharz durch chemische Vernetzung mit der alten Schicht verbindet. Untersuchungen haben jedoch ergeben, daß ein zügiges Arbeiten die Qualität des Laminats verbessert. Wird die Arbeit innerhalb der verstärkten Schichten unterbrochen, so soll stets am nächsten Tag mit einer Glasmatte begonnen werden. Als erste Schicht nach einer Unterbrechung wird also kein Gewebe eingesetzt.

Man achte vor Unterbrechungen unbedingt darauf, daß alle auftapezierten Glasstücke vollständig getränkt und entlüftet sind. Halbgetränktes Glasmaterial „steht auf“ und muß abgeschliffen werden.

„Naß in naß“ auftapezieren

Diese Arbeitsweise erspart Harz, weil Lage 2 auf die frischgetränkte d. h. noch „nasse“ Lage 1 auftapeziert wird, daher die Bezeichnung.

An der Senkrechten ist das flüssige Harz nicht fähig, mehr als eine Glaslage auf dem Untergrund festzuhalten. Tapeziert man (naß-in-naß) zwei oder mehr Lagen auf, gerät die Haut ins Rutschen oder fällt ab. Auf senkrechten und auf Überkopfflächen zum Beispiel bei der Schwappkante eines Schwimmbeckens muß daher jede Lage für sich anhärten, ehe man die nächste Schicht auflegt.

Beseitigung von Unebenheiten und Luftblasen

Ist die letzte Glaslage vollständig angehärtet, so wird mit einem Schleifklotz und grobkörnigem Papier die Fläche einmal Übergeschliffen. Dabei brechen aufrechtstehende Glashaare ab.

Unebenheiten in der Oberfläche werden mechanisch mit grobem Schleifpapier (Körnung 60) oder mit dem Stemmeisen entfernt. Findet man solche Fehlstellen schon nach der ersten oder zweiten Glaslage, so wer-

den sie gleich entfernt. Sie würden mit der nächsten Lage nur größer. Luftblasen bis zu 0,5 mm ϕ schleichen sich beim Handauflegeverfahren leicht ein, sind jedoch keine Gefahr, solange sie vereinzelt auftauchen. Häufungen feiner Luftblasen lassen sich mit sorgfältigem Entlüften durch die Scheibenrolle vermeiden. Größere Luftblasen werden aufgestochen und mit Spachtelmasse verfüllt.

Ablauf eines Beschichtungsvorganges

Polyester + Glasseide-Beschichtungen sind grundsätzlich möglich auf:

- Beton
- Estrich
- verputztem Mauerwerk
- alten Teerpappdächern
- Spanplatten, Sperrholz, Hartfaserplatten (nicht geeignet sind jedoch Nut-Feder-Bretter wie sie für Dächer verwendet werden)
- Eisen
- Gipskartonplatten und Gipsfaserplatten
- Erdreich unter Zwischenschaltung einer flüssigkeitssperrenden Schicht, z. B. aus Bitumenpapier oder gipsgetränkter Jute
- PVC-Plattenware und Rohre.

Das Verhalten von Polyesterlaminat auf anderen Untergründen ist in der folgenden Tabelle wiedergegeben

Im folgenden wird der Ablauf einer Beschichtung beschrieben, wie sie zum Beispiel bei einer Terrasse durchgeführt wird.

Grundsätzlich ist bei jeder Beschichtung ein fester Verbund zwischen Laminat und Untergrund anzustreben. Dieser kann sich in günstigen Fällen ohne besondere Vorbehandlung des Untergrundes einstellen, wird allerdings in der Regel durch eine Haftgrundierung gezielt herbeigeführt.

Eine solche Grundierung stellen lösungsmittelhaltige Ein-Komponenten-Polyurethane wie GEVIVOSS G 4 dar. Sie kommen generell bei der Beschichtung von mineralischen Untergründen wie Beton, Estrich etc. aber auch bei Eisen zum Einsatz. Die Haftgrundierung dringt aufgrund ihrer Düninflüssigkeit tief ein, sperrt Wassereinflüsse aus dem Untergrund ab und sorgt zugleich für eine mechanische und chemische Verankerung der Beschichtung, indem sie sich in den Poren des Untergrundes verkrallt und – bei Einhaltung einer gewissen Zeitspanne zwischen Grundierung und Beschichtung – eine chemische Verbindung zwischen dem Polyurethanharz der Grundierung und dem Polyesterharz der Beschichtung entstehen läßt.

Material	Verträglichkeit	Haftung
Polystyrol-Hartschaum	schlecht wird aufgelöst	–
Polyurethan-Hartschaum	gut	gut
ABS	wird leicht angelöst	sehr gut
Polyäthylen	gut	keine, als Trennmittel geeignet
PVC – hart	gut	nach Anlösung mit Methylenchlorid oder Tetrahydrofuran: gut; Spezial-Kontaktharz W 35 verwenden
PVC – weich	quillt an	schlecht
Hostaphanfolie	gut	keine (als Trennmittel geeignet)
Duroplast-Kunststoffe	gut	nur nach Anschleifen und Haftgrund-Vorbehandlung – sonst durch glatte Oberfläche beinahe selbsttrennend
Teer, Bitumen Asphalt	schlecht, wird gelöst	schlecht, mit Ausnahme von verwitterter Teerpappe
Terrazzo	gut	keine Haftung
gebrannte Kacheln	gut	keine Haftung
Eisen, Stahl	gut	nach Anschleifen und Haftgrundierung mit G 4 oder Polyester-spachtel: gut
Buntmetalle	gut	schlecht
Glas	gut	keine Haftung

Verträglichkeit und Haftung von Polyesterharz und verschiedenen Untergründen

Haftgrundierung und Untergrundvorbereitung

Bei einer Terrassenbeschichtung wird der trockene Untergrund nach Reinigung von Staub und Fettresten mit G 4-Haftgrund übergerollt. Falls eine mit Schlämme verschlossene Estrichfläche vorliegt, ist diese mechanisch mit einer Drahtbürste, thermisch mit einem Flammbesen oder chemisch mit verdünnter Salzsäure anzurauen.

Zum Absäuern empfiehlt sich eine Mischung aus ein bis zwei Teilen Wasser und einem Teil 36%iger technischer Salzsäure, die mit einer Plastik-Gießkanne aufgebracht wird. Dabei sind Schutzhandschuhe, Gummistiefel und eine Schutzbrille zu tragen, und es muß sorgfältig während der Arbeit gelüftet werden. Beim Verdünnen von Säure stets Säure in Wasser gießen, nie umgekehrt, da starke Spritzergefahr. Es empfiehlt sich außerdem, bei diesen Arbeiten alte Kleidung zu tragen.

Nach Eintritt einer sichtbaren Anrauhung wird die gesamte Fläche mit viel Wasser gespült, so daß die bei der Umsetzung von Säure und Schlämme entstandenen Salze sowie Säurereste gründlich entfernt werden. Dabei leistet ein Schrubber gute Dienste. Bevor der Haftgrund aufgetragen werden kann, muß die Fläche vollständig austrocknen. Das dauert auch bei trockener Witterung mindestens zwei Tage.

Der Haftvermittler G 4 wird aufgetragen

G 4 ist im Anlieferungszustand gebrauchsfertig. Die Kanne muß gut verschlossen gehalten werden, sonst bildet sich zunächst an der Oberfläche eine Haut, und es folgt eine allmähliche Eindickung des Materials.

G 4 wird mit einer Fellrolle aufgetragen. Dabei die Fellrolle langsam hin- und herbewegen. So wird keine Luft in die Flüssigkeit getragen.

Bei der Arbeit mit G 4 soll man mit Handschuhen oder eingecremten Händen arbeiten. Kommt G 4 auf die Haut, ist es mit Lösungsmittel sofort abzuwaschen, bevor es in die Hautporen eindringt oder fest wird.

Im Zeitraum von einer halben Stunde bis zu vier Stunden nach dem G 4-Auftrag soll der erste Kontakt mit Polyesterharz erfolgen. Wird diese Zeitspanne eingehalten, so kommt es zu einem ausgezeichneten Verbund zwischen Unterbau und Beschichtung.

Der nächste Schritt — Auftragen des Sperrgrundes

Der Sperrgrund besteht aus BE-Harz, also vorbeschleunigtem Harz, dem der Verarbeiter noch zusätzlich 0,3 % Kobalt-Beschleuniger und später 3 % MEKP-Härter zur Aushärtung zusetzen muß.

Er wird ohne Glaseinlage innerhalb von vier Stunden mit dem Fellroller auf die mit G 4 vorbehandelte zu beschichtende Oberfläche aufgerollt. Er versiegelt die Oberfläche, so daß die Glasfasern keine direkte Berührung mit dem Untergrund haben. Saugt der Untergrund stark, so muß dieser Arbeitsgang wiederholt werden.

An der der Luft zugekehrten Fläche bleibt diese Schicht leicht klebrig und sorgt so für eine gute Haftung der Glas-Harz-Schicht auf dem Unterbau.

Die Glas-Harz-Beschichtung soll frühestens nach 2 Stunden, spätestens nach etwa acht Tagen erfolgen.

Der Sperrgrund hat bei 20 °C Untergrundtemperatur eine Topfzeit (Verarbeitungszeit bis zur Gelierung) von 20 Minuten.

Ansatzrezept für Sperrgrund:

- 5.000 g Polyesterharz BE
- + 15 g Kobalt-Beschleuniger
- + 150 g MEKP-Härter

Insgesamt 5.165 g Sperrgrund, ausreichend für eine Fläche von 25 m².

Mit diesem Sperrgrund wird die gesamte Beschichtungsfläche abgerollt. Auf diese Weise ist sichergestellt, daß kein Polyesterharz aus der Matte in den Untergrund abläuft. Nach einer bis eineinhalb Stunden kann man mit dem Auftragen der Glas-Harz-Schicht beginnen.

Die tragende Glas-Harz-Schicht

Der eigentliche Beschichtungsaufbau erfolgt anschließend mit einer Lage 450 g/m² Glasmatte nach dem auf Seite 35 geschilderten Handauflegeverfahren. Dieser Laminatbestandteil ist der eigentlich Festigkeit gebende Teil und wird deshalb von Fall zu Fall in seiner Lagenzahl und in den Verstärkungsmitteln (Matten und Gewebe) den Erfordernissen entsprechend angepaßt. Bei Beschichtungen von Schwimmbecken sind zum Beispiel drei Lagen Glasmatte üblich.

Farbversiegelung als Abschluß

Die Farbversiegelung ist Farbträger und ein Teil der Schutzschicht für die Glasfaser zur bewitterten oder Wassereinflüssen ausgesetzten Seite hin.

Sie besteht aus BE-Harz, dem der Verarbeiter 0,3 % Kobalt-Beschleuniger zusätzlich und 20 % Farbpaste sowie – zur Aushärtung – 3 % MEKP-Härter zugibt. Sie wird ohne Glaseinlage aufgerollt.

Die Topfzeit der Farbversiegelung entspricht der des Sperrgrunds (20 Minuten bei 20 °C). Die Versiegelung wird ebenfalls mit der Rolle aufgetragen und bleibt an der Luftseite klebrig. Deshalb muß sie mit LT-Lack abgedeckt werden. Nach frühestens einer Stunde kann die Schlußlackieung aufgebracht werden.

Achtung: Die Farbpaste (und Kobalt) wird dem gesamten Ansatz zugemischt, um Farbtongleichheit zu erreichen.

Nur MEKP-Härter wird mit Rücksicht auf die Topfzeit teilweise zugesetzt.

Ansatzrezept für die Farbversiegelung:

5 kg BE-Harz
1 kg Farbpaste
18 g Kobalt-Beschleuniger
180 g MEKP-Härter

6.198 g für 25 m² Oberfläche = 250 g/m²

Schlußlackierung

Die Schlußlackierung hat die Aufgabe, eine klebfreie Oberfläche zu schaffen und trägt zudem wie die Farbversiegelung dazu bei, daß die Glasfasern mit einer ausreichend dicken Harzschicht überdeckt werden. Der Abschlußlack wird farblos geliefert und kann durch Zugabe von 5 % Farbpaste, wie sie auch bei der Farbversiegelung verwendet wurde, nach Wunsch eingefärbt werden. Die Farbpaste wird zur Erzielung eines einheitlichen Farbtones der Gesamtmenge an Schlußlack zugegeben. Der MEKP-Härter wird wieder teilweise eingerührt. Wegen seiner lufttrocknenden, d. h. klebfreien Oberfläche wird der Abschlußlack in der Regel als LT-Lack bezeichnet. Als Auftragswerkzeug für die Schlußlacke wird meist ein Fellroller benutzt.

Eine noch bessere Oberfläche erzielt man durch anschließendes Ausstreichen mit einem Feinschichtpinsel quer zur Auftragsrichtung (Kreuzgang). Ein nachträgliches Ausbessern des noch flüssigen Lackes, zum Beispiel zur Beseitigung von Läufern, führt mit Sicherheit zu Oberflächenfehlern. Der Lack bildet nämlich zur sachgemäßen klebfreien Aushärtung einen Film an seiner Oberfläche, der durch jegliche Nacharbeit zerstört würde. Die reparierte Stelle würde später vom Wasser angegriffen.

Da sich Feuchtigkeit durch die Verdunstungskälte vorzugsweise auf Fellrollern und Pinseln niederschlägt, wenn sie in Lösungsmitteln ausgewaschen werden, kann Wasser ins Harz gelangen. Dies ist eine Folge des Wärmeentzuges beim Abdampfen der Reinigungsmittel. Die niedergeschlagene Feuchtigkeit führt zu Fehlstellen in Harz und Lack. Deshalb sollten gebrauchte Roller nach dem Reinigen gründlich ausgeschlagen und erst nach längerer Zeit wieder benutzt werden. Da neue Roller und Pinsel zum „Fusseln“ neigen, empfehlen sich für den Auftrag des Abschlußlackes gebrauchte, eingearbeitete Werkzeuge, die sorgfältig ausgewaschen und gut getrocknet wurden.

Welche LT-Typen für welchen Zweck?

Wie bereits gesagt, stehen zwei LT-Lacktypen

LT 30 B

und LT 35 B

zur Verfügung. Beide Lacktypen sind bereits mit **Kobalt-Beschleuniger** versehen (daher der Zusatz B) und werden zur Aushärtung mit drei Prozent MEKP versetzt, nachdem die Farbpaste untergemischt wurde.

Polyesterlack LT 30 B wird als Abschlußlack bei Dachbeschichtungen, Gartenteichen und allen Formteil-Rückseiten (z. B. Innenseite der Ortgang-Verkleidung) benutzt. Seine Verarbeitungstemperatur muß zwischen 18 und 25 °C liegen.

Der Schlußlack LT 35 B ist höher chemikalienbeständig als LT 30 B und kommt deshalb speziell bei allen wasserbelasteten Laminaten zum Einsatz. Darüberhinaus ist LT 35 B auch noch bei einer Temperatur von + 10 °C einwandfrei zu verarbeiten. Bei dieser niedrigen Temperatur muß ihm jedoch als Zusatzbeschleuniger Diäthylanilin (DAA) beigegeben werden.

Es gelten folgende Ansatzrezepte:

Temperatur der Beschichtungsfläche	Ansatz mit einer Topfzeit von 10 bis 15 Min.
18–25 °C	LT 35 B + 5 % Farbpaste + 3 % MEKP
15 °C	LT 35 B + 5 % Farbpaste + 1 % DAA + 3 % MEKP
10 °C	LT 35 B + 5 % Farbpaste + 3 % DAA + 3 % MEKP

Diese Rezepturen in Abhängigkeit von der Temperatur müssen streng eingehalten werden, da sonst die zur klebfreien Aushärtung benötigte kurze Topfzeit überschritten würde. Andererseits darf die Oberfläche beim LT-Lackauftrag nicht wärmer als 25 °C und auch nicht direkt von der prallen Sonne beschienen sein. Ist die Beckenwand wärmer als 25 °C kann der LT-Lack nicht mehr verarbeitet werden. Er härtet dann so schnell, daß er auf der Sonnenseite keine klebfreie Oberfläche bilden kann. Eine so hohe Temperatur tritt auf der Beckenwand nur auf, wenn sie intensiv von der Sonne bestrahlt wird. Also:

LT-Lack nicht bei starker Sonneneinwirkung auftragen.

Der LT-Lack muß bei 20 °C acht Tage durchgehärtet sein, bevor eine Belastung durch Wasser erfolgt. Zu früh belastete Flächen sind nicht so chemikalienbeständig wie gut durchgehärtete. Der Verbrauch von LT-Lack beträgt ca. 250 g pro m².

Bei 20 °C kann sich ein Drei-Mann-Team folgenden Ansatz für ca. 25 m² Oberfläche mischen:

5 kg =	5.000 g LT 35 B
+ 5 % = $5.000 : 100 \times 5 =$	250 g Farbpaste
<hr/>	
zusammen	5.250 g LT 35 B, farbig
+ 3 % = $5.250 : 100 \times 3 =$	ca. 160 g MEKP-Härter
<hr/>	
ergibt	5.410 g Fertigmateriale

Muß der niedrigen Temperatur wegen mit dem Zusatzbeschleuniger DAA gearbeitet werden, sieht die Rechnung folgendermaßen aus.

Beispiel für 10 °C auf der Beckenwand und 3 % Zusatzbeschleuniger:

5 kg =	5.000 g LT 35 B
+ 5 % = $5.000 : 100 \times 5 =$	250 g Farbpaste
<hr/>	
zusammen:	5.250 g LT 35 B, farbig
+ 3 % = $5.250 : 100 \times 3 =$	ca. 160 g Zusatzbeschleuniger DAA
<hr/>	
zusammen	5.410 g LT-Lack farbig, mit DAA
+ 3 % = $5.410 : 100 \times 3 =$	ca. 160 g MEKP-Härter
<hr/>	
ergibt	5.570 g Fertigmateriale

Achtung! Mögliche Fehlerquelle ausschalten!

Zu niedrige Temperatur des Untergrundes läßt den LT-Lack nicht einwandfrei härten.

Deshalb nicht nur die Lufttemperatur, sondern besonders mit einem zweiten Thermometer die Temperatur des Untergrundes prüfen. Beim LT-Lack-Auftrag **muß** die Untergrund-Temperatur bekannt sein. Das „Temperaturfühlen“ mit der Hand täuscht häufig sehr.

Bedenken Sie: Der Untergrund kann zum Beispiel durch Kontakt mit dem Erdreich erheblich kühler sein als die Luft. Es lohnt sich, notfalls für den LT-Lack-Anstrich auf einen wärmeren Tag zu warten.

Tip: Eine einfache Methode, die Temperatur der Oberfläche zu messen: Legen Sie ein Thermometer umgedreht auf den Untergrund und decken Sie es mit einem Stück Alufolie ab. Nach 10–15 Minuten können Sie dann die wirkliche Oberflächentemperatur ablesen. Noch besser ist die Verwendung eines Thermostreifens, der direkt auf den Untergrund geklebt wird. Er zeigt die Objekttemperatur über Farbumschlag oder Ziffern am genauesten an.

Verbesserung der Polyesteroberfläche

Die harzgetränkte Glasmatte hinterläßt eine gewisse Struktur, die bei der Reinhaltung des Beckens im allgemeinen nicht stört. Bei höheren Ansprüchen an die Beschichtungs Oberfläche wird mit Polyester-Spachtelmasse Ferro-Fix oder KK-Plast gespachtelt. Der Verbrauch liegt bei etwa 200 bis 250 g je Quadratmeter. Die Spachtelmasse ist sehr leicht schleifbar, am besten mit einem Schwingschleifer und Schleifpapier Körnung 60. Dieser Arbeitsgang wird einmal wiederholt und dann mit Körnung 120 geschliffen. Anschließend folgen Farbversiegelung und LT-Lack. Da Spachtelmasse nicht so wasserfest ist wie ein Laminat, wird bei Warmwasser- und Chemikalienbecken nach dem Spachteln und Schleifen eine Glaslage zusätzlich auftapeziert. Diese Lage wird dann direkt geschliffen und geht dabei zum Teil verloren.

Topfzeit-Veränderung durch Farbpaste?

Zum Einfärben von Polyester-Laminierharz und LT-Lack werden spezielle Polyester-Farbpasten eingesetzt. Andere Farbpasten wie sie zum Beispiel Maler zum Abtönen verwenden, sind absolut ungeeignet. Bei vorbeschleunigten Harzen und Lacken können einige Farbpasten die Topfzeit verlängern. Da der LT-Lack eine Topfzeit von 10 bis 15 Minuten aufweisen muß, kann es deshalb notwendig werden, die durch die Farbpastenzugabe verlängerte offene Zeit mit etwas Kobalt-Beschleuniger wieder auf 15 Minuten zu verkürzen.

Die notwendige Kobaltmenge wird anhand eines 100-Gramm-Testansatzes ermittelt.

Kurz-Rezept für eine Beschichtung

Im allgemeinen gliedert sich eine Beschichtung in folgende Verfahrensschritte:

- 1. Vorbereiten des Untergrundes**
Reinigen – Aufschließen der Poren
- 2. Auftragen des Haftgrundes**
- 3. Auftragen des Sperrgrundes innerhalb von $\frac{1}{2}$ bis 4 Stunden nach Haftgrundierung**
- 4. Aufbau der lastaufnehmenden Glas-Harz-Schicht aus einer oder mehreren Lagen Glasseide und Harz. Jede Lage für sich mit Harz tränken und sorgfältig entlüften.**
- 5. Eventuelle Egalisierung der Oberfläche mit Polyesterspachtelmasse.**
- 6. Farbversiegelung**
- 7. Schlußlackierung mit LT-Lack**

Polyester-Formteile aus der Negativform

Polyester-Formteile werden überwiegend in Negativformen gefertigt. Sie erhalten dabei eine einseitig glatte Oberfläche. Eine Negativform stellt sozusagen den Abdruck des Bauteils dar, das hergestellt werden soll.

Die Spielformen der Kinder im Sandkasten sind Negativformen. Das Polyester-Formteil entspricht dem Kuchen, der darin „gebacken“ wird.

Während bei Beschichtungen die im letzten Arbeitsgang hergestellte Fläche die Sichtseite bildet, ist das bei Formteilen genau umgekehrt.

Die zuerst eingebrachte Schicht ist dem Betrachter zugewandt. Während des Baues ist diese Seite der Form zugekehrt. Die Form bestimmt also die spätere Kontur und die Oberflächenqualität.

Feinschicht

Wie bei den Beschichtungen soll die Außenschicht auch bei der Herstellung von Formteilen in einer Negativform sehr harzreich sein. Man verwendet hier Feinschichtharz, das besonders eingestellt ist und nicht mit Glas armiert wird.

Feinschichtharz kann bereits eingefärbt, oder auch farblos bezogen werden. Es kann vorbeschleunigt sein und hat dann bei 20 °C eine Topfzeit von ca. 20 Minuten. Zur Aushärtung werden 3 % MEKP-Härter zugesetzt.

Im flüssigen Zustand ist die Feinschicht etwa so dickflüssig wie frische Zahnpasta. Sie wird mit einem 10 cm breiten, flachen Feinschichtpinsel auf die Formoberfläche gestrichen. Der Verbrauch beträgt 500 bis 800 g/m².

Feinschicht kann durch längere oder stärkere Styrol- bzw. Harzeinwirkung wieder zum Anquellen gebracht werden, wodurch eine sogenannte Elefantenhaut entsteht.

Für die Weiterarbeit nach der Feinschicht ergibt sich deshalb folgende Arbeitsweise:

Schnellversiegelung oder zweite Feinschicht

Die Feinschicht soll gut angehärtet sein. Deshalb mindestens eine oder höchstens drei Stunden warten, bis eine Schnellversiegelung aus Polyester-Laminierharz mit 20 Minuten Topfzeit (z. B. Type BE + 0,3 % Kobalt-Beschleuniger oder Polyester-Schnellversiegelung W 35 B) aufgetragen werden kann. Anstelle der Schnellversiegelung kann auch eine zweite Feinschicht aufgebracht werden. Die zweite Feinschicht wird jedoch auf die eben angelierte erste Schicht aufgestrichen, also nach ca. 20 bis 30 Minuten, wenn sie gerade nicht mehr am leicht darübergeführten Fingernagel „schmiert“. Wartezeit bis zur ersten Glas-Harz-Lage mindestens eine Stunde.



Aufbringen der Feinschicht

Eingefärbtes Feinschichtharz wird mit dem Feinschichtpinsel aufgetragen. Das Verfahren erscheint primitiv, entlüftet die Feinschicht jedoch noch am besten. Je Quadratmeter Formfläche werden etwa 600 g Feinschichtharz benötigt. Die Filmdicke beträgt dann 0,5 mm.

Die tragende Wandung aus Glas und Harz

Wie beim Beschichtungsverfahren wird dieser Teil der Wandung aus Glasverstärkungen und Harz lagenweise aufgebaut. Als erste Lage hinter der Feinschicht wird stets eine spinngeteilte 300 g/m²-Matte eingesetzt. Bei Formteilen zum Bau von Warmwasser- oder Chemikalien- bzw. Industriebecken wird die 300 g/m²-Matte Typ EPS verwendet. In Versuchen hat sich herausgestellt, daß dieser Mattentyp in Verbindung mit geeigneten Feinschicht- und Laminierharzen für das Bauteil eine besonders gute Beständigkeit gegen flüssige Belastungen erbringt.

Farbversiegelung?

Auf eine Farbversiegelung wird in aller Regel bei Formteilen verzichtet, da sie ja zur Witterungsseite durch die Feinschicht geschützt und dekorativ gestaltet sind. Sofern allerdings die Laminat-Rückseite sichtbar oder einer Bewitterung bzw. sonstigen Beanspruchung (z. B. bei Pflanzkübeln aus GFK) ausgesetzt ist, wird eine Farbversiegelung nach dem Muster einer Beschichtung durchgeführt. Aus optischen Gründen kann auch eine Egalisierung der leichten Glasmattenstruktur erfolgen. Wie Laminierharz bleibt auch die Farbversiegelung an der Luftseite leicht klebrig.

Rückseiten-Versiegelung mit Polyester LT-Lack

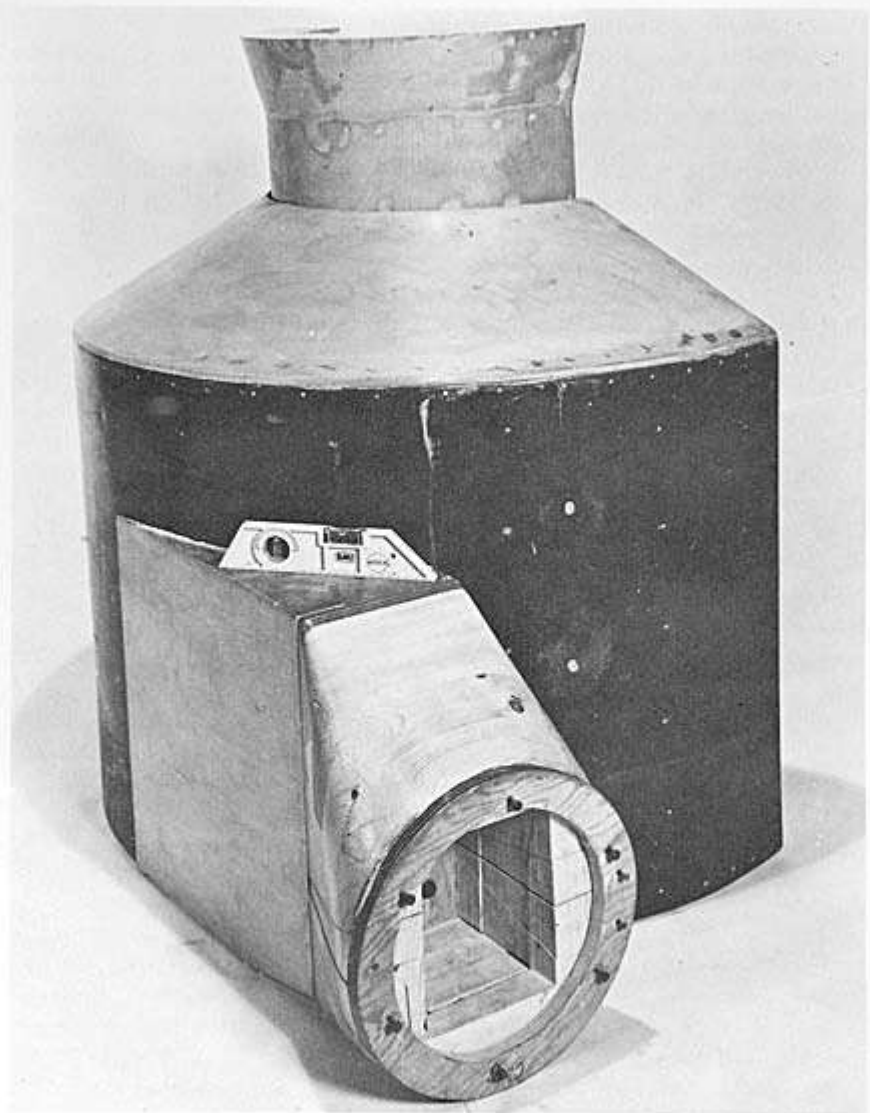
Der oberflächliche Klebeeffekt des Laminierharzes bzw. der Farbversiegelung wird durch den nachfolgenden Anstrich mit Polyester-LT-Lack unter Beachtung der Temperaturgrenzen neutralisiert. Zugleich erhält die Laminat-Rückseite einen zuverlässigen Schutz.

Formenbau

Positiv für den Formbau – aus welchem Material?

Das menschliche Auge ist daran gewöhnt, alle Dinge im Positiv zu sehen. Außerdem läßt sich ein Kern mit positiven Rundungen am schnellsten bearbeiten. Daher empfiehlt es sich, zuerst einen Positivkern anzufertigen, weil man die Umriss- und die Proportionen dann besser abschätzen und damit die Schönheit des Kerns beurteilen kann. Je nach Größe des Modells wird man das erste Modell aus unterschiedlichen Materialien anfertigen, und zwar aus:

1. Balsa-Holz (oder anderem gleichmäßigem und weichem Holz)
2. Spanplatten oder Hartfaserplatten
3. Resopal- oder Hornitexplatten mit harter Melaminoberfläche
4. Alu- oder Eisenblech (möglichst Tiefziehqualität mit glatter Oberfläche)
5. Gips-, Moltfill- oder Polyester-Spachtelmasse
6. Plexiglas
7. Polyurethan-Hartschaum



Kernform für einen Behälter

Die Form ist als Halbmodell mit abnehmbaren Kernen für die Anschlußstutzen gefertigt. So konnten Vorder- und Rückseite auf einem Modell hergestellt werden. Der Anschlußstutzen wird zur Entformung am Kreisübergang zerlegt.

Bei der Materialwahl für den Kern ist zu beachten:

1. Weichholz und Hartholz, wie Tanne, Kiefer, Fichte, Buche, Esche, Birke und Pappel usw. verändern sich durch Luftfeuchtigkeit bereits erheblich. In der Breite können sie sich bis zu 10 % vergrößern oder verkleinern, in der Länge nur um etwa ein bis zwei Prozent. Dadurch können erhebliche Ungenauigkeiten und Verziehungen eintreten. Balsaholz ist zwar wesentlich teurer, hat aber den Vorteil, daß es bei Feuchtigkeitsänderungen nur sehr wenig arbeitet.
2. Spanplatten haben den großen Vorteil, daß sie sich kaum verziehen. Dafür haben sie eine gröbere Oberfläche, die man später egalisieren muß. Hartfaserplatten dagegen neigen zu erheblicher Wasseraufnahme und damit zum Verziehen. Es gibt aber sogenannte ölgehärtete Hartfaserplatten, die kaum Wasser aufnehmen und stets gerade bleiben.
3. Resopalplatten haben bereits eine erstklassige Oberfläche, so daß die bei Hölzern notwendige umfangreiche Nachbearbeitung zur Glättung entfällt. Auch Glasplatten oder Glasoberflächen sind als Form ideal.
4. Blechplatten aus Eisen, Aluminium oder Buntmetallen haben fast stets eine gute Oberfläche und sind daher als Formoberfläche sehr gut zu verwenden. Natürlich sind hochglänzende oder verchromte Flächen noch besser.
5. Zur Abrundung von Ecken oder Verspachtelung von Fugen und Unebenheiten wird bei sehr großen Formen häufig Gips eingesetzt, weil er sehr billig ist. Etwas besser zu schleifen ist dagegen Zellospachtel. Er hat jedoch wie Gips den Nachteil, daß er einen oder mehrere Tage zum Trocknen benötigt. Dagegen ist Polyester-Spachtel bereits nach 15 Minuten schleifbar. Gips und Moltofill sind porös und müssen nach dem Trocknen mit DD-Lack versiegelt werden. Formen und Modelle, bei denen Gips oder Moltofill verarbeitet wurde, überstehen nur eine Entformung und brechen. Sie müssen daher ständig ausgebessert werden. Sollen mehrere Abdrücke genommen werden, so wählt man besser Polyester-Spachtelmasse.
6. Plexiglaskuppeln eignen sich sehr gut als Form. Man kann daher von einer Plexiglaskuppel direkt eine Negativform abnehmen und in dieser Form dann weitere Abdrücke der gleichen Kuppel aus Polyester-Glas-seide anfertigen.
7. Polyurethan-Hartschaum ist geeignet, wenn die Oberfläche gründlich verspachtelt und versiegelt wird. Sehr leichter Schaum ist nicht geeignet. Das Raumgewicht soll möglichst 40 kg/m³ aber besser noch 80 bis 100 kg/m³ betragen. Ein schwerer Schaum läßt sich auch besser mit der Raspel, Feile oder Schmirgelpapier bearbeiten.
8. Sehr gut geeignet für den Kernbau sind auch sogenannte Betonschalungsplatten, die bereits im Lieferzustand eine glatte und chemikalienbeständige Oberfläche besitzen.

Die Negativform

Negativformen können durch das Abformen eines Positivs oder für geradflächige Bauteile auf direktem Wege durch den Bau einer Plattenform gewonnen werden.

Ist ein Positiv vorhanden, kann es vorteilhaft mit Polyester + Glasseide abgeformt werden. Alle Bootsbauer z. B. arbeiten in Polyester-Formen. Es kann auch Gips oder Silicon-Kautschuk (besonders flexibel) eingesetzt werden.

Für den Bau von Negativformen ohne Urmodell kommen Hartfaser-, Span-, Sperrholz-, Hornitex-, Sichtbeton-Schalungsplatten, Metall-Blech und Glasplatten zum Einsatz.

Oberflächenbehandlung von Formen

Versiegeln und Schleifen einer Form

Sperrholz-, Hartfaserplatten und Gips haben eine poröse Oberfläche, die in der Qualität zur Herstellung glänzender und glatter Teile nicht ausreicht. Daher müssen diese Werkstoffe durch Oberflächenbehandlung auf die erforderliche Qualität gebracht werden, um nachher makellose Abdruckteile zu erhalten. Hartfaserplatten behandelt man am besten mit DD-Lack. Nach ein- oder zweimaligem Auftrag wird die Oberfläche zunächst rauher als vorher, weil durch die Lösungsmittel Faserteilchen aufstehen. Mit DD-Lack fixiert, können sie durch Schleifpapier abgeschliffen werden. Dann erfolgt ein weiterer Anstrich mit DD-Lack.

Für den ersten Schleifvorgang benutzt man noch Schleifpapier der Körnung 150. Der zweite Schleifvorgang wird dann mit Körnung 250 ausgeführt. Dann wird wiederum mit DD-Lack lackiert und mit der Körnung 400 geschliffen. Eine absolut ebene Fläche erreicht man, wenn mehrmals lackiert und zwischendurch mit 400er Wasserschleifpapier naß mit einem Gummiklotz geschliffen wird. Eine optische Kontrolle beim Lackieren und Schleifen läßt sich durch unterschiedliche Einfärbung des farblosen DD-Lackes mit drei bis fünf Prozent Moltopren-Farbpaste für jede Lackschicht erreichen.

Für plane Flächen kann man auch einen Vibrations-Rutscher benutzen. Alle Rundungen müssen aber von Hand geschliffen werden. Ein rotierender Schleifer wäre völlig ungeeignet, weil dieser wieder durch die verschieden hohe Umfangsgeschwindigkeit des Tellers Rillen verursachen und die mühsam aufgebaute ebene Fläche zerkratzen würde. Oft zeigt sich beim Schleifen, daß man nachspachteln muß. Das kann auf DD-Lack nur mit Polyesterspachtelmasse geschehen.



Formteil von einer Negativ-Kernform

Der Behälter wurde in zwei Hälften hergestellt, dann zusammengebaut und mit den beiden Versteifungsringen versehen. Die beiden Flansche wurden mit anlamiert. Der obere Einlauf ist separat gefertigt und nachträglich antapeziert worden.

Trennmittel

Um eine Haftung des Fertigteils auf der Formoberfläche zu verhindern, werden Trennmittel verwendet. Man unterscheidet: Trennfolie, Trennwachs, Trennlack, teflonhaltige Trennmittel und eingebaute Trennmittel.

Trennfolien werden in Gestalt von Hostaphan®- oder Mylar®-Folie (nicht dehnbar) bei der Abformung planer oder einseitig gekrümmter Flächen bei Zylindern, Lichtbahnen usw. eingesetzt. Sie können wiederverwendet werden. Der Basiswerkstoff, gesättigte Polyester (Terephthalsäure), ist lösungsmittelbeständig, im Gegensatz zu Triacetat- und PVC-Folien, die vom Styrol angelöst werden und dem Formteil zu einer gerunzelten Oberfläche verhelfen. Folie auf Basis von Polyvinylalkohol mit ihrer hohen Dehnfähigkeit können zur Herstellung bombierter Teile (z. B. Lichtkuppeln) verwendet werden.

Die folgende Zusammenstellung soll eine Übersicht über die gebräuchlichsten Trennmittel und ihre Daten geben.

Trennmittel	Lieferzustand	Abformungen	Bemerkungen
Hostaphan®-Folie	fest	mehrere	nur für einseitig gekrümmte Flächen
Standard-Trennwachs	flüssig	wenige	vornehmlich für Einzelbauten in Verbindung mit Trennlack
Spezial-Trennwachse	pastös	mehrere	gute Trennwirkung und gute Oberfläche
teflon-haltige Trennmittel	flüssig, auch als Spray	mehrere	sehr gute Trennwirkung und Oberfläche, z. T. lange Abluftzeit
Trennlack	flüssig	eine	Im Handverfahren als Zusatz zum Trennwachsfilm, für wasserbelastete Teile nicht geeignet

Trennmittel und ihr Einsatz

Trennwachs wird als Paste oder Flüssigkeit auf die Formenoberfläche aufgetragen. Nach wenigen Minuten sind die Lösungsmittel abgedampft, und der Wachsfilm wird nachpoliert. Wachse verschließen Poren und können – besonders bei neuen Formen oder Kernen – mehrmals eingebracht werden. Nach wieviel Entformungen der Wachsaustrag wiederholt werden muß, hängt von der Gestalt und Größe des Formteils und von der Trennmittel-Qualität ab. Da die Trennfilmstärke mit jedem Auftrag ungleichmäßig anwächst, wird in bestimmten Abständen eine Reinigung der Form notwendig.

Trennwachs ist in Perchloraethylen gelöst, das bei der Arbeit eine gute Belüftung erfordert. Bei großen Formen, in denen man sozusagen „unter Deck“ arbeitet, sollte eine Absaugung für die abdampfenden Lösungsmittel benutzt werden. Trennwachs wird mit einem weichen Woll-Lappen aufgetragen, mit dem man das Material gleichmäßig verteilt. Nach etwa fünf Minuten bringt man es durch Nachpolieren auf Hochglanz. Bei einer Reihe von Trennwachsen erfolgt dann das einmalige Auftragen von Trennlack.

Trennlacke werden als Flüssigkeit mit einem Viskose-Schwamm oder durch Aufspritzen in die Form gebracht. Sie bestehen aus einer Lösung von Polvinylalkohol in Wasser. Das Abdampfen des Wassers dauert etwa ein halbe Stunde. Trennlack wird nicht nachpoliert. Trennlacke bilden einen geschlossenen Film zwischen Form und Fertigteil, der bei der Entformung zum Teil am Bauteil zum anderen Teil an der Form haftet. Form und GFK-Teil werden daher nach jeder Entformung mit warmem Wasser abgewaschen. Die lange Wartezeit beim Trocknen und das Auswaschen verlängern die Fertigungszeit erheblich. Trennlack wird beim Handverfahren zum Teil zusätzlich zum Wachsfilm aufgebracht. Bei der Herstellung von Formteilen für Warmwasser- und Chemikalienbecken wird kein Trennlack verwendet.

Teflon-haltige Trennmittel ermöglichen durch ihre gute Trennwirkung viele Entformungen mit sehr guten Oberflächen. Ein Nachteil liegt im aufwendigen Auspolieren und in der oft langen Wartezeit, bis alle Lösungsmittel abgedampft sind (24 Stunden). Es sind fünf bis zehn Entformungen von handgefertigten Teilen mit 30 bis 40 Quadratmetern Oberfläche möglich, ehe Trennmittel nachgetragen werden muß.

Die Entformung

Bis zur Entformung sollen bei größeren Formteilen mindestens acht Stunden seit den Laminierarbeiten vergangen sein. Kleine und mittlere Formteile (bis zu etwa fünf Meter Länge) lassen sich bei sorgfältig aufgebrachtem Trennmittelfilm meist von Hand entformen. Bei der Entformung ist grundsätzlich zu beachten, daß jegliche Gewaltanwendung unterbleiben muß, denn sowohl die Negativform als auch der Kunststoffkörper können leicht beschädigt werden.

Bei der Entformung eines Formteiles (z. B. Ortgangverkleidung) aus einer Polyester-Negativform treten bei der ausgezeichneten Formoberfläche und mit einem guten Trennmittel in der Regel kaum Schwierigkeiten auf. Normalerweise werden zunächst die Seitenwände von der Form abgedrückt. Löst sich dabei das Teil nicht vollständig von der Form, so kann zwischen Formteil und Formwand Wasser eingefüllt werden. Das Teil wird auf diese Weise zum Schwimmen in der Form gezwungen. Falls diese Wasserentformung nicht auf Antrieb erfolgreich ist, so soll man das Wasser einige Zeit auf den wasserlöslichen Trennlack einwirken lassen. Das Formteil wird sich dann später leicht aus der Form lösen lassen.

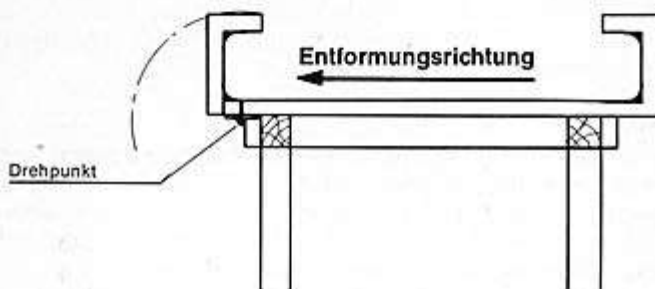
Bei einer Polyester-Negativform für den gewerblichen Gebrauch sind meistens an zwei bis drei Stellen Wasseranschlußstutzen installiert. Durch diese Stutzen drückt man Leitungswasser zwischen die Wandungen der Negativform und des aufgetapezierten Bauteils. Verwendet man Druckluft anstelle des Wassers, so behält man eine trockene Form.

Beim Ablösen der Wandung von der Form wird als Werkzeug am besten ein Polyäthylenspachtel benutzt. Dieses flache Instrument wird etwa zur

Hälfte zwischen Form und Fertigteil eingeschoben und dann wie ein rollendes Rad entlang dem gesamten umlaufenden Rand geführt. Durchziehen des Spachtels entlang der Formoberfläche verursacht Beschädigungen an Form und Formteil.

Das Lösen des Formteiles macht sich akustisch durch ein Knistern bemerkbar. Durch leichtes Klopfen mit der Faust oder einem Gummihammer auf die Innenseite des Formteiles kann der Ablösevorgang beschleunigt werden. Starke Schläge und ein Eisenhammer beschädigen Fertigteil und Form mit Sicherheit.

Manche Formteile weisen Hinterschneidungen auf, so daß sie nur in einer Richtung entformbar sind, oder es müssen teilbare Formen verwendet werden.



Form zum Herstellen einer Ortgangverkleidung

Die Form wurde aus resopalbeschichteten Tischlerplatten hergestellt. Ihre Länge entsprach dem längsten benötigten Formteil (6 m). Die linke Seite der Form ist um einen Drehpunkt aufklappbar, so daß die Bauteile in der eingezeichneten Richtung entformt werden können.

Mit Moltofill ausgespachtelte Stellen lösen sich bei jeder Entformung und müssen beim Bau des nächsten Fertigteils neu ausgearbeitet werden. Bei Verwendung von Polyesterspachtelmasse treten diese Schwierigkeiten nicht auf. Bei der Arbeit in Plattenformen ist eine Wasserentformung nicht durchführbar, weil sich das Wasser an den Plattenstößen einen Austrittsweg suchen wird.

Kurzrezept für das Laminieren eines Formteiles in einer Negativform

In der Regel werden Formteile in einer Negativform in folgenden Arbeitsschritten auflaminiert. Das gleiche Verfahren wird bei der Abnahme einer Negativform von einem Positivkern (Urmodell) angewendet.

1. **Vorbereitung der Formoberfläche**
Reinigung der Formoberfläche von Staub, Schmutz und Trennmittelresten mit warmem Wasser und Netzmittelzusatz (Pril), anschließend Form gut trocknen lassen.
2. **Einbringen des Trennmittels,**
anschließend auspolieren (außer Trennlack).
3. **Einstreichen der Feinschicht mit dem Feinschichtpinsel.**
4. **Nach einer halben bis zu drei Stunden Schnellversiegelung oder zweite Feinschicht aufstreichen.**
5. **Erste Glasmattenlage (300 g/m²) mit Harz auftapezieren.**
6. **Wandung weiter aufbauen (Matten, Gewebe).**
7. **Bei sichtbarer Rückseite evtl. Mattenstruktur mit Polyesterspachtelmasse bearbeiten.**
8. **Bei durch Wasser oder Witterung beanspruchter bzw. sichtbarer Rückseite Farbversiegelung vornehmen.**
9. **LT-Abschlußlack auftragen, dabei Temperaturen beachten.**
10. **Nach angemessener Härungszeit Formteil vorsichtig entformen.**
Bei Serienfertigung weiter mit Position 1.

Neben der Kombination von Glas und Harz ist auch eine Verarbeitung mit anderen Füllstoffen wie Talkum, Quarz, Kieseln und Glasbruch möglich. Diese Technik wird auf den Seiten 100 bis 103 beschrieben.

Mit Polyester und Glasseide Bauprobleme lösen

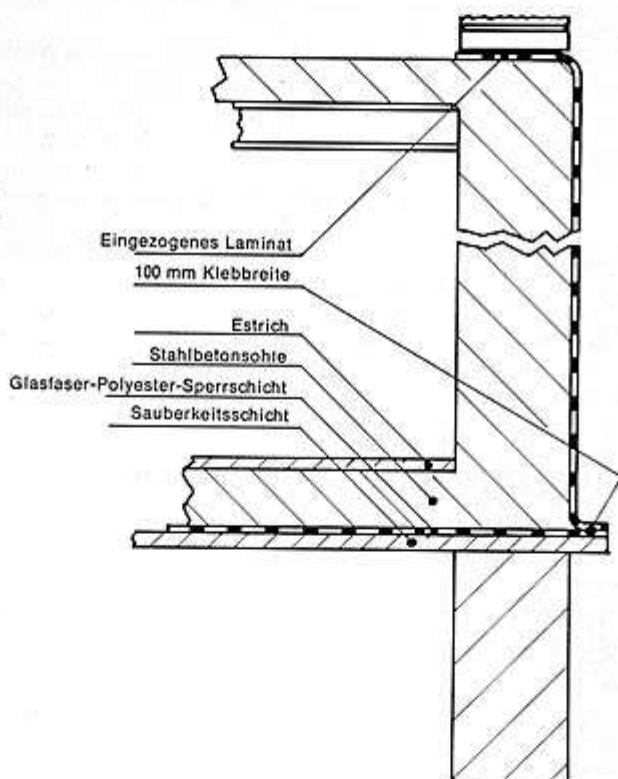
Glasfaserverstärktes Polyesterharz erlaubt es, in zahlreichen Baufragen technisch überzeugende Problemlösungen zu bieten. Die Einsatzgebiete reichen buchstäblich vom Keller bis zum Dach, wie die folgenden Anwendungsbeispiele zeigen.

Eine Wanne gegen Grundwasser

Als sehr erfolgreich hat sich die Verwendung von glasfaserverstärktem Polyester als wasserisolierende Schicht beim Neubau erwiesen. Auch kostenmäßig wird der sonst übliche Rahmen für die Gestaltung einer „Wanne“ nicht überschritten. Da die Verarbeitung so einfach ist, daß sie von jedem selbst durchgeführt werden kann, wird sich bei Eigenhilfe eine sehr erhebliche Ersparnis einstellen. Wir haben probeweise ein Wohnhaus

in Uetersen auf diese Weise isoliert. Der Grundwasserspiegel ist bei diesem Haus im Winter etwa 60 cm unter der Erdoberfläche, so daß stets ein erheblicher Wasserdruck von außen auf die Kellerräume einwirkt. Damit das Haus stets trocken bleibt, muß die Isolierung außerhalb des Mauerwerks liegen, damit die Steine nicht erst feucht werden können. Sonst würde nämlich die Feuchtigkeit innerhalb des Mauerwerks entlangwandern.

Die Isolierung wurde etwas anders durchgeführt, als mit der herkömmlichen Bitumenpappe. Nachdem die Erdgrube ausgehoben und das Streifenfundament hergestellt war, wurde die Kellerbankette ca. 20 Zentimeter tief ausgehoben. Dann wurde über die ganze Grundfläche des Hauses und seitlich jeweils 20 Zentimeter darüber hinaus eine sogenannte Sau-



Wasserabdichtung eines Kellers mit einer GFK-Beschichtung

Die zweilagige Glasfaser-Polyester-Sperrschicht umfaßt die Stahlbetonsohle des Kellers auf der Unterseite, ist an den Außenwänden hochgeführt und auf der Kellerdecke, etwa um Mauerbreite, nach innen gezogen. Auf diese Weise erhält man einen nahtlosen Isoliermantel mit großer mechanischer Festigkeit.

berkeitsschicht aus ca. vier Zentimetern Magermörtel (1 : 5) aufgebracht. Am nächsten Tage wurde diese Sohlenplatte mit zwei Lagen Glasfasermatten à 450 g/m² und Polyesterharz Type BE übertapeziert. Dann wurde von den Mauerleuten die Kellersohle aus Beton geschüttet. Bei der Einschalung dieser Sohle muß beachtet werden, daß die Polyesterschicht nicht beschädigt wird. Man kann also auf keinen Fall Pflöcke oder Nägel in den Grund einschlagen, sondern muß die seitlichen Schalbretter von außen durch Steine oder Bretter zum Grubenrand hin abstützen.

Dabei ist zu beachten, daß die Polyesterschicht der Grundfläche mindestens fünf Zentimeter, besser noch 10 Zentimeter seitlich über die Grundfläche hinausgeht. Sollte irgendwo ein Meßfehler aufgetreten sein, so kann er jetzt korrigiert werden. Die Grundfläche mit dem auftapezierten Polyester muß nämlich unbedingt seitlich herausstehen, damit nachher eine Verbindung zur senkrechten Isolierschicht erfolgen kann. Fehlte an irgendeiner Stelle dieser Verbindung, so wäre die ganze Arbeit umsonst gewesen. Nach Erhärtung der Kellersohlen-Beschichtung werden die seitlichen Kellerwände aufgemauert. Diese müssen verputzt werden, damit anschließend eine glatte Auflagefläche für die Tapezierung mit Polyester und Glasseide vorhanden ist. Beim Verputzen ist zu beachten, daß nach unten eine Rundung mit Bierflaschenradius angearbeitet wird, damit die Glasmatte auch in diesen Hohlkanten satt aufliegt. Üblicherweise wird die seitliche Isolierung bis zur späteren Erdoberfläche hinaufgezogen. Damit die obere Kante gut festgehalten wird, empfiehlt es sich, die Glasmatte an der Kellerdecke ein Stück nach innen zu ziehen, so daß Regenwasser nicht in die Kellerwände eindringen kann.

Zu diesem Zweck soll der seitliche Putzmörtel an der oberen Ecke etwas abgerundet werden, weil sich dann die Glasmatte besser an dieser Stelle umlegen läßt. Sollte diese obere Abrundung von den Mauerleuten vergessen worden sein, so kann man auf einfache Weise auch nach der Erhärtung mit einem Holzbrett oder einem Stein den Mörtel an dieser Stelle abrunden und auch die obere Steinfläche von Mörtelresten säubern.

Um an der seitlichen Kellerwand von außen gut arbeiten zu können, ist es erforderlich, daß die Grube ringsum mindestens 80 Zentimeter größer ausgehoben wird, als die Grundfläche des Hauses.

Da die Temperatur des Untergrundes meistens nicht höher als 10 °C ist, so ist eine zusätzliche Harzbeschleunigung ratsam, damit die Gelierung möglichst schnell eintritt. Bleibt das Harz längere Zeit flüssig, so sinkt es weiter in den Untergrund ein und würde einen zweiten porenverschließenden Anstrich erforderlich machen. Daher empfehlen wir für die Schnellversiegelung eine zusätzliche Beschleunigung mit einem Prozent Kobalt-Beschleuniger und 0,5 % Aminbeschleuniger. Bei dieser Arbeit kann stets mit klarem, nicht eingefärbtem Polyester gearbeitet werden. Dadurch sind dann auch etwaige Luftblasen als helle Flecken besser erkennbar.

Der normale Mörtel der unteren Sauberkeitsschicht, sowie auch der seitliche Putzmörtel, ist meistens sehr grobporig, so daß er große Mengen Harz aufsaugt. Deshalb ist vor dem Aufbringen der Glasmatte unbedingt Haftgrund G 4 und eine Schnellversiegelung aufzutragen.

Werden diese Arbeiten im Frühjahr oder Herbst durchgeführt, so kann es vorkommen, daß der Untergrund noch wesentlich kälter ist und eventuell nur zwei bis fünf Grad C hat. Dann muß das Harz unbedingt mit beiden hier genannten Beschleunigern zusätzlich beschleunigt werden. Bei dieser Temperatur wird dann für die Härtung außer den drei Prozent MEKP-Härter zusätzlich noch zwei Prozent Bp-Paste als Härter dazugegeben. Mit dieser sogenannten „Überkreuz-Härtung“ wird man auch bei sehr niedrigen Temperaturen eine Gelierung des Harzes innerhalb von 20 bis 30 Minuten erreichen können. Rezepte hierzu finden Sie auf Seite 23.

Wieviele Mattenlagen sind für eine Kellerwanne notwendig?

Ein undichter Keller dürfte das schlimmste Ärgernis bei einem Haus sein. Daher schlagen wir die Verwendung von zwei Lagen Glasfasermatte à 450 g/m² in Verbindung mit Polyesterharz BE und als Abschluß eine Farbversiegelung sowie zur Kontrolle anders eingefärbten LT-Lack vor. Eine nachträgliche Ausbesserung der Isolierung ist nicht möglich, es sei denn, man würde das Haus teilweise von unten unter dem Keller freilegen, um etwaige Undichtigkeiten später zu beseitigen.

Auch für die Seitenwände schlagen wir zwei Lagen vor, weil hierdurch nicht nur die Gewißheit der Porendichtigkeit besteht, sondern gleichzeitig auch von der Glasmatte Kräfte aufgenommen werden, die etwaige Putz- und Setzrisse überbrücken können. Natürlich ersetzt die Glasmatte nicht die Stahlarmerung des Betons.

Die bisher bekannte und übliche Bauweise der Ausbildung einer Wanne mit Pappe und Heißbitumen wurde meistens so durchgeführt, daß auf der Kellersohle ringsum zusätzlich eine Wanne als sogenannte verlorene Form aufgemauert wurde, die entsprechend größer als die Grundmauer gehalten werden muß. Diese Wanne wurde dann von innen mit mehreren Lagen Pappe und Bitumen ausgeklebt. Anschließend wurde dann auf diese Pappe die tragende Betonplatte geschüttet. Bei dem rauen Betrieb mit Schubkarren und Baustahlgewebe besteht bei Pappe die Möglichkeit der mechanischen Beschädigung. Schon mit der Ecke einer Schaufel ist Pappe schnell durchstoßen. Eine Polyesterschicht aus zwei Lagen Glasmatte verträgt dagegen schon eher eine wenig rücksichtsvolle Behandlung.

Anschließend erfolgte die Aufmauerung der Seitenwände an der Pappe hoch. Dabei mußte der Maurer darauf achten, daß der Zwischenraum zwischen Seitenwand und Pappe unbedingt gleichmäßig mit Mörtel befüllt wurde. Falls jedoch hierbei die Mörtelfüllung Luftblasen enthielt, so

drückte das Wasser von außen auf die Pappe, die dann in diesem Bereich frei in der Luft hing und nicht satt auf dem Mauerwerk auflag. Durch die Möglichkeit von Lufteinschlüssen war eine weitere Gefahrenquelle gegeben, weil die Pappe bei Wasserdruck von außen reißen oder platzen kann und dadurch die Kellerwanne undicht wird.

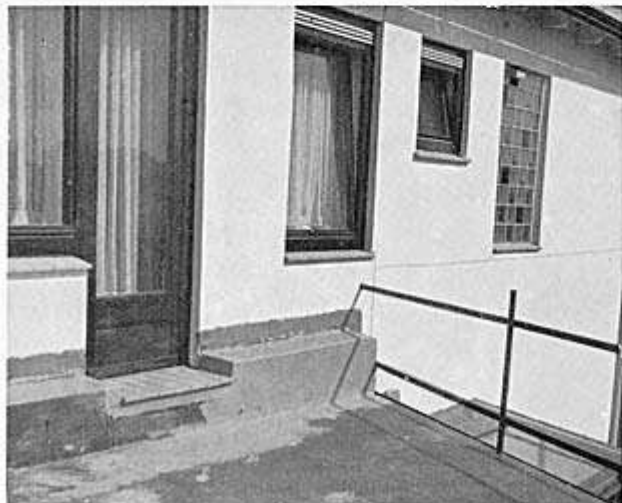
Die Polyester-Isolierung erspart das bei Pappe übliche Mauerwerk als verlorene Form. Der Preis dieser seitlichen Mauer muß naturgemäß berücksichtigt werden, wenn man einen Vergleich zwischen den Kosten beider Verfahren anstellt.

Die praktische Beschichtungsarbeit entspricht dem auf Seite 46 geschilderten Ablauf. Für eine Kellerwanne ist folgende Reihenfolge zu empfehlen:

- Verputzte oder geschüttete Fläche mit Haftgrund vorbehandeln,
- Schnellversiegelung,
- zwei Lagen Glasmatte (450 g/m²) + Polyesterharz auflaminierten,
- Farbversiegelung,
- Schlußanstrich mit LT-Lack.

Rissige und undichte Terrassen mit Polyester und Glas-seide sanieren

Terrassen sind als sommerlicher Freisitz sehr beliebt. Leider bereiten sie nicht immer nur Freude, denn Risse und eine mangelhafte Abdichtung können nicht nur den Gebrauchswert erheblich beeinträchtigen, sondern



Terrassenbeschichtung

Die Terrasse war ursprünglich mit einer Lage Dachpappe abgedeckt. Da diese Pappschicht undicht war, wurde ein Zementestrich von ca. drei Zentimetern Dicke aufgezogen und nach vier Wochen mit einer Lage Standardmatte und Polyesterharz übertapeziert. Die Beschichtung ist bis in die aufsteigende Wand hin eingeführt.



Bevor Farbversiegelung und Schlußanstrich aufgetragen werden, müssen alle Unebenheiten, wie z. B. aus der Fläche herausragende Glasfaserteilchen, egalisiert werden. Man benutzt dazu eine grobkörnige, routierende Scheibe oder einen mit Schmirgelpapier ummantelten Korkklotz. Im Bild ist der wieder zugespachtelte Seitwandanschluß erkennbar.

auch zu schweren Bauschäden führen, die Feuchtigkeit in angrenzenden Räumen, Ausblühungen, Frostschäden und andere kostspieligen Folgeschäden nach sich ziehen können.

Wie diese tabellarische Übersicht erkennen läßt, sind praktisch alle auftretenden Terrassenschäden mit kalthärtenden Kunststoffen zu reparieren. Eine Beschichtung mit Polyester und Glasseide, die nach unserem auf Seite 39 geschilderten Arbeitsablauf durchgeführt wird, hilft auch in Fällen, die mit herkömmlichen Methoden kaum erfolgreich gelöst werden konnten. Eine Terrassenbeschichtung wird in aller Regel einlagig ausgeführt. Bei der Sanierung durch Auflegen von Spanplatten ist besonders darauf zu achten, daß die Terrassentür ausreichend hoch über dem Boden liegt, damit sie sich noch einwandfrei öffnen läßt und bei Regen kein Wasser in die angrenzenden Räume eindringen kann.

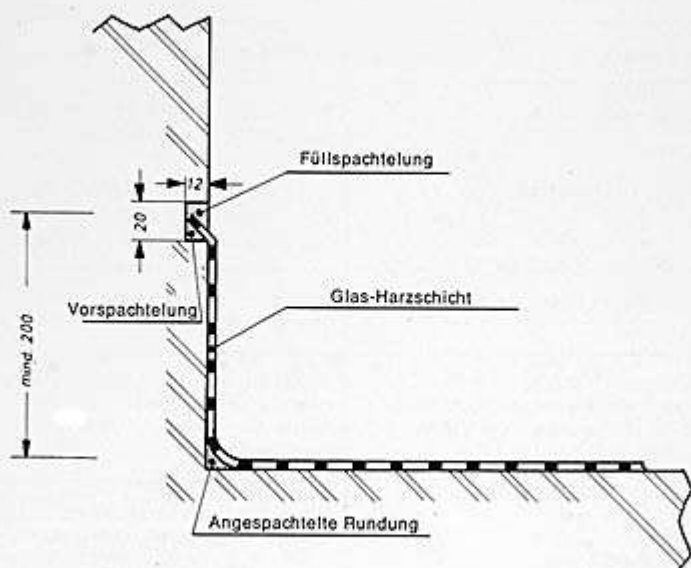
Mauerausschlüsse richtig ausgeführt

Bei Maueranschlüssen wird etwa 20 bis 30 Zentimeter hoch seitlich herauftapeziert. Die Abschlußstelle muß aber gegen Loslösung gesichert werden. Sehr gut bewährt hat sich das gleiche Verfahren, wie es mit Zinkblech für derartige Maueranschlüsse üblich ist. Es wird also mit einer Trennschleifmaschine ein zwei Zentimeter breiter und ca. 1,2 Zentimeter tiefer Schlitz seitlich in das Mauerwerk eingeschnitten. Dieser Schlitz wird 45° schräg mit Polyesterspachtel ausgespachtelt. Dann wird die Glasmatte bis in diese Fuge hineintapeziert. Abschließend, wird nach Erhärtung, der Rest des Schlitzes von oben wieder zugespachtelt. Auf diese Weise erreicht man eine Wasserabdichtung in der kritischen Ecke und gleichzeitig eine gute Befestigung für die Kante der Glasmatte.

Mängel	Abhilfe
1) Schlechte Abriebfestigkeit 1a) Poren und kleine Risse	Beschichtung mit ESTOVOSS-Polyurethan-Versiegelung siehe Seite oder Beschichtung mit FLEXOVOSS K 8 Zweikomponenten-PUR-Masse nach Vorbehandlung mit G 4, siehe Seite
2) Setzrisse am Gebäudeanschluß	Auskratzen und mit Polyester-spachtelmasse ausfüllen, siehe Seite
3) Arbeitende Risse in der Fläche, die sich unter Temperatureinfluß in ihrer Breite vergrößern oder verkleinern.	Risse auf 2–3 cm Breite mit Winkelschleifer erweitern, mit G 4 vorbereiten und mit FLEXOVOSS K 5 auffüllen, siehe Seite
	Risse mit Polyesterspachtel füllen, Fläche mit G 4 behandeln und vollflächig mit Polyester und Glas-seide beschichten
	oder eine phenolharzprägnierte Spanplatte auflegen, die nach Vorbehandlung mit G 4 eine Beschichtung aus Polyester-Glasseeide erhält
4) Arbeitende Maueranschlüsse (häufig)	Polyester-Glasseeide-Beschichtung aufbringen, nachdem mit G 4 vorbereitet wurde
5) Ausgetretene Terrassen mit schadhafter Oberfläche	a) Ausgetretene Stellen mit Sand und G 4 nach G 4-Grundierung auffüllen und nachträglich mit FLEXOVOSS K 8 oder ESTOVOSS beschichten
	b) mit G 4-Mörtel ausbessern und mit Polyester beschichten

Die Hauptprobleme bei Terrassen und ihre Beseitigung

Zu beachten ist, daß der Zementstrich eine glatte Oberfläche haben sollte. Alle Ecken müssen etwa mit einem Radius vom 20 mm gerundet sein, denn Glasmatte ist störrisch wie nasse Hühnerfedern und würde sich sonst von diesen Ecken immer wieder abheben.



Beispiel für das Anschließen einer Glasfaser-Polyesterschicht an eine Mauer

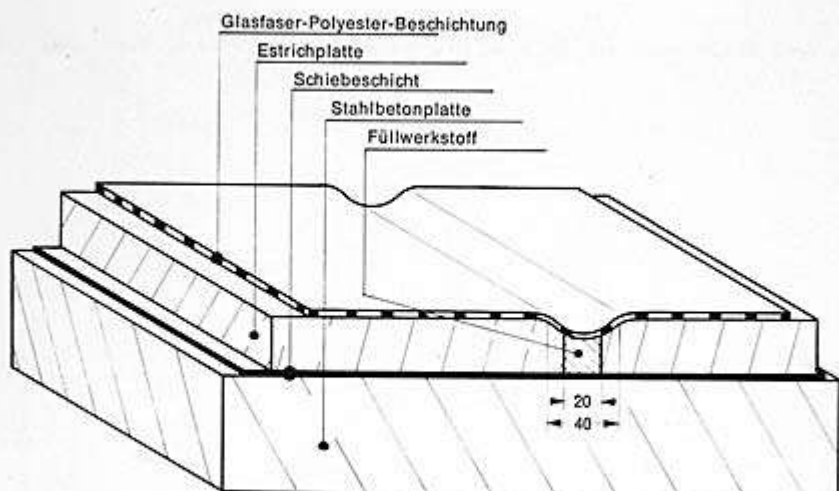
Es muß grundsätzlich darauf geachtet werden, daß eine Beschichtung ringsum sorgfältig befestigt ist. Bei Maueranschlüssen und Schornsteinen wird die dargestellte Anordnung gewählt. Die Fuge ist mit einer Trennscheibe eingeschnitten. Die Beschichtung wird über die Vorspachtelung in die Fuge geführt und nach der Erhärtung mit der Füllspachtelung fixiert.

Tip: Die Glasmatte wird vor dem Laminieren zugeschnitten und probeweise flächig ausgelegt. Die Fläche wird mit Harz-Härtmischung bahnenweise eingerollt und die Mattenbahn eingelegt. Das ist günstiger als das trockene Auslegen und anschließende, alleinige Tränken von oben. Dabei würde nämlich Luft in stärkerem Maße eingeschlossen werden.

Zur Verhinderung von auftragenden Stößen an den Überlappungen werden die Kanten der Matten mit einer Drahtbürste ausgefranst. Querstöße werden glatter, wenn die Matten nicht abgeschnitten, sondern abgerissen werden.

Vor der Weiterarbeit eventuell hochstehende Glasteilchen durch Schleifen entfernen. Schleifstaub ist mit einem Staubsauger oder einem styrolfeuchten Tuch zu beseitigen.

Achtung: Terrazzo-Terrassen lassen sich nicht mit Polyester beschichten. Mit Teerpappe abgedeckte Terrassen wie ein Teerpappdach ohne Haftgrundauftrag direkt mit Polyester beschichten.



Dehnfuge in einer Terrasse

Größere Terrassen mit Betontragplatte besitzen einen mit Dehnfugen ausgerüsteten Estrich. Zur Beschichtung werden die Kanten der Dehnfugen unter einem Winkel von 45° gebrochen. Die Fuge wird gesäubert und der Fugengrund wird mit einem leichten Füllwerkstoff auf eine Tiefe von 10 bis 20 Millimetern gebracht. Bei der Beschichtung mit GFK entsteht in der Gehfläche eine Rille, die bei Bedarf mit einer elastischen Füllmasse (z. B. FLEXOVOSS® K5) ausgegossen werden kann.

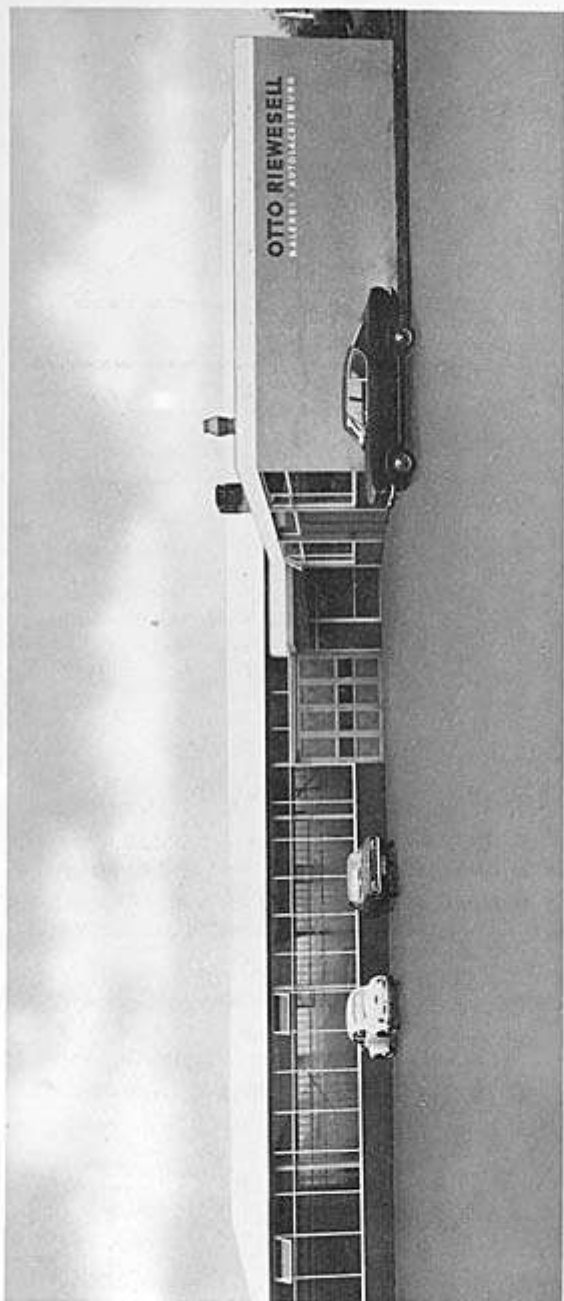
Dachbeschichtung mit Polyester + Glasseide

Eine Dachhaut aus Polyester + Glasseide hat sich bei Neu- und Altbauten bewährt. Sie ist wasserdicht, unempfindlich gegen Industrie-Atmosphäre, isoliert durch geringe Wärmeleitfähigkeit, reflektiert bei heller Farbgebung, besitzt eine hohe Eigenfestigkeit bei niedrigem Gewicht und versprödet nicht.

Mit Dachpappe gedeckte Altbauten können durch eine solche Beschichtung ohne Vorarbeiten dauerhaft abgedichtet und begehbar gemacht werden. Neubauten können durch am Boden teilbeschichtete Spanplatten schnell, rationell und ohne maschinellen Aufwand eingedeckt werden. Geschüttete Decken werden nahtlos abgedichtet und begehbar.

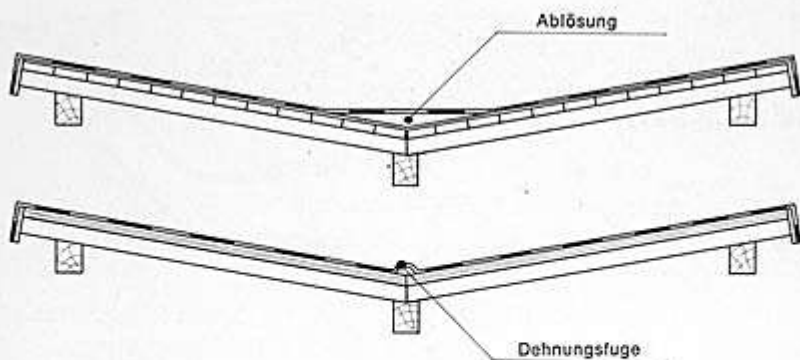
So wird der Schrumpf des Laminates ausgeglichen

Die bei und nach der Härtung des Polyesterharzes auftretende Schrumpfbewegung beträgt in der Länge bei reinem Polyesterharz ca. zwei Prozent, bei glasarmiertem Harz in Länge und Breite ca. 0,1 Prozent. Das entspricht einem Millimeter auf einen Meter Länge.



Dacheindeckung einer Werkhalle mit Polyesterharz und Glasmatte

Das etwa 600 Quadratmeter große Hallendach wurde zunächst mit 37 Millimeter dicken Spanplatten eingedeckt. Die Platten wurden dann mit einer Lage spinngeteilter Standardmatte von 450 g/m^2 , getränkt mit Polyesterharz, überschiebt. Da man für solche Arbeiten unter freiem Himmel auf gutes Wetter angewiesen ist, empfiehlt sich die Vorbeschichtung der einzelnen Platten in einer Werkstatt. Die vorbeschichteten Platten werden in üblicher Weise auf dem Dach verlegt und ihre Ränder werden an Ort und Stelle mit einem Mattenstreifen so abgedeckt, daß die gesamte Kunststoffbeschichtung eine geschlossene Fläche bildet. Je nach Dachgröße müssen Dehnungslugen vorgesehen werden. Die Kunststoffhaut kann beliebig eingefärbt werden. So sind z. B. auch weiße Dachflächen möglich, die bei Sonnenbestrahlung erheblich weniger Wärmeenergie aufnehmen als schwarze Teerpappdächer. Dieser Sachverhalt ermöglicht zum Beispiel den Einbau einer kleineren und damit billigeren Klimaanlage.



Ablösung einer GFK-Beschichtung beim Verlegen ohne Dehnungsfuge

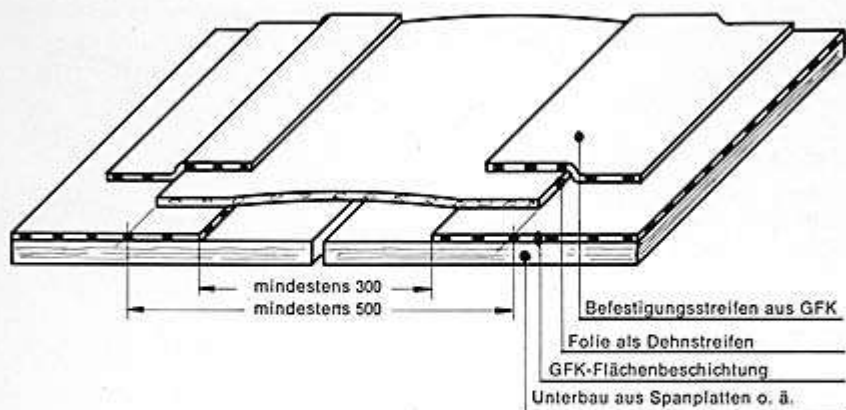
Die obere Skizze zeigt, wie sich die GFK-Haut durch den Schrumpf bei der Aushärtung aus den beiden gegeneinander geneigten Dachhälften herauslöst. Abhilfe kann durch das Einfügen einer Dehnungsfuge erreicht werden, so wie in der unteren Skizze dargestellt.

Bei großen Dächern summiert sich dieser Schrumpf, so daß Kräfte auftreten, die nur zum Teil durch kalten Fluß im Laufe der Zeit abgebaut werden. Hinzu kommen das Wachsen und Schwinden von Beschichtung und Untergrund unter täglichem und jahreszeitlichem Temperatur-Wechsel.

Diese Temperatur-Bewegung wird bei beschichteten Pappdächern von der Pappe ausgeglichen. Bei beschichteten Spanplatten oder Betondächern werden Dehnungsfugen in Längs- und Querrichtung so angelegt, daß der Abstand zweier parallel verlaufender Fugen zehn Meter nicht übersteigt. Meistens sind im Untergrund Dehnungsfugen vorhanden. Die Dehnungsfugen der Beschichtung werden dann über die Fugen des Untergrundes gelegt.

Als verlorene Form für die Ausbildung der Dehnungsfuge werden gern Papphalbrohre mit etwa zehn Zentimetern Durchmesser verwendet. Die Halbrohre werden mit Polyester-Spachtelmasse auf dem Untergrund fixiert, und die Beschichtung wird dann darüber hinweggeführt.

Werden die vorgeschriebenen Höchstabstände von zehn Metern wegen des Regenablaufs überschritten, so reicht der Halbrohrdurchmesser von zehn Zentimetern nicht aus. Die Beschichtung würde aufreißen. Hier bedient man sich einer etwa sechzig Zentimeter breiten Plastik-Folie (z. B. Rhepanol), die auf 50 Zentimeter Breite verlegt wird. Die Kontaktstreifenbreite zwischen GFK-Beschichtung und Folie soll ca. zehn Zentimeter breit sein und sowohl unter als auch über die Folie geführt werden, siehe Skizze.



Dehnungsfugen mit großer Wegaufnahme

Dehnungsfugen werden, bei Abständen bis zu höchstens zehn Metern, mit Halbrohren, bei größeren Abständen oder sehr stark arbeitenden Unterbau mit Folien ausgebildet. Die Anordnung einer Folie wird in der Skizze gezeigt. Je größer die Bewegung im Dach ist, desto größer muß auch die freie Länge zwischen den beiden Einspannungen der Folie sein.

Bei einem Dach mit ca. 10° Neigung zur Mitte und Wasserabzug in der Mitte haben wir festgestellt, daß sich die Dachhaut in der Mitte um ca. fünf Zentimeter angehoben hatte. Wir haben daraufhin die Mitte mit einem Trennschleifer aufgeschnitten und nach Einlegen eines Halbrohres erneut in diesem Bereich mit Glastmatte und Harz übertapeziert, und dabei die Beschichtung bis in das Ablaufrohr hineingeführt (siehe Skizze auf Seite 67).

Bei derartig gegeneinander geneigten Dachflächen empfiehlt es sich daher, ein solches Halbrohr gleich vor dem Beschichten an dieser kritischen Stelle einzulegen, damit die Schrumpfung elastisch aufgenommen werden kann.

Aufmerksamkeit muß auch allen Mauer- und Schornsteinanschlüssen sowie Übergängen zu Verblendungen usw. geschenkt werden.

Grundsätzlich wird an diesen Stellen die Beschichtung ca. zwölf Zentimeter senkrecht hochgeführt, bei Dachkanten heruntergezogen und gut verankert, z. B. durch eine aufgeschraubte Dachlatte. Jede Ecke soll mit Polyester-Spachtelmasse gerundet (Radius mindestens 20 mm), oder mit einer Dreiecksleiste (Schenkellänge 50 mm) entschärft werden.

Diese Übergangszone wird zweckmäßig mit einem zehn Zentimeter breiten Folienstreifen abgedeckt, um hier eine feste Verbindung von Unter-

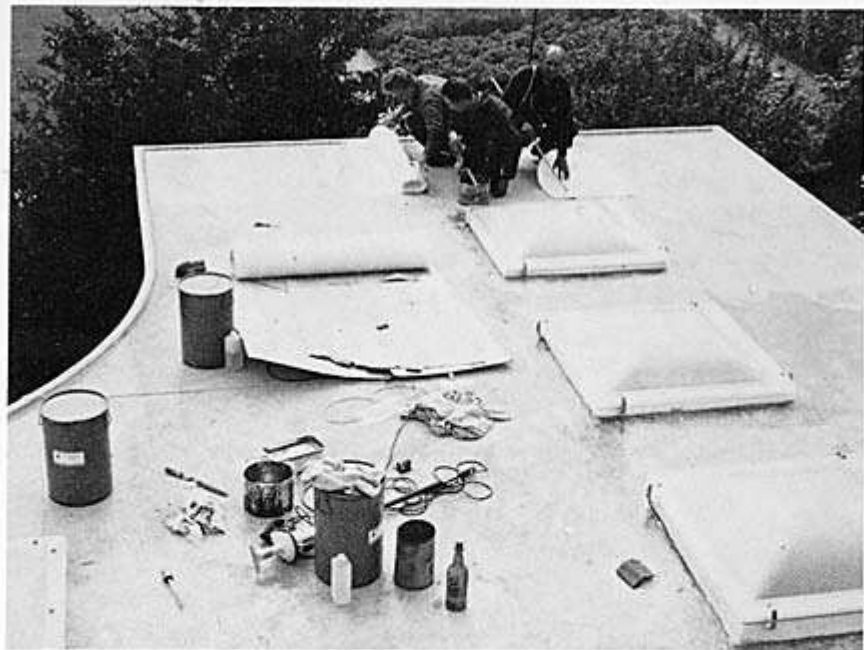
grund und Beschichtung zu vermeiden. Ein 15 Zentimeter breiter Folienstreifen kann auch beim Einsatz des eines geradlinig verlegten Decorohrs gute Dienste leisten, denn er verhindert Harzanreicherungen zwischen den Dehnungslamellen.

Beschichtung alter Teerpappdächer

Polyesterharz ergibt eine sehr gute Haftung auf alter und verwitterter Dachpappe. Die Aushärtung des Polyesterharzes wird durch den Kontakt mit dem Teerpappdach nicht beeinträchtigt.

Die Beschichtung erfolgt normalerweise mit einer Lage spinngeteilter Standardmatte in der Qualität 450 g/m², die im getränkten und ausgehärteten Zustand eine Reißlast von ca. 100 Kilogramm pro Zentimeter Breite aufweist. Auch ein Pfennig-Absatz kann so einem Polyesterdach nichts anhaben.

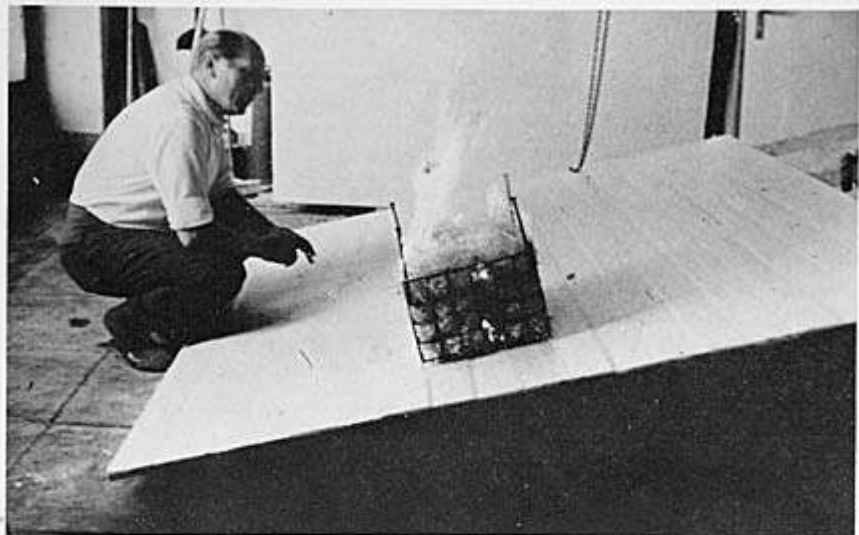
Während im Formbauteil zum Tränken einer Lage 450-g/m²-Matte etwa 1,2 kg Harz benötigt werden, steigt der Verbrauch auf porigen und genarbten Dachflächen (Beton bzw. Dachpappe) um 300 Gramm auf etwa 1,5 kg je Quadratmeter an.



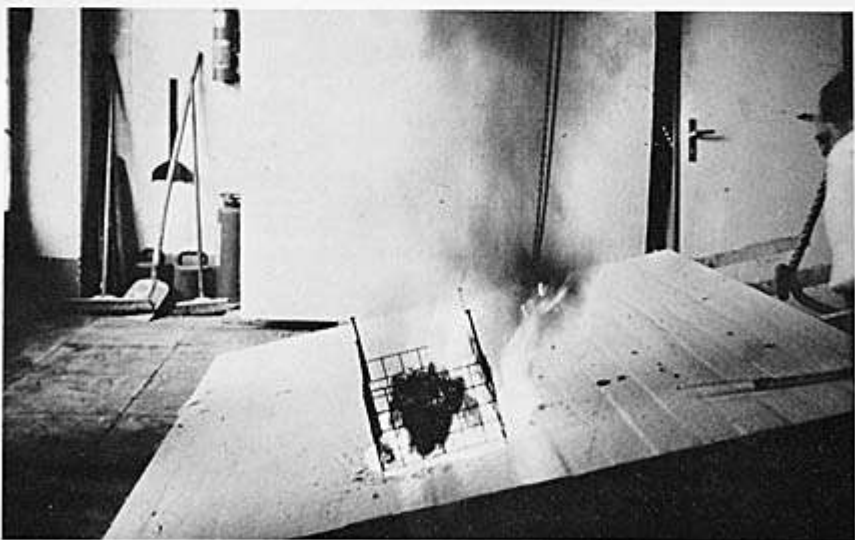
Beschichtung eines Spanplattendaches

Das Beschichten beliebiger Formen mit Polyester und Glasmatte ist ohne Schwierigkeiten durchführbar.

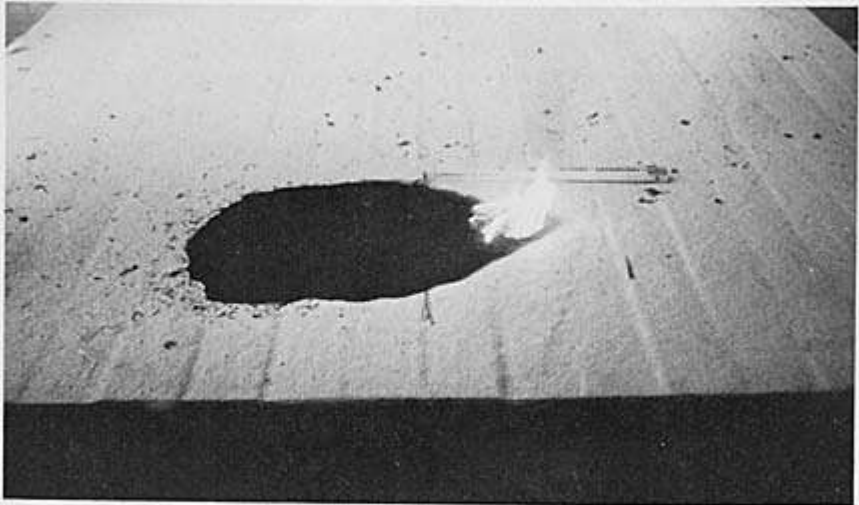
Dachhaut aus Glasfaserkunststoff im Brandtest



Der Brandtest gemäß DIN 4102, Blatt 3, Entwurf 1965, wurde im Material-Prüfamt in Hamburg durchgeführt. Im Bild ist gerade die nach der Norm erforderliche Brennmaterialmenge gezündet.



Die Prüfbesichtigung wurde vor dem Versuch sechs Wochen lang getrocknet. Für den Versuch selbst sind im Prüfraum die vorgeschriebene Temperatur und Feuchtigkeit einzuhalten.



Die Flamme verlöscht von selbst, ohne daß das Probedach entflammt oder brennende oder glimmende Teile abgibt. Die Größe der im Versuch zerstörten Oberfläche liegt im Mittel bei der Hälfte des Wertes, der nach DIN 4102 zulässig ist. Damit ist das geprüfte Dacheindeckungsmaterial im Sinne der Prüfnorm flugfeuerwiderstandsfähig bei jeder Dachneigung.

Beschichtung von Beton-Dächern

Betonflächen sollen mindestens drei bis vier Wochen alt sein und werden dann mit G 4 als Haftgrundierung übergerollt. Dabei ist zu beachten, daß innerhalb von einer halben bis zu vier Stunden (je nach Luftfeuchtigkeit und Temperatur) auf dem G 4-Anstrich der Kontakt mit Polyesterharz erfolgen muß, damit zwischen diesen beiden Werkstoffen noch eine gute Haftung stattfinden kann. Bei späteren Aufträgen wäre nämlich keine Haftung mehr zu erzielen. Innerhalb der angegebenen Zeitspanne muß deshalb die Schnellversiegelung aufgerollt sein. Bis zum Auflegen der Mattenbeschichtung darf eine Zeitspanne bis zu 14 Tagen verstreichen, wenn die Fläche gegen Regen abgedeckt ist. Je kürzer die Wartezeit ist, desto besser wird jedoch die Verbindung zur nächsten Schicht.

Schalungsbretter als Dacheindeckung

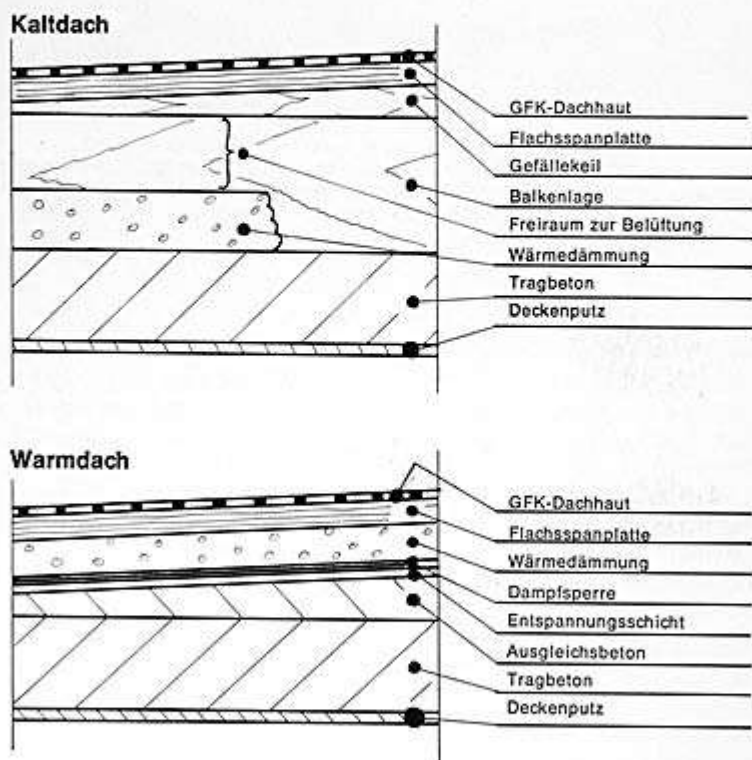
Schalungsbretter können nicht direkt, sondern nur beschichtet werden, wenn sie bereits mit Dachpappe abgedeckt sind. Sie können nämlich unter Feuchtigkeitseinfluß bis zu 10 % wachsen. Meistens werfen sich die Bretter dann unter der Beschichtung erheblich, so daß sich eine unebene Dachhaut und Ablösungserscheinungen einstellen können. Eine Zwischenlage aus Dachpappe verhindert diese Nachteile.

Rationeller bauen: Moderner Dachbau für Hallen und Bungalows mit beschichteten Spanplatten

Bei Neubauten kann das Dach als Kalt- oder Warmdach ausgeführt werden.

Unter Kaltdach versteht man ein zwischen Wärmedämmung und Außenhaut belüftetes Dach. Ein Warmdach besteht aus einer kompakten Schicht, die gleichzeitig wärmeisolierend ist.

Bei einem Kaltdach muß die Anzahl und Größe der Belüftungsöffnungen zur Größe des Daches und zur Windrichtung in einem ausgewogenen Verhältnis stehen.



Aufbau eines Kaltdaches und eines Warmdaches

Während das Warmdach aus mehreren Schichten besteht, die miteinander fest verbunden sind, besteht das Kaltdach aus einer Ober- und einer Unterschale, die durch eine Belüftungsschicht voneinander getrennt sind.

Dachexperten bevorzugen meistens Kaltdächer. In der Praxis werden wohl 90 Prozent aller Dächer als Kaltdächer konstruiert und gebaut. Bei Hallen und Wohnhäusern legt man heute teilbeschichtete, etwa 37 mm dicke Flachspanplatten auf die Dachsparren und beschichtet sie auf dem Dach fertig. Gegenüber Asbestzement hat diese Bauweise den sehr großen Vorteil der besseren Wärmeisolation. Falls höhere Wärmedämmwerte verlangt werden, klebt man auf die Unterseite der Spanplatte Styropor. Diese Dämmschicht wiederum wird auf ihrer Unterseite mit einer Alufolie als Dampfsperre versehen.

Zur Dämpfung der Temperatur-Wechselbewegung können polyesterbeschichtete Dächer auch mit Kiesschüttung belegt werden.

Bei Flachspanplatten sollte beachtet werden, daß diese bei der Lagerung vor der Beschichtung möglichst nicht naßregnen, weil sie sich sonst verziehen und schwache Absätze auf dem Dach sichtbar würden.

Arbeitsweise:

Die einzelnen bei der Beschichtung notwendigen Arbeitsgänge entsprechen der Pappdachbeschichtung. Es wird also kein Haftvermittler verwendet. Die einzelne Spanplatte wird zunächst in einem entsprechenden Arbeitsraum teilbeschichtet. Zum Verschließen der Poren wird ein Sperrgrund aufgerollt. Dann wird ein Glasmattenstück, das die Spanplatte an allen Seiten etwa fünf Zentimeter überstehen läßt, mit BE-Harz aufgeteiert. Die so vorgefertigten Platten werden (mit Zwischenhölzern) gestapelt.

Sind alle Platten beschichtet, werden sie auf dem Dach verlegt. Dabei sollen die Platten nicht zu fest aneinandergetrieben werden. Eine kleine Bewegungsmöglichkeit im Stoß ist erwünscht.

Die Stöße werden mit Tesa-Krepp abgedeckt. Noch sind also im Stoßbereich $2 \times 5 = 10$ cm breite Plattenstreifen nicht beschichtet. Sie werden erst auf dem Dach mit ca. 20 cm breiten Mattestreifen und BE-Harz + Härter abgedeckt. Dabei überlappen die Streifen die alte Beschichtung beidseitig etwa um je fünf Zentimeter.

Es folgen die Farbversiegelung und der Schlußanstrich mit eingefärbtem LT-Lack.

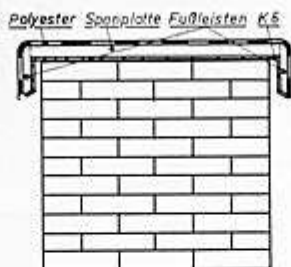
Anschlüsse von Polyester-Laminaten an Mauern und Dachkanten

Bei den üblichen Anschlußkanten aus Zinkblech empfiehlt es sich, die Beschichtung unter dem Blech etwa zwei Zentimeter hochlaufen zu lassen. Sollte sich nämlich durch irgendwelche Umstände die Beschichtung doch einmal lösen, so geht man sicher, daß über die nach oben stehende Kante kein Regenwasser eindringen kann.

Ablauf von Dachbeschichtungen bei verschiedenen Untergründen

Dachpappe	Beton	Spanplatten
1. Reinigen durch Abfegen, etwaige Blasen aufschneiden und mit Polyester-Spachtel verschließen	1. Abfegen, evtl. absäuern, spülen und trocknen	1. Entfällt
2. Keinen Haftgrund	2. Haftgrund G 4 auftragen	2. Keinen Haftgrund
3. Vorrollen mit Sperrgrund	3. Nach 1/2–4 Stunden Wartezeit Sperrgrund aufrollen	3. Vorrollen mit Sperrgrund
4. Eine Lage spinngeteilte 450 g/m ² Glasmatte auflaminieren	4. Eine Lage spinngeteilte 450 g/m ² Glasmatte auflaminieren	4. Eine Lage spinngeteilte 450 g/m ² Glasmatte auf die Platten auflaminieren. Dabei bleiben 5 cm Randzone unbeschichtet
5. Farbversiegelung aufrollen	5. Farbversiegelung aufrollen	5. Entfällt zunächst
6. Mit eingefärbtem LT-Lack versiegeln	6. Mit eingefärbtem LT-Lack versiegeln	6. Entfällt zunächst
		7. Platten auf dem Dach montieren (mit Klammern)
		8. Stoßfugen mit 20 cm breitem Mattenstreifen übertapezieren
		9. Farbversiegelung aufrollen
		10. LT-Lack aufrollen

Zinkblech hat sich gerade in jüngster Zeit als nicht sehr vorteilhaft erwiesen, weil das Blech durch die aus Heizölabgasen in Verbindung mit Wasser entstehende schweflige Säure schon nach kurzer Zeit angegriffen wurde. Deshalb liegt der Gedanke nahe, Dachabschlußprofile aus Polyester einzusetzen, damit diese Gefahr ausgeschaltet wird. Für eine Mauerabdeckung schlagen wir ein entsprechendes Profil aus Spanplatten vor, daß von außen mit einer Lage Glasmatte beschichtet wurde und sich gut bewährt hat.



Mauerabdeckung mit GFK-beschichteter Spanplatte

Um Formkosten zu vermeiden, werden für eine derartige Abdeckung eine Spanplatte und Fußleisten als Beschichtungskern verwendet. Bei der Verwendung phenolharzgetränkter Spanplatten genügt es, wenn lediglich die Oberseite der beschriebenen verlorenen Form mit Polyester und Glasseide abgedeckt wird.

Die Spanplatte dient hierbei als sogenannte „verlorene Form“, die von der Oberseite her mit einer Polyester-Glasseiden-Beschichtung gegen Korrosion geschützt wird. Die Unterseite der Spanplatte sollte ebenfalls abgedeckt werden. Dafür kann man das streichbare FLEXOVOSS®-Produkt K 6 T einsetzen.

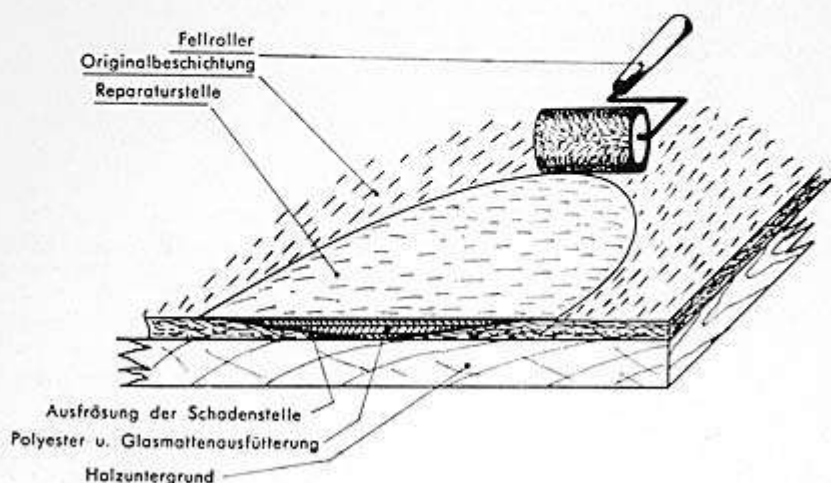
Um das von der Abdeckung ablaufende Regenwasser vom Mauerwerk „abzuhalten“, ist die Spanplatte am unteren Rand nach außen hin als Tropfkante abgeschrägt.

Reparatur einer Glasfaser-Polyester-Beschichtung

Durch spitze Gegenstände kann selbstverständlich auch eine Beschichtung beschädigt werden. Im Gegensatz zu anderen Werkstoffen ist bei einer Polyester-Glasseiden-Beschichtung die Reparatur sehr einfach. Die Skizze macht diese Arbeitsgänge deutlich.

Mit einer Schleifmaschine wird die Schadenstelle ausgeschliffen, damit alle Ränder gut angeschrägt sind. Gleichzeitig wird die umliegende Randzone auf ca. zehn Zentimeter Breite ebenfalls mit der Schleifmaschine aufgeraut. Dann legt man Glasmatte Lage für Lage auf (jedes Glasmattestück etwas größer als das zuletzt aufgebrauchte) und walzt diese nach jeder Einlage blasenfrei aus. Es empfiehlt sich, die passenden Glasmattestücke nicht mit der Schere zu schneiden, sondern über ein Lineal oder eine scharfe Kante passend zu reißen. Dadurch ergibt sich eine Ausfransung, die zu einem weichen Übergang am Rand führt. Nach Er-

härtung wird das Ganze noch einmal übergeschliffen und abschließend mit der Farbversiegelung und Polyester-LT-Lack im erforderlichen Farbton lackiert.



Reparatur einer Glasfaser-Polyesterbeschichtung

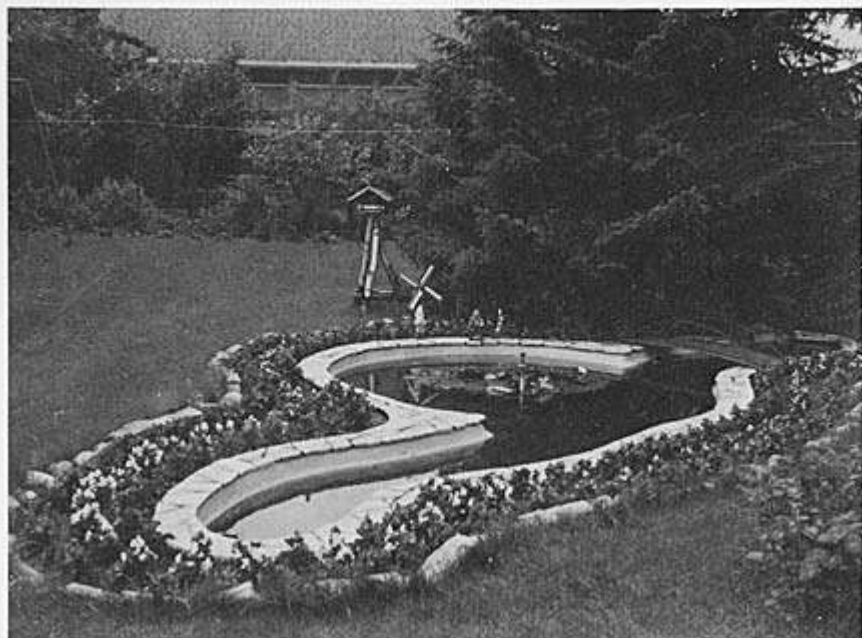
Die Schadensstelle wird sorgfältig ausgeschliffen und an den Rändern noch etwa 10 Zentimeter weit bis in das gesunde Laminat hinein aufgeraut. Zur Reparatur werden Glasmattenstücke lagenweise auftapeziert. Dabei beginnt man mit dem kleinsten Stück, so daß jede folgende Lage die darunterliegende abdeckt.

Wasserbecken aus glasfaserverstärktem Polyester

Ein interessantes Anwendungsgebiet für Polyester und Glasseide ist der Bau von Wasserbecken. Die Skala der Einsatzmöglichkeiten reicht von der Auskleidung frei gestalteter Bade- und Duschwannen über Gartenteiche bis zum Schwimm- und Industriebecken. Der Bau erfolgt im Beschichtungsverfahren in einer verlorenen Form, die sowohl als formgebendes Element wie auch als statisches Bauteil fungieren kann. Ebenfalls möglich ist die Sanierung gerissener oder undichter Betonbecken durch eine Polyester-Glasseide-Beschichtung.

Als zu beschichtende Schale kann dienen

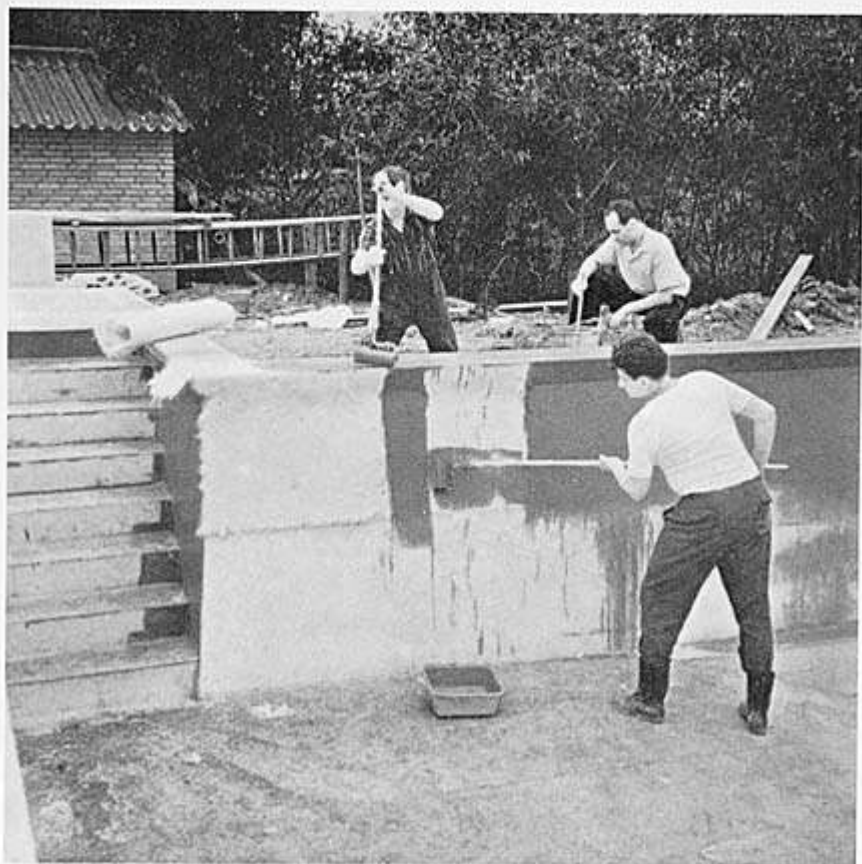
- a) eine Erdgrube, die durch eine Lage von in Gipsmilch vorgetränkten Jutebahnen oder mit harzdichtem, bituminierten Papier vorbereitet wurde. Dieses Verfahren wird bei Gartenteichen und Industriebecken (z. B. Löschteichen) angewendet.



Gartenteich mit Gips-Jute-Unterbau

Der Gips-Jute-Unterbau schränkt die Fantasie des Gartenbesitzers in keiner Weise ein. Mit dem genannten Unterbau und mit Polyesterharz und Glasseide kann jede gewünschte Teich- oder Beckenform verwirklicht werden.

- b) ein Unterbau aus Spanplatten. Er ist einfach zu bauen und wird bei rechteckigen Schwimmbecken mit leicht geneigten Seitenwänden eingesetzt. Diese Bauweise erfüllt keine statische Anforderung.
- c) ein gemauertes Steinbecken. Es ist immer dann zu wählen, wenn eine Statik gefordert wird oder sehr loses Erdreich vorliegt. Diese Bauweise kann für recht- und vieleckige Beckenformen mit geraden Wandteilen von Ecke zu Ecke angewendet werden und gewinnt ständig an Bedeutung, zumal sie eine Aussteifung mit eingemauerten Profilwinkeln zuläßt und typengeprüfte Statiken vorliegen.
Wird kein statischer Nachweis benötigt, kann die Rohschale auch aus Leichtbeton-Hohlblocksteinen aufgemauert werden.
- d) auch ein altes, defektes Betonbecken, das auf diese Weise wieder dicht und wartungsfrei wird. Das leidige Streichen mit Chlorkautschukfarbe wird überflüssig.

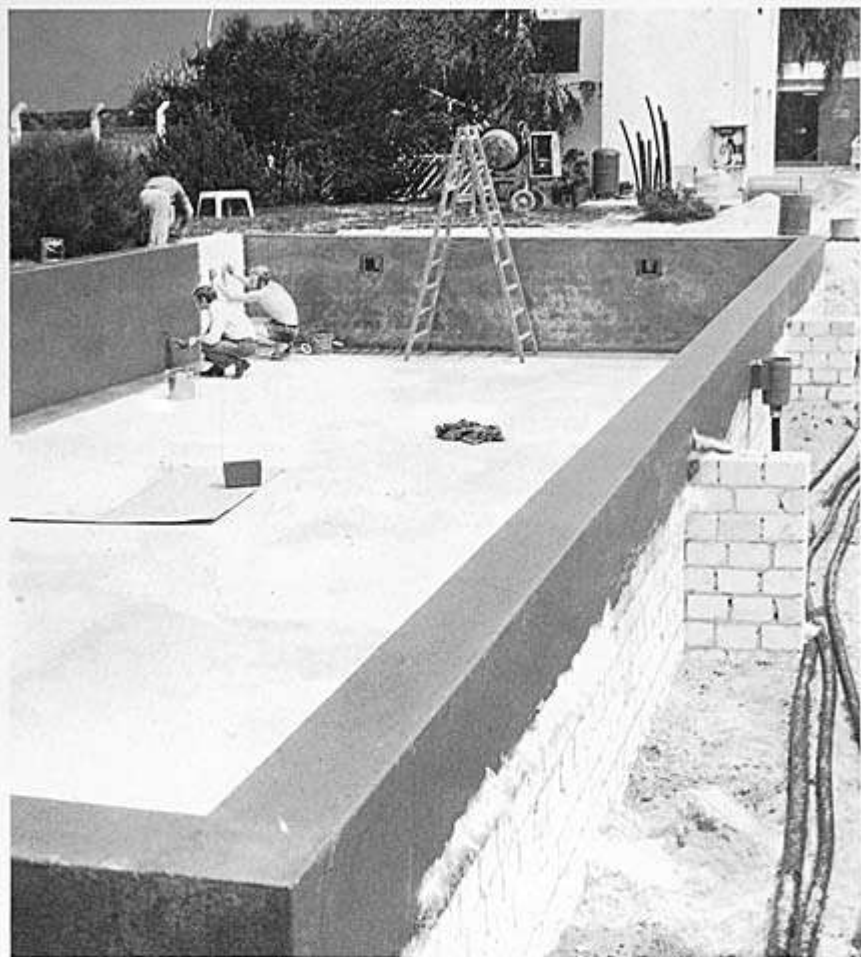


Herstellung eines Schwimmbeckens mit Spanplatten-Unterbau

Ist der Boden tragfähig genug, so ist der Bau von Schwimmbecken mit Spanplatten-Unterbau möglich. Wie im Bild anhand der eingeformten Badetreppe gezeigt, können auch beim Plattenunterbau gestalterische Wünsche verwirklicht werden.

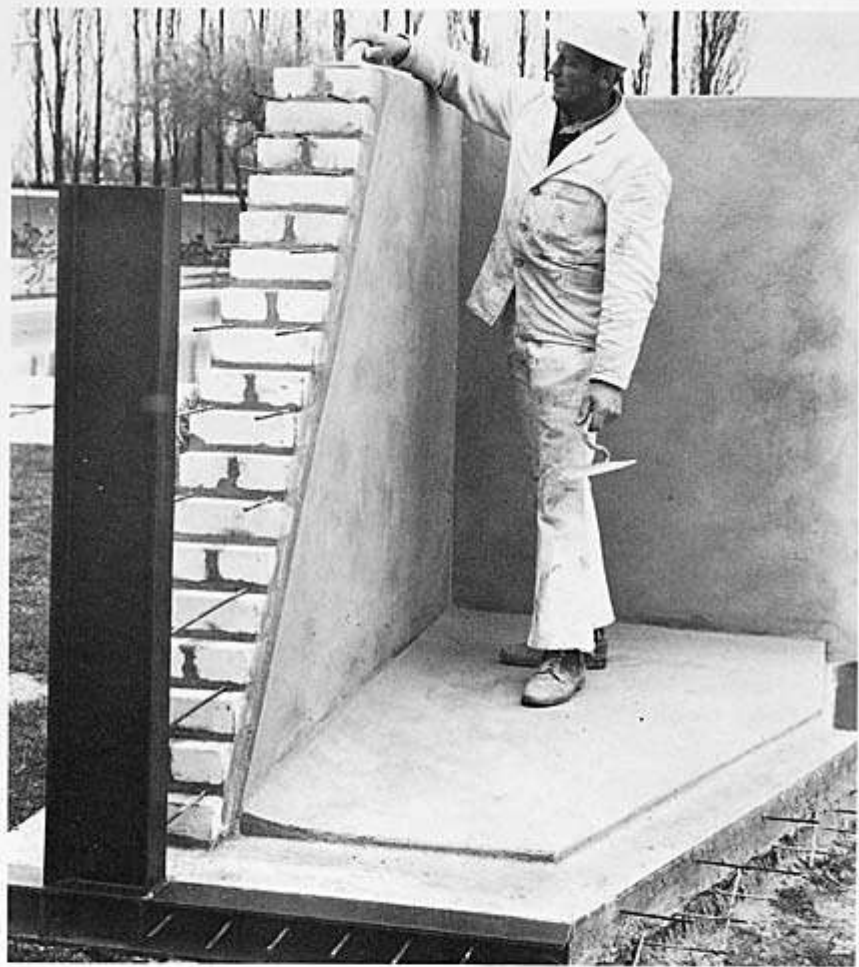
Einfach und sehr wirkungsvoll ist die Gestaltung der Seitenwände als Schwappkante. Dazu wird am oberem Rand der Seitenwand ein schräg nach innen stehender Spanplatten-Streifen angebracht, der mit überschichtet wird.

Der Trend zu immer stärker beheizten Becken mit Wassertemperaturen um 30 °C und höher erfordert den Einsatz von hochwertigen Harzen und darauf abgestimmten Glasmattentypen sowie eine sehr sorgfältige Verarbeitung. Nur dann ist eine ausreichende Beständigkeit gegen Wasser und Wasserpflegemittel gegeben. Unbeheizte Becken und Gartenteiche



Unterbau aus Betonsohle und gemauerten Seitenwänden

Diese Bauart ist preisgünstiger als ein Unterbau mit einer geschütteten Betonwanne. Sie ist außerdem von geschickten und gut ausgerüsteten Heimwerkern auch in Eigenhilfe zu verwirklichen. Zwei Pfeiler stützen die 14 Meter lange Seitenwand. Zu- und Abflüsse sind mit PVC-Rohren von 50 mm Durchmesser (2") ausgerüstet.



Profilwinkel zur Aussteifung gemauerter Seitenwände

Um den statischen Nachweis für eine gemauerte Seitenwand zu erbringen, wird im Abstand von maximal 2,76 Metern der dargestellte Profilwinkel eingebaut. Er ist über eine vorgegebene Anzahl von Moniereisen in der Sohle verankert. Die Seitenwand selbst ist ebenfalls mit Moniereisen ausgerüstet. Das 1 : 1-Modell zeigt deutlich die Lage der notwendigen Bewehrungen.

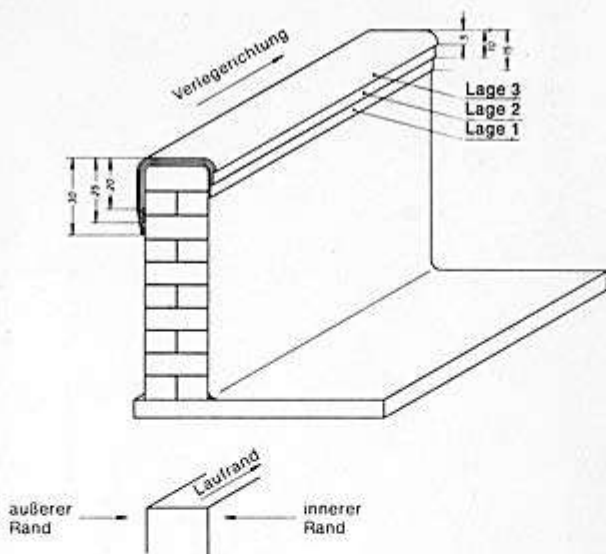


Sanierung einer städtischen Badeanstalt aus Stahlbeton mit Glasmatten und Polyesterharz

Wie beim Beckenneubau werden zunächst der Laufrand und die Seitenwände beschichtet. Die Bodenbeschichtung wird streifenweise „naß in naß“ eingebracht. Die Dehnungsfugen können ebenfalls nahtlos mit der Beschichtung verbunden werden.

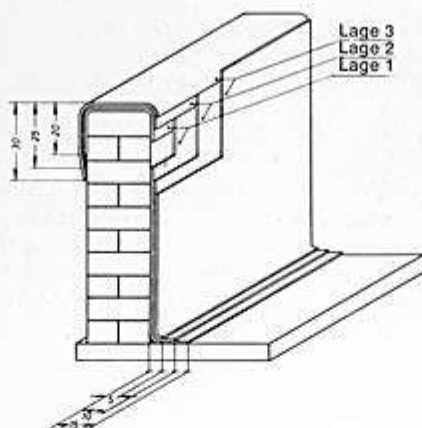
sind in dieser Hinsicht weniger kritisch. Die Beschichtung eines Wasserbeckens erfolgt entsprechend dem bereits auf Seite 39 dargestellten Ablaufschema. Sie beginnt also mit dem Haftvermittler und dem Sperrgrund.

Der höheren Belastung wegen werden in der Regel drei Mattenlagen aufgebracht. Nämlich entweder drei Lagen 450 g/m²-Matte für Kaltwasserbecken oder zwei Lagen 450 g/m²-Matte und eine Lage 300 g/m² der Type EPS in Verbindung mit Spezialharzen für Warmwasser- oder Chemikalienbecken. Die Matten werden in bekannter Weise mit der Farbversiegelung und dem Schlußanstrich abgedeckt. Nachfolgend wird die Verlege-Reihenfolge der Mattenlagen zeichnerisch dargestellt. Zuerst belegt man den oberen Rand, führt die Seitenwandbeschichtung durch und deckt dann den Boden ab.



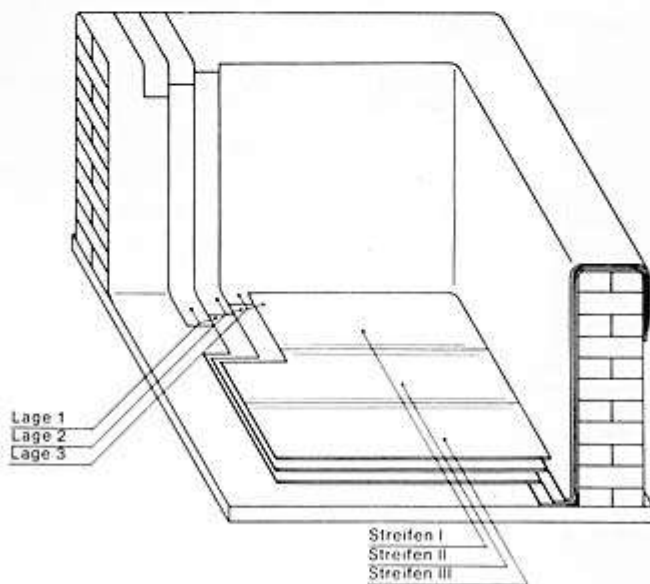
Verlegetechnik auf dem Laufrand und den angrenzenden Flächen

Die einzelnen Mattenlagen werden gleich breit geschnitten und um fünf Zentimeter gegeneinander versetzt auftapeziert. Auf diese Weise entstehen keine sichtbaren Ansätze.



Seitenflächenbeschichtung

Die Lage 3 reicht bis in den Beginn der oberen Rundung. Auf diese Weise ist kein Ansatz sichtbar. Die Seiten werden bahnenweise nach unten beschichtet.



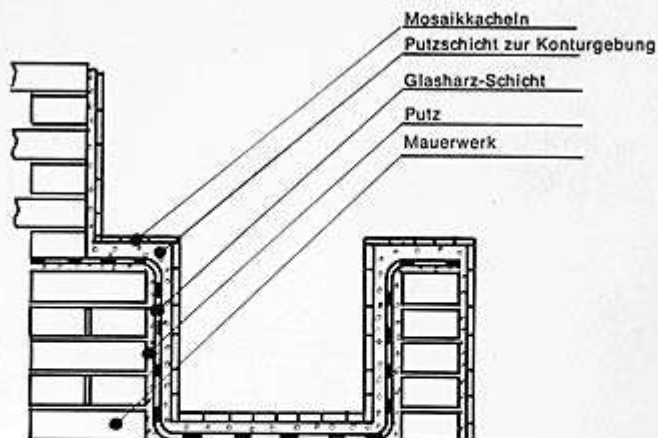
Bodenbeschichtung

Die Bahnen werden parallel zu den kurzen Beckenseiten verlegt. Im Boden werden drei Lagen naß-in-naß aufgebracht.



Freigestaltete Badewanne

Diese Badewanne ist gegen das übrige Bauwerk mit einer Polyester-Glaseidenbeschichtung abgedichtet. Sie macht deutlich, daß eine solche Kunststoffbeschichtung beliebig gestalteten Formen angepaßt werden kann.



Schnitt durch den Wandaufbau einer freigestalteten Badewanne

Die Badewanne ist in herkömmlicher Bauweise ausgeführt. Zur Sicherung des angrenzenden Bauwerkes gegen Wasserzutritt ist sie jedoch mit einem nahtlosen Mantel aus Glasfasermatten mit Polyesterharz ausgerüstet.

Die Gips-Jute-Methode

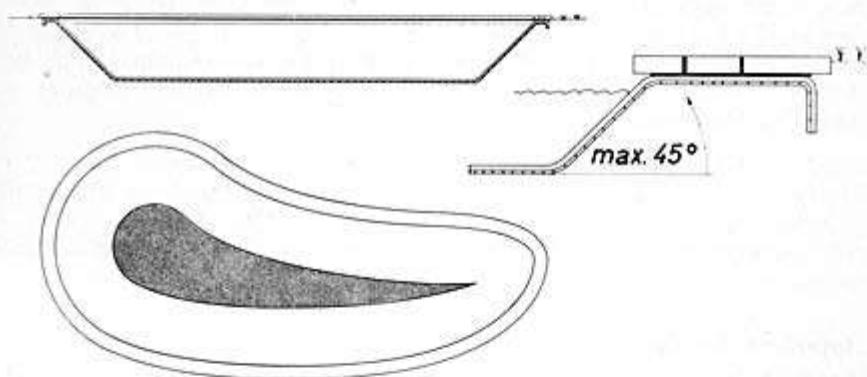
Auch beim Bau von Zierteichen ist Polyester und Glasseide der ideale Werkstoff. Der Unterbau ist mit Hilfe der Gips-Jute-Methode preiswert und schnell erstellt.

Die Form kann mit dieser Unterbaumethode beliebig gestaltet werden. Der Phantasie sind von der Formgestaltung her keine Grenzen gesetzt. Nur das Empfinden für harmonische Formgebung sollte nicht vernachlässigt werden.

Damit kein Erddruck auf das leere Becken wirksam wird, wählt man die Neigung der Wand unter 45° oder hält die Böschung noch flacher.

Der obere Rand soll mindestens 12 bis 20 Zentimeter breit sein, damit durch die Abwinklung eine Versteifung des Randes erreicht wird.

Zierbecken können auch in Stufenform (Kaskaden) angelegt werden.



Zierteich mit Gips-Jute-Unterbau in Ansicht und Schnitt

Die Beckenwand ist unter 45° gegenüber der Horizontalen geneigt, um den Erddruck auszuschalten. Mit diesem Unterbau können beliebig geformte Becken preisgünstig hergestellt werden.

Alle Becken erhalten eine Schöpfmulde, in die eine Konservendose gut hineinpaßt. Das erleichtert die Arbeit beim Entleeren.

Die spätere Beckenkontur wird bei dieser Bauweise direkt im Erdreich vorgeformt. Leider ist es nicht möglich, die Glasmatten einfach auf das Erdreich zu tapezieren. Das Harz würde im flüssigen Zustand aus der Matte in den Boden laufen.

Man benötigt daher einen flüssigkeitsdichten Unterbau, der außerdem dem Druck des Scheibenrollers beim Entlüften standhält. Diese beiden Forderungen werden durch gipsgetränktes Jutegewebe erfüllt. Ist die Polyesterbeschichtung fertiggestellt, so hat der Unterbau ausgedient.

Herstellung des Unterbaus

Jutestücke von etwa 1m² Größe werden in einem dünnen Brei aus Wasser und Gips getränkt und auf das festgeklopfte Erdreich aufgelegt. Mit einer Bürste oder mit den Händen streicht man die Falten glatt. An den Stoßstellen legt man diese Stücke ca. drei bis fünf Zentimeter übereinander, damit sich eine Überlappung ergibt.

Mit Wasser angerührter Gips beginnt nach etwa 15 Minuten zu erhärten. Daher ist es vorteilhaft, dem Wasser vorher etwa drei Prozent Gipsabbindeverzögerer beizugeben, wodurch der Härtingsprozeß auf eine halbe Stunde verlängert wird.

Falls die Oberfläche des Jutegewebes nicht ganz geschlossen ist, kann man nachträglich die gesamte Oberfläche noch einmal mit Gipsbrei überpinseln. Es hat sich gezeigt, daß man zur Erstellung der Seitenwände am besten unten im Becken steht. Daher wird vorgeschlagen, zuerst ringsum die Seitenwände und erst zum Schluß die Bodenpartie mit Jutegewebe und Gips auszulegen.

Damit man den Beckenboden beim Beschichten nicht durchtritt, werden Bretter ausgelegt. Darauf stehend wird der Juteuntergrund von der Haftgrundierung bis zum LT-Lack in gleicher Weise beschichtet wie ein Stein- oder Spanplattenbecken. Bis zur ersten Befüllung soll eine Woche vergangen sein.

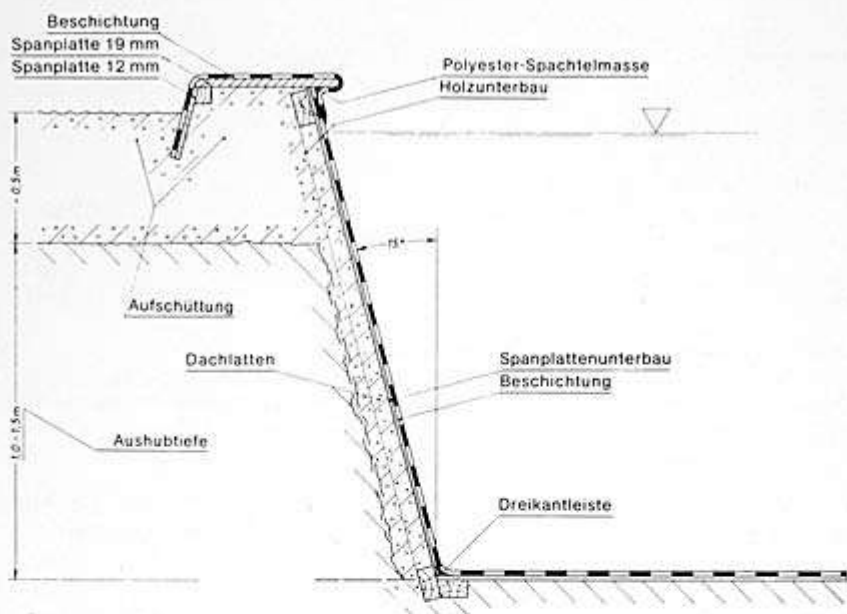
Unterbau aus Spanplatten

Diese Bauart ist preisgünstig und einfach. Für die Flächen werden zwölf Millimeter dicke, für den oberen Rand 19 Millimeter dicke phenolharzgehärtete Spanplatten verwendet.

Bei dieser Baumethode ist zu beachten, daß die Seitenwände mindestens 15 Grad Schrägung gegen die Senkrechte haben sollen. Die Schrägung richtet sich nach der Festigkeit des Erdreiches und muß bei losem Boden eventuell größer gewählt werden.

Nach dem Ausheben der Erdgrube baut man ein Gerüst aus Dachlatten bzw. Schalbrettern. Dieses Gerüst wird so bemessen, daß die Plattenstöße später jeweils auf den Schalbrettern liegen.

In der Bodenfläche werden die Schalbretter in den Sand eingelassen, so daß die breite Oberseite des Brettes mit dem Erdreich plan liegt. Alle Platten werden mit Nägeln auf dem Gerüst fixiert.



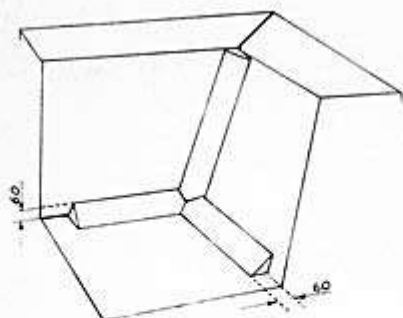
Spanplattenbecken im Schnitt

Um ein Verformen der Beckenwand durch den Erddruck zu vermeiden, wird die Seitenwand um mindestens 15° gegenüber der Senkrechten geneigt. Außerdem werden die Befüllung des Beckens mit Wasser und die Verfüllung der Beckengrube mit Erdreich gleichzeitig vorgenommen, so daß sich der Wasserdruck und der Druck des Erdreiches ständig die Waage halten.

Für die Seitenwände stellt man ein Gerüst aus Dachlatten entsprechend der Schrägung in der Erdgrube auf. Es empfiehlt sich, die Grube vorher etwas größer auszuheben, damit nachher zwischen den Spanplatten und dem Erdreich ca. 20 bis 30 Zentimeter Luft sind. Dieser Spalt wird erst nach vollständiger Fertigstellung des Beckens (d. h. beim Einlassen des Wassers) mit Sand wieder gefüllt. Die obere Kante soll möglichst ein mindestens 25 Zentimeter breites waagrecht verlaufendes Stück bilden. Diese obere Platte nimmt nachher die seitlichen Kräfte des Erdreiches in der hohen Kante auf und dient als Laufband.

Es empfiehlt sich, grundsätzlich phenolharzgebundene Spanplatten zu verwenden, die gegen Verrottung beständig sind.

Um die Belastung der Polyesterhaut an den Kanten zu vermindern, und um die Platten an den Kanten fester zu verbinden, befestigt man Eckleisten gemäß nachstehender Skizze. Diese Dreiecksleisten werden mit Polyester und einem Glasseidestreifen vorbeschichtet, bevor das gesamte Becken ausgekleidet wird.



Laminierhilfen bei Spanplattenbecken

Beim Spanplattenunterbau werden die Kanten mit Dreiecksleisten verfüllt. Auf diese Weise sind sie besonders gut und schnell zu beschichten und verfestigen zusätzlich den Unterbau.

Alle für die Anschlüsse erforderlichen Öffnungen werden vor der Beschichtung in die Spanplatten eingeschnitten.

Unterbau aus Steinen und Beton

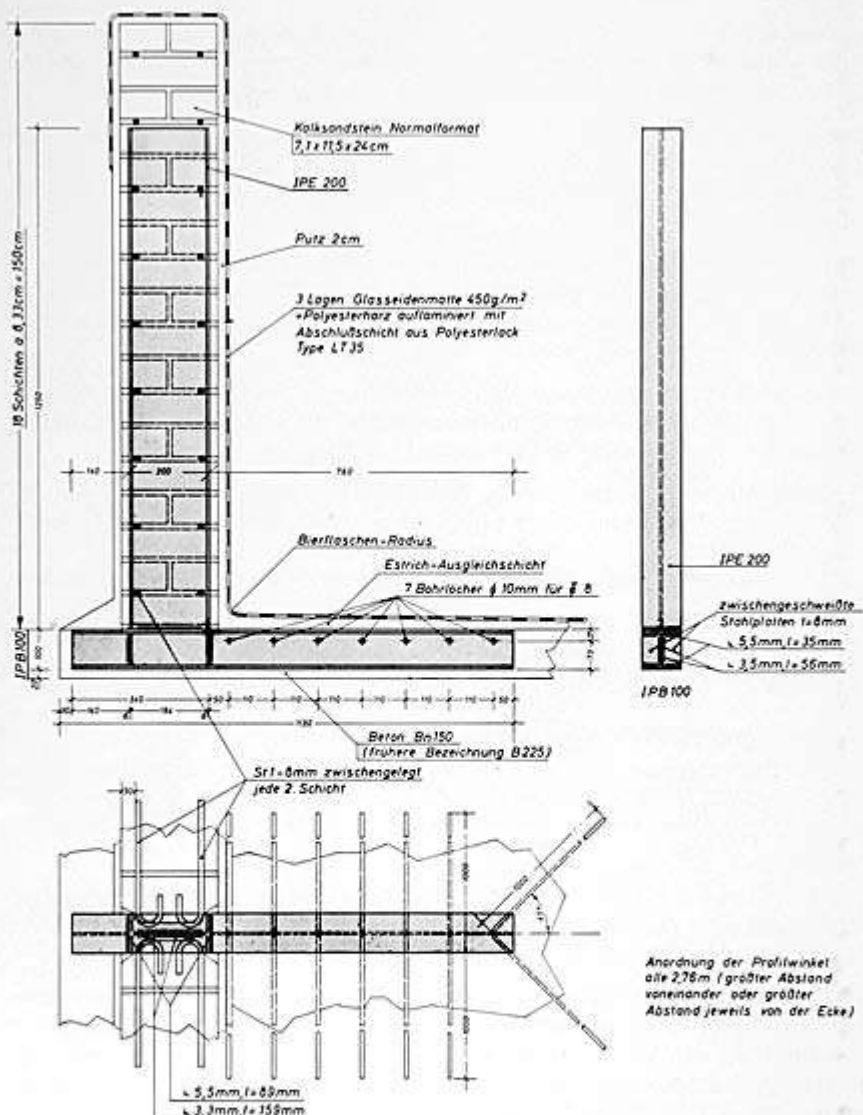
Die Erdgrube wird normalerweise etwas größer als das spätere Becken ausgehoben, damit das Erdreich seitlich nicht nachrutscht.

Becken mit statischem Nachweis

Nachfolgend wird in kurzer Form der Bau eines tragenden Schwimmbecken-Unterbaues beschrieben, der sich als besonders kostengünstig erwiesen hat.

Die Bodenfläche wird egalisiert und festgeklopft. Sie sollte möglichst waagrecht liegen. Der Bodenablauf mit PVC-Abflußrohr wird eingebaut. Dann wird die Bodenfläche mit Schalbrettern von 13 cm Breite hochkant mit Holzpflocken eingeschalt. Als nächstes bringt man eine Schicht Beton Bn 150 von ca. 13 cm Stärke auf und zieht die Oberfläche mit einem Abzugbrett glatt. In diese Schicht werden zur Verstärkung dünne Baustahlgewebematten eingelegt. Diese Bodenplatte wird breiter gemacht, als es für die Auflagefläche der Seitenwände nötig wäre. Beim Schütten werden vertikale Doppel-T-Eisenwinkel – Bewehrung für die Seitenwände – in die Sohle mit einbetoniert.

Um eine völlige Entleerung des Beckens zu erreichen, ist jetzt bereits darauf zu achten, daß der Boden von allen Seiten zu einem tiefsten Punkt hin abfallen muß, wo später der Bodenabfluß sitzt. Für die Bodenleitung genügt ein normales PVC-Abflußrohr mit einem Innendurchmesser von fünf Zentimetern (zwei Zoll). Das Rohr und den Ablauf muß man bereits



Profilwinkel zur Aussteifung von Schwimmbeckenwänden

Die Winkel sind aus Stahlnormprofilen zusammengeschweißt und werden sowohl in der Bodenplatte als auch innerhalb der gemauerten Wand mit Moniereisen an die benachbarten Bauelemente angeschlossen.

vorher verlegen und die Öffnung mit Papier verstopfen, damit kein Sand oder Zement hineingelangt. Dann wird die Sohle geschüttet. Auf die Sohle werden die Seitenwände in üblicher Weise aufgemauert.

Wir gehen davon aus, daß die Wassertiefe des Beckens normalerweise 1,35 Meter beträgt, so daß die Seitenwände ca. 1,50 Meter hoch gebaut werden müssen. Es stehen also 15 Zentimeter Wand über der Wasseroberfläche.

Bei einer Beckenlänge von 8 Meter ist eine Mauer von 24 Zentimeter Stärke ausreichend, um die seitlichen Drücke des Erdreiches aufzufangen, wenn die entsprechenden Winkel aus Doppel-T-Eisen im vorgesehenen Abstand eingebaut werden.

Die Innenflächen des Mauerwerks werden mit Zementputz (1 cm dick) egalisiert. Damit entsteht eine ebene Fläche, die nachher mit drei Lagen Glasmatte und Polyesterharz beschichtet werden kann.

Es empfiehlt sich wieder, beim Verputzen die oberen scharfen Kanten und die scharfen Ecken unten etwas abzurunden. Der Radius sollte oben ca. zwei Zentimeter und am Übergang Seitenwand–Boden ca. vier Zentimeter betragen, damit man die Glasmatten mühelos heruntapezieren kann.

Das Steinbecken sollte etwa drei bis vier Wochen alt sein, ehe es beschichtet wird, damit Beton und Mörtel gut abgebunden haben.

Becken ohne statischen Nachweis

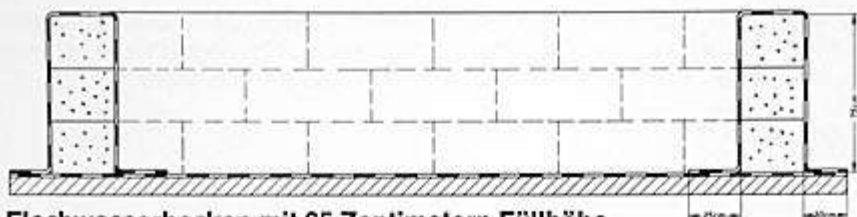
In die Beckengrube wird eine zehn Zentimeter dicke Magerbetonsohle eingebracht. Die Seitenwände können aus Hohlblocksteinen aufgemauert werden. Die Innenseiten werden, wie im vorigen Kapitel beschrieben, verputzt.

Der Umgang mit Mörtel und Steinen verlangt Übung und Geschicklichkeit. Erleichtert wird der Seitenwandbau durch Nut- und Feder-Hohlblocksteine (24 cm x 25 cm x 50 cm) aus Bims- oder Leichtbeton.

Sie können trocken aufgesetzt werden. In die vorhandenen Lochkanäle von 14 x 14 cm wird, sobald die Steine versetzt aufgeschichtet sind, Zementmörtel eingefüllt. Die Steine haben auch Aussparungen für horizontale Armierungen. Das Hohlblockmauerwerk mit diesen Spezialsteinen kann also in zwei Richtungen bewehrt werden.

Flachwasserbecken bis zu 3 m x 7 m x 0,7 m können auch in folgender Art ohne Mörtel hergestellt werden:

Eine Sohle aus Spanplatten oder Magerbeton wird mit G 4, Sperrgrund und drei Lagen Standardmatte beschichtet. Darauf werden Leichtbausteine (z. B. Ytong o. ä., Format 24 cm x 25 cm x 50 cm) zu Seitenwänden verklebt. Die Sohle ist umlaufend um 20 cm größer gehalten als die



Flachwasserbecken mit 65 Zentimetern Füllhöhe

Die Leichtbausteine sind mit FLEXOVOSS® K 6 TT verklebt und anschließend mit drei Lagen Glasmatte und Polyesterharz übertapeziert worden.

Maueraußenmaße. Die Steine werden nach Richtschnur und Lot gegen eine Latte (als Lineal) geschoben und Stück für Stück mit Spezialkleber K 6 TT untereinander verklebt. Stöße und ausgeschlagene Stellen werden schnell und einfach mit Polyesterspachtelmasse verfüllt und egalisiert.

Kaltwasserbecken	Warmwasser- und Chemikalienbecken
<ol style="list-style-type: none"> Haftgrund G 4 Nach 1/2–4 Stunden: Sperrgrund: BE-Harz + 0,3 % Kobalt-Beschleuniger + 3 % MEKP zur Aushärtung drei Lagen Standardmatte 450 g/m² mit BE-Harz + 3 % MEKP zum Aushärten Farbversiegelung: BE-Harz + 20 % Farbpaste + 0,3 % Kobalt-Beschleuniger + 3 % MEKP zur Aushärtung Schlußlackierung mit Polyesterlack LT 35 B + 5 % Farbpaste + 3 % MEKP zur Aushärtung Mindestens acht Tage bis zur Befüllung des Beckens warten, wenn die Tagestemperaturen bei oder über 20 °C liegen. Bei kühleren Temperaturen länger warten! 	<ol style="list-style-type: none"> Haftgrund G 4 Nach 1/2–4 Stunden: Sperrgrund: Polyester Schnellversiegelung W 35 B + 3 % MEKP zur Aushärtung zwei Lagen Standardmatte 450 g/m², und eine Lage 300 g/m²-Matte Typ EPS mit Leguval W 25 B + 3 % MEKP zum Aushärten Farbversiegelung: Polyester-Schnellversiegelung W 35 B + 20 % Farbpaste + 3 % MEKP zur Aushärtung Schlußlackierung mit Polyesterlack LT 35 B + 5 % Farbpaste + 3 % MEKP zur Aushärtung Becken mit einer Folie abdecken und mit einem Heizlüfter 24 Stunden bei mindestens 40 °C nachttemp. Anschließend ist das Becken befüllbar.

Beschichtungsfolge für Warm- und Kaltwasserbecken

tapeziert. Ist das geschehen, so ummantelt man die Mauern von der Sohlenaußenseite über die Steine hinweg bis 25 Zentimeter in den Beckenboden hinein mit drei Lagen Glasmatte und Polyesterharz.

Achtung bei Zier- und Zuchtfishbecken!

Bei Fischbecken wird der gesicherten Aushärtung wegen grundsätzlich eine Temperung empfohlen, wie unter Punkt 6 der Arbeitsanleitung für Warmwasser- und Chemikalienbecken beschrieben. Zusätzlich werden solche Becken nach der Temperung intensiv mit heißem Wasser ausgewaschen.

Nachträglicher Einbau von Naßzellen bei Altbauten

Im Fertighausbau werden seit längerem komplette, isolierte Naßzellen (Bäder, Duschen etc.) einbaufertig hergestellt. Hierbei kommen in großem Maße kalthärtende Kunststoffe zum Einsatz. Diese Technik läßt sich in einfacher Weise auf Altbau-Sanierungen übertragen, bei denen es oft



Sanitärraumzelle „Barbara“

Alle Ausrüstungsgegenstände sind in die Zelle mit einbezogen.

Der Großraum Dusch- und Badebereich der Sanitärraumzelle ist aus hinter-schäumten Chemiewerkstoffen hergestellt. Auf diese Weise halten Wand- und Wannenelemente das Wasser über lange Zeit warm (Foto BAYER AG/Hausmann KG).

darum geht, kostengünstig nachträglich ein Bad etc. zu installieren, obwohl Boden und Wände keine entsprechende Wärme- und Feuchtigkeitsisolierung aufweisen.

Zunächst muß geprüft werden, ob der Fußboden der zukünftigen Belastung – zum Beispiel im Bereich der Badewanne – gewachsen ist. Ist dies der Fall, so können als nächstes Kabel und Rohre auf Putz verlegt werden. Dann werden mit G 4 versiegelte Dachlatten gegen die Wände gedübelt, so daß Feldergrößen mit leichtem Untermaß entstehen, in die Isolierplatten oder Matten (Styropor III, Polyurethanplatten oder Glas- bzw. Mineralwollmatten) eingefügt werden. Für den Boden sind trittschalldämmende Isolierplatten zu verwenden. Diese Wärmedämmung wird mit wasserfesten Rigipsplatten oder phenolharzgetränkten Spanplatten von etwa zehn Millimeter Dicke verkleidet. Die Kanten sind mit Dreiecksleisten von fünf Zentimeter Schenkellänge auszufüllen. Anschließend werden diese Dreiecksleisten mit einem 15 Zentimeter breiten Glasmattenstreifen und Polyesterharz BE übertapeziert. Darauf folgt eine vollflächige Beschichtung der Wandfläche mit einer Lage 450 g/m² Standardmatte, die mit der Schnellversiegelung abgedeckt wird. Auf die Schnellversiegelung wird nicht wie sonst üblich der LT-Lack, sondern G 4 aufgetragen und in die noch nasse Fläche trockener Sand eingestreut (absanden).

Am nächsten Tag werden die losen Sandteile abgefegt. Auf diese Weise ist eine Haftbrücke für einen Putz oder das Aufkleben von Mosaik- bzw. auf der Rückseite stegfreien Kacheln gegeben.

Da herkömmliche Kachelkleber zwischen diesen Deckschichten ihre Feuchtigkeit nicht abgeben und damit nicht härten können, ist ein lösungsmittelfreier Zwei-Komponenten-Polyurethan-Kleber (K 6 TT) einzusetzen.

Die Ränder von Konsolen und Ankern werden gegen die Kacheln sorgfältig mit Silikonkautschuk abgedichtet. Zur Geräuschkämmung und Wärmeisolierung (wichtig bei Bädern über Tordurchfahrten) kann der Hohlraum unter Dusch- und Badewanne mit Polyurethan-Schaum (ISO-VOSS®-Schüttelschaum) ausgefüllt werden.

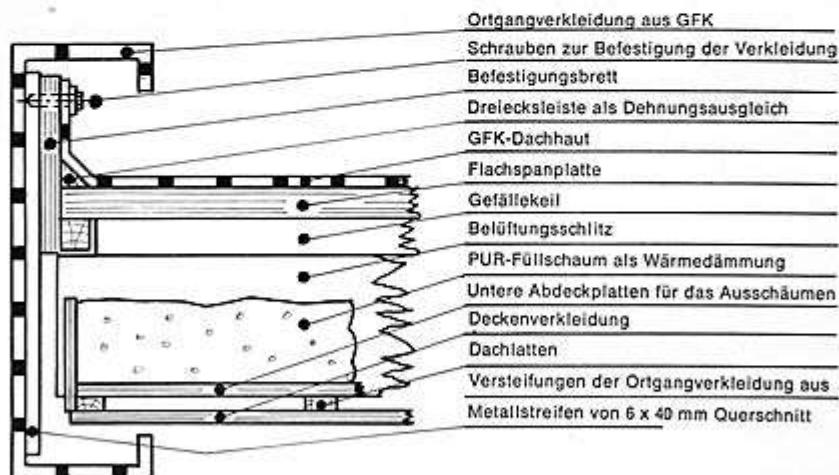
Formteile aus Polyester am Bau

Wenngleich Polyester-Beschichtungen im Baubereich den größeren Raum einnehmen, so bieten sich auch Formteile für verschiedene Einsatzgebiete an. Hierzu zählen Ortgang-Verkleidungen, Lichtkuppeln, Hallensegmente aber auch Schaltkästen, Pflanzkübel, Fassadenverkleidungselemente und Leuchtabdeckungen. Dabei bewährt sich glasfaserverstärktes Polyesterharz durch seine gute Witterungsbeständigkeit, seine hohe Festigkeit und sein günstiges Gewicht. Hier einige praktische Anwendungsbeispiele.

Herstellen einer Ortgangverkleidung aus GFK

Herkömmliche Verkleidungen für diesen Zweck werden fast immer in Aluminium angeboten. Ortgang-Verkleidungen unterliegen extremen Witterungsbedingungen, zum Beispiel Temperaturwechsel zwischen -30 und $+70$ °C, und müssen so gebaut sein, daß sie bei dieser Temperaturdifferenz von ca. 100 °C frei arbeiten können und außerdem möglichst nicht korrodieren. Zwar kann man Aluminium farbig eloxieren, jedoch sind diese Eloxalfarben nicht besonders lichtecht und verändern sich durch die UV-Strahlung ziemlich schnell. Für dieses Einsatzgebiet bietet sich der Werkstoff Polyester geradezu an, weil er korrosionsbeständig ist und die bei Polyesterharzen verwendeten Farbstoffe auch eine gute Lichtbeständigkeit aufweisen.

Nachstehende Skizze zeigt den Aufbau eines Flachdaches als Kaltdach für ein Wohnhaus mit seitlicher Begrenzung durch eine umlaufende Ortgang-Verkleidung aus Polyester, die sich in achtjährigem Einsatz einwandfrei bewährt hat.



Schnitt durch ein Flachdach mit Ortgangverkleidung

Die Ortgangverkleidung aus GFK ist mit dem Dach so verschraubt, daß ein Wachsen und Schwinden der Verkleidung bei wechselnden Temperaturen möglich ist. Alle Befestigungen bis auf die mittlere sind deshalb mit Langlöchern versehen. Zur Aussteifung der Verkleidung in vertikaler Richtung ist ein Metallstreifen von 6×40 mm auf der Rückseite auftapeziert. Um eine Belüftung des Daches zu ermöglichen, ist die Ortgangverkleidung nach unten hin frei aufgehängt.

Diese Lösung ist nicht nur technisch sondern auch kostenmäßig interessant und kann durchaus mit Aluverkleidungen konkurrieren, zumal die Negativ-Form relativ leicht herzustellen ist und eine individuelle Anpassung an das jeweilige Bauobjekt ohne Schwierigkeiten erlaubt. In entsprechend langen Formen lassen sich Einzelelemente in voller Länge in einem Stück herstellen.

Ortgang-Verkleidungen werden zur Außenseite mit einer Feinschicht ausgerüstet. Zum Schutz gegen Verzug empfiehlt es sich, alle ein bis zwei Meter ein Flacheisen von 6 x 40 Millimeter Querschnitt senkrecht zur Laufrichtung auf der Rückseite aufzulaminieren.

Laminataufbau für eine Ortgangverkleidung

1. In die mit Trennmittel ausgerüstete und für die Entformung aufklappbare Form wird die Feinschicht eingestrichen. Man verwendet Standard-Feinschicht G 300 B + 3 % MEKP zur Härtung.
2. Nach etwa zwei Stunden Wartezeit wird die Schnellversiegelung aufgebracht aus
 - Polyesterharz BE
 - + 0,3 % Kobalt-Beschleuniger
 - + 3,0 % MEKP zur Härtung
3. Nach einer Stunde folgt dann das dreilagige Laminat aus
 - 1 Lage Matte 300 g/m²
 - + 2 Lagen Standardmatte 450 g/m²
 - jeweils mit BE-Harz
 - + 3 % MEKP zur Aushärtung.Da das Formteil Oberkopf-Flächen aufweist, muß jede Lage für sich anhäften.
4. Aufsetzen der Metallversteifungen, die mit zwei 20 cm breiten Standardmattestreifen übertapeziert werden.
Harzansatz wie unter 3.
5. Farbversiegelung mit BE-Harz
 - + 20,0 % Farbpaste
 - + 0,3 % Kobalt-Beschleuniger
 - + 3,0 % MEKP zur Aushärtung.
6. Abschlußlackierung der Rückseite
 - mit LT-Lack 30 B
 - + 5 % Farbpaste
 - + 3 % MEKP zur Aushärtung.

Ausführliche Hinweise zum Laminierverfahren siehe Seite 35 ff. Die Elemente sind nach der Entformung mindestens 48 Stunden lang bei 20 °C oder mehr zu lagern, bevor sie montiert werden.



Ortungsverkleidung aus Glasfaser-Polyesterharz

Dieser Werkstoff ist besonders witterungsfest und korrosionsbeständig. Außerdem weisen die in Polyesterharzen verwendeten Pigmente eine gute Lichtbeständigkeit auf. Die Kunststoff-Verkleidung fügt sich harmonisch in die ansonsten mit konventionellen Baustoffen errichteten Bauwerke ein.

Herstellung von Hallensegmenten

Ein weiteres interessantes Einsatzgebiet sind transparente Hallensegmente.

Auf den Fotos Seite 97 sehen Sie ein Polyesterformteil, das sehr gut geeignet dazu ist, um an bestehenden Hallen einen überdachten Lageraum zu schaffen. Diese Überdachung ist leicht, wird nur festgeschraubt und läßt sich daher jederzeit an anderen Plätzen montieren. Die einzelnen Elemente sind 1 m breit, so daß man durch Verschraubung beliebig vieler Einzelsegmente jede gewünschte Lauflänge erreichen kann. Das gezeigte Modell hat einen unteren Wandabstand von fünf Metern. Die Höhe an der Ecke beträgt 3 Meter, die Höhe am First 4,50 Meter. Die Wandung wurde aus drei Lagen Standardmatte à 450 g per Quadratmeter hergestellt. Diese Elemente sind lichtdurchlässig, so daß keine Fensteröffnungen erforderlich sind. Bei der Benutzung der Standard-Harztype BE würde sich nach einigen Wochen eine Gelbfärbung infolge Vergilbung durch Sonnenstrahlen einstellen. Daher ist für diesen Zweck eine lichtstabilisierte Harztype, und zwar Leguval® N 50 S einzusetzen.



Kombiniertes Dach-Wand- Element

Mit solchen Wandelementen lassen sich in kurzer Zeit regen- und witterungsbeständige Überdachungen errichten. Da die Elemente lichtdurchsichtig sind, ist bei geschlossener Bauweise lediglich für eine Belüftung zu sorgen.



Zum Befestigen der Elemente an der Hauswand wird ein Holzbalken installiert, der ein eigenes vorspringendes Dachteil bekommt, damit zwischen Wand und Element kein Regenwasser eindringen kann. Der Wandabstand am Fuß des Elementes beträgt fünf Meter. Die Wandbefestigung liegt 4,50 Meter hoch und die Höhe im Knick des Elementes mißt drei Meter.

Der Rand bzw. der seitliche Flansch wurde zusätzlich mit einem Streifen Liasil-Roving verstärkt. Dieser Liasil-Roving ist acht Zentimeter breit und besteht ausschließlich aus Rovingsträngen in der Längsrichtung. Diese Fäden sind im Abstand von einigen Zentimetern jeweils nur durch einen dünnen Einzelfaden zusammengehalten, damit man sie als Band verarbeiten kann. Die Festigkeit liegt also nur in einer Richtung, daher bezeichnet man ein derartiges Gewebeband auch als Unidirektionalgewebe. Bei diesem acht Zentimeter breiten Band beträgt die Zugfestigkeit in der Längsrichtung ca. 5000 kp.

Vor dem Verschrauben der einzelnen Elemente legt man zur Abdichtung auf den Flansch einen Streifen Dichtungsschnur. Derartige dauerplastische Schnüre sind als Eternitabdichtungsschnüre für Dachabdeckungen bei jedem Baustoffhändler erhältlich. Zur Verschraubung empfehlen wir verzinkte Maschinenschrauben M 8. Eine weitere zusätzliche Abdichtungsmöglichkeit der einzelnen Elemente besteht durch Aufkleben eines PVC-U-Profiles.

Die Negativform zur Herstellung derartiger Elemente wurde aus Tischlerplatten angefertigt. Sie läßt sich sowohl nach der einen als auch nach der anderen Seite kippen, so daß jeweils die Arbeitsfläche waagrecht liegt. Von innen wurde die Tischlerplatte mit Resopal ausgekleidet. Die scharfen Ecken wurden mit Polyester-Spachtelmasse FERRO-FIX in einem Radius von ca. zehn Millimeter schwach ausgerundet. Sehr wichtig ist, daß die Resopal-Platten möglichst schwarz oder sehr dunkel eingefärbt sind, weil die Arbeit durch das bessere Erkennen der helleren Luftblasen auf dem dunklen Untergrund erheblich erleichtert wird. Dem Auswalzen der Luftblasen wird man bei durchsichtigen Bauteilen besondere Aufmerksamkeit schenken, aus technischen und aus optischen Gründen.

Die beiden Stirnseiten der Negativform sind aufklappbar, um die Entformung zu ermöglichen. Als Trennhilfe wird Druckluft verwendet, die über einen Schlauch mit metallischem Mundstück von Hand geführt zwischen Form und Fertigteil geblasen wird. Fest eingebaute Druckluftanschlüsse erfordern eine luft- (oder wasser-) dichte Form, wenn sie gut wirksam sein sollen.

Handgeführte Luftschläuche als Trennhilfe erscheinen auf den ersten Blick primitiv. Tatsächlich ist dieses Hilfsmittel äußerst wirkungsvoll und in der Anschaffung preiswert. Bei Preßteilen gehört dieses Hilfsmittel zur Standardausrüstung des Arbeitsplatzes.



Negativform zur Herstellung von Dach-Seitenwand-Elementen

Die im vorigen Bild dargestellten Elemente sind in dieser schwenkbaren Negativform entstanden. Die Formfläche selbst besteht aus resopalbeschichteten Platten, die im Lieferzustand bereits eine befriedigend gute Oberfläche aufweisen und vor Inbetriebnahme lediglich mit Trennmitteln behandelt werden müssen.

Nachstehend ist der Materialbedarf für ein Hallenelement aufgeführt. Das Element hat eine Oberfläche von zehn Quadratmetern.

Materialbedarf und Arbeitszeit für ein Element:

5 kg	lichtstables, vorbeschleunigtes Feinschichtharz G 300 SB
30 m ²	hochtransparente Standardmatte mit 450 g/m ²
17 lfdm	Liasilrovingband
40 kg	lichtstables Harz Leguval® N 50 S
2 kg	lichtstabiler, vorbeschleunigter Schlußlack LT 30 SB
1,5 kg	MEKP-Härter
0,2 kg	Kobalt-Beschleuniger für das Leguvalharz
2 l	Reinigungsmittel (anteilig)
1 St	Fellroller (anteilig)

Folgende Arbeitszeiten können für die Herstellung eines Elementes mit zwei Arbeitern angesetzt werden:

1. Ausrüsten der Form mit Trennwachs	5 min
2. Aufstreichen der Feinschicht	20 min
3. Einlegen der 3 Lagen Standardmatte 3 x 40 min =	120 min
4. Einlegung der Randverstärkung	30 min
5. Randbesäumung	10 min
6. zwei Endanstriche	20 min
7. Entformung	10 min
8. Allgemeine Rüst- und Reinigungszeit	60 min
Arbeitszeit etwa:	<u>275 min</u>

Die Taktzeit je Element beträgt inklusive einer Temperzeit von vier Stunden bei 50 °C etwa acht Stunden. Je Schicht kann mit einer Form also ein Element fertiggestellt werden. Sind zwei Formen vorhanden, so produzieren zwei Leute je Schicht zwei Elemente.

Polyester-Spachtelmassen

Infolge ihrer schnellen Aushärtung, guten Haftung und leichten Schleifbarkeit finden Polyester-Spachtelmassen nicht nur bei Karosserie-Reparaturen ihren Einsatz. Im Baugewerbe werden sie zum Beispiel zum Ausbessern von Sichtbetonflächen, zum Einsetzen von Ankern, zum Glätten von Metallflächen (zum Beispiel bei Fensterrahmen und Stahltüren) zum Verfüllen von statischen Rissen in Betonflächen sowie zum Anspachteln von Rundungen bei Beschichtungsarbeiten mit Polyester und Glasseide verwendet.

Spachtelmassen härten durch Zugabe von pastenförmigem Bp-Härter innerhalb von vier bis fünf Minuten. Zur Kontrolle einer einwandfreien Durchmischung von Spachtelmasse und Härter wird die Härterpaste in der Regel eingefärbt geliefert.

Zur Aushärtung wird die einem Hühnerei im Volumen entsprechende Menge Polyesterspachtelmasse mit ein bis zwei Zentimetern Tubenhärter angesetzt. Werden größere Mengen Spachtelmasse benötigt, so werden auf einer Platte einander zugeordnete Mengen von Spachtelmasse und Tubenhärter nebeneinander postiert. Bei Bedarf werden dann jeweils Spachtelmasse und zugehöriger Härter vermischt und verarbeitet. Dann kommt das nächste Paar an die Reihe.

Hier einige Anwendungsbeispiele für Polyesterspachtelmassen:

Setzrisse werden mit Polyesterspachtel sicher verschlossen, nachdem alle losen Teile ausgekratzt wurden. Anschließend kann die Fläche zum Beispiel bei einer Terrasse mit Polyester und Glasseide beschichtet werden.

Als **Dübelmasse** fixiert Polyesterspachtel Haken fest in Mauerwerk und Beton. Hierzu wird das Bohrloch unter Verwendung eines Rundholzes mit aktivierter Spachtelmasse gefüllt und der Haken in die noch weiche Masse gedrückt. Anschließend wird das hervorquellende Spachtelmaterial nachgedrückt und geglättet. Der Haken ist schon nach zwanzig Minuten belastbar.

Bauteile aus hochgefüllten Polyesterharzen

Dazu gehören Kunststein-Fensterbänke, Treppenstufen sowie Tischplatten und Platten für Blumenhocker.

In der letzten Zeit hat sich dieses Arbeitsgebiet stark entwickelt. Von etlichen Betrieben werden Fensterbänke mit guten Erfolgen hergestellt. Der dekorative Effekt von z. B. Fensterbänken und Tischplatten ist sehr variabel. Besonders attraktive Zusammenstellungen werden auch entsprechend im Preis honoriert.

Es gibt drei Herstellungsarten:

1. Stark pigmentierte Teile mit glatter oder reliefartiger Oberfläche, wahlweise mit und ohne Dekoreffekt.
2. Schwach oder transparent eingefärbte Bauteile, in die Quarzkiesel oder Marmorbruch eingelegt wurden (Terrazzo oder Marmoreffekt).
3. Bauteile mit einer Feinschicht. Sie besitzen ein verbessertes Witteungsverhalten bei etwas reduzierter Kratzfestigkeit.

Für die Feinschicht werden stets lichtstabile Produkte verwendet. Als Bindemittelharz werden für vergilbungsfreie Bauteile ebenfalls lichtstabile Harze verwendet, z. B. Leguval® N 50 S. Bei höherer Wärmebeständigkeit wird statt dessen Leguval® W 16 benutzt. Zum Einfärben werden Polyester-Farbpasten zugesetzt.

Als Füllstoffe sind bei 100 °C getrocknete Kiese von sieben bis fünfzehn Millimetern oder Quarzsande von 0,2 bis 7 Millimeter Körnung üblich.



Fensterbank aus gefülltem Polyesterharz

Die Hersteller von Fensterbänken aus gefüllten Polyesterharzen sind eine wichtige Zulieferindustrie für den Bausektor geworden. Die Fensterbänke werden auf Maß angefertigt und können ohne Nacharbeit sofort eingebaut werden.

Als Formwerkstoffe eignen sich Resopal- und andere beschichtete Platten, ferner Aluminium-, Stahl- und VA-Bleche.

Der gefüllte Harzansatz wird meistens in zwei Etappen in die Form eingebracht. Die Mischung wird mit einem Rüttler verdichtet und kann durch gesandstrahlte Torstähle ausgesteift werden.

Je nach Kornaufbau, Harztyp, Harzgehalt und Verdichtung wird nach der Aushärtung ein Baustoff erreicht, der ausgezeichnete Festigkeitswerte besitzt. Im Labor wurden anlässlich einer Prüfung folgende Daten mit dem Harz W 16 als Bindemittel gemessen:

Druckfestigkeit	700–1200 kp/cm ²
Biegezugfestigkeit	100–250 kp/cm ²
Elastizitätsmodul	150 000–300 000 kp/cm ²
Wärmeausdehnungszahl	15–20 x 10 ⁻⁶ /°C
Wärmeleitfähigkeit	0,8–2,0 kcal/m h °C
Wasseraufnahme	unter 1 Gew.-%
Rohgewichte	2,2–2,4 kg/l
Schrumpfung bei der Härtung	0,1–0,2 % (während der 2. bis 4. Std. nach Beginn der Härtung; später ist der Schrumpfung kaum noch meßbar, also praktisch unbedeutend).

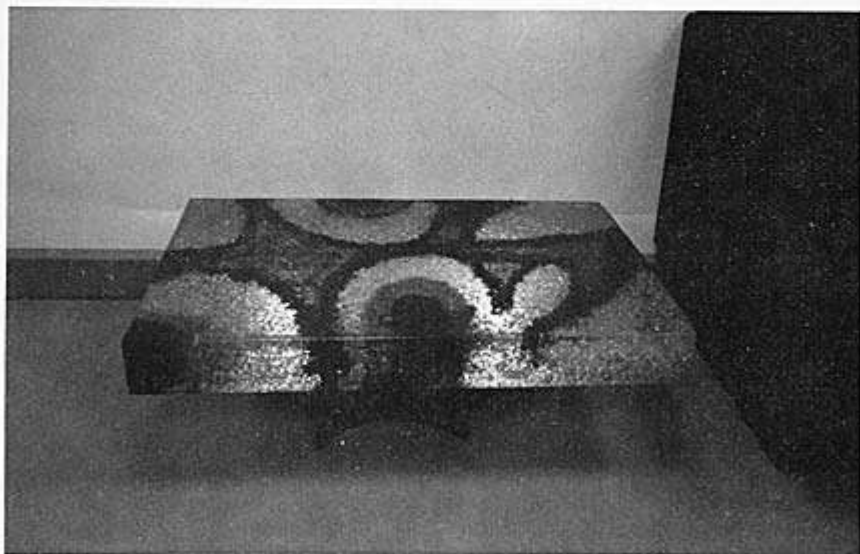
Arbeitsgänge zur Herstellung einer Fensterbank:

1. Ausrüsten der Form mit Trennmitteln
2. Einbringen der klaren und lichtstabilisierten Feinschicht. Anhärten lassen.
3. Vorlage-Mischung einbringen und anhärten lassen.
Mischungsverhältnis der flüssigen zu den festen Bestandteilen etwa 1 : 8 Gewichtsteile.
4. Hinterfüllung mit einer etwas gröberer Körnung und etwas magerer Mischung. Mischungsverhältnis flüssig zu fest etwa 1 : 10 Gewichtsteile.
5. Abstreuen des eventuell auf der Rückseite auftretenden Harzspiegels mit feinem Sand.

Neben diesen opaken (undurchsichtigen) Bauteilen, können auch durchscheinende, meist niedriger gefüllte Dekorationsteile gefertigt werden.

Gießharzteile mit niedrigem Füllungsgrad durch opake oder transparente Füllmittel

Zur Herstellung von Türdrückern, Handknöpfen, Zierelementen für Treppengeländer und von hinten beleuchteten Friesen wird vorteilhaft hochtransparentes Gießharz (Typ GTS) verwendet. Als Form dienen hier hoch-



Im Eingießverfahren hergestellte Tischplatten

Die Tischplatte besteht aus Glasbruch, der in schwach eingefärbtem, durchscheinendem Harz eingegossen ist. Eine Beleuchtung bringt die warmen Farben der Tischplatte voll zur Geltung.

glanzpolierte Blechformen, mit Resopal® ausgekleidete Holzkästen und – bei kompliziert geformten und vor allem hinterschnittenen Teilen – Formen aus elastischem Silikonkautschuk, der sich neben der Elastizität dadurch auszeichnet, daß er gegenüber Polyester selbsttrennend ist (siehe Seite 178 ff). Neben Silikonkautschuk eignen sich auch elastische Polyurethanmassen, wie K 6 S als Formmasse. Sie bedürfen allerdings einer Trennmittelbehandlung, damit sich das Fertigteil entformen läßt.

Polyurethane (PUR)

Die Familie Polyurethan-Kunststoffe ist seit Ende der dreißiger Jahre bekannt. Ihr liegt bei der Erhärtung ein besonderes chemisches Bildungsprinzip, die sogenannte Polyaddition, zugrunde. Bei ihr verbinden sich zwei Bausteine, Polyol und Isocyanat, durch Kopplung miteinander, ohne daß es zu einer Abspaltung chemischer Gruppen kommt. Somit zeichnen sich die Polyurethane durch eine sehr gute Haftung aus, denn Schrumpfspannungen in der Grenzschicht zwischen Kunststoff und Untergrund werden durch die praktisch schrumpfungsfreie Aushärtung verhindert.

Polyurethane werden in einer großen Vielfalt von Einstellungen gefertigt und sind gleichsam das Paradebeispiel für den Kunststoff als Werkstoff nach Maß. Es gibt:

- Lösungsmittelhaltige, lackartige Einkomponenten-Polyurethane
- Lösungsmittelfreie Ein-Komponenten-Massen
- Zwei-Komponenten-Beschichtungen und Fugenmassen
- Zwei-Komponenten-Schäume, die durch Rühren per Hand, besser aber mit einer Bohrmaschine, in baustellengerechten Schüttelflaschen oder für die Großanwendung als hochreaktive Maschinenschäume zum Spritzen oder Spritzgießen verarbeitet werden
- neuerdings aber auch Ein-Komponenten-Schäume in Druckflaschen und
- Wassergetriebene Schaumsysteme.

Bei den letzteren wird der Schaum durch Zersetzung eines Teiles des als Härter dienenden Isocyanates in Harnstoff und Kohlendioxid gebildet. Die Spaltung wird durch Wasserzugabe ausgelöst. Aufgrund dieses Mechanismus sind die meisten Polyurethane wasserempfindlich und neigen auf nassen Untergründen zur Schaumbildung. Dagegen ist eine geringe Feuchtigkeitsmenge (Luftfeuchtigkeit oder im Mauerwerk oder anderem Untergrund gespeicherte Feuchtigkeit) bei den Einkomponenten-Systemen für die Härtung unerlässlich. Die Verarbeitung von Polyurethanen ist nicht besonders schwierig, erfordert aber einige Sorgfalt beim Dosieren von Grundkomponente (Polyol) und Härter (Isocyanat) wie auch im Umgang mit dem Härter. Bei vielen Zwei-Komponenten-Systemen werden allerdings Dosierungsprobleme durch Lieferung von Harz und Härter in abgestimmten Mengen ausgeschaltet. Hierbei ist das Harz-Liefergebilde so groß bemessen, daß es als Mischgefäß dienen kann und die in einem zweiten Gebinde gelieferte B-Komponente ebenfalls voll aufnimmt.

Dies trifft zum Beispiel für die FLEXOVOSS®-Massen und ISOVOSS®-Schüttelflaschen zu. In allen übrigen Fällen ist hingegen eine sehr enge Dosierungstoleranz einzuhalten ($\pm 2\%$), da eine Variation des Mischungsverhältnisses die Eigenschaften des ausgehärteten Materials zum Teil

erheblich beeinflussen kann. In der Regel macht ein Überschuß an Isocyanat das Material spröde, kann aber zugleich dazu führen, daß die physiologische Unbedenklichkeit des ausgehärteten Werkstoffes nicht mehr gegeben ist. Zuwenig Isocyanat erzeugt einen weichen – im Extrem überhaupt nicht aushärtenden, klebrigen Stoff. Isocyanat ist im flüssigen Zustand giftig, wird aber bei der Härtungsreaktion um- und eingearbeitet, so daß bei ordnungsgemäßer Dosierung und Vermischung keine giftigen Rückstände verbleiben.

Schutz- und Vorsichtsmaßnahmen

In flüssiger Form darf Isocyanat auf keinen Fall verbrannt werden (Blausäurebildung, hochgiftig). Verschüttetes Isocyanat wird mit Sägemehl gebunden und durch Wasserzugabe zersetzt.

Beim Hautkontakt hinterläßt Isocyanat ebenso wie jede isocyanathaltige Mischung braune Flecken, die sich nur durch sofortiges Abwaschen der frischen Verschmutzung mit Wasser und Seife und eventuelles Nachwaschen mit Lösungsmittel entfernen läßt. Ist einmal eine Braunfärbung eingetreten, haftet die Verschmutzung infolge chemischer Reaktion mit der Hautfeuchtigkeit so fest, daß sie ohne Wundreiben der Haut mit Bimstein kaum entfernt werden kann. Besser ist es, abzuwarten, bis die Verunreinigung von selbst von der Haut abgestoßen wird. Dies geschieht meist schon nach wenigen Tagen, da die Oberhaut sich ständig erneuert und die Verschmutzung mit den Hautschuppen abgestoßen wird.

Gänzlich vermieden werden können Verschmutzungsprobleme der Haut, wenn man dünne Poly-Handschuhe zum Schutz trägt oder die Hände vor der Arbeit eincremt.

Von der Kleidung lassen sich Polyurethane nur im frischen Zustand oder unmittelbar nach der Härtung (d. h. innerhalb der ersten fünf Minuten) mit Lösungsmitteln entfernen. Auf jeden Fall ist es daher empfehlenswert, bei der Arbeit alte Kleidung zu tragen. Vorsicht ist geboten, damit weder Isocyanat noch Harz-Härtergemisch in die Augen oder den Mund gerät. Wenn trotzdem etwas in den Mund gelangen sollte, wird er mit verdünntem Alkohol (z. B. dem auf jeder Baustelle vorhandenen Bier) gespült. Das Bier darf natürlich nicht geschluckt werden, sondern muß ausgespien werden. Bei Isocyanatspritzern ins Auge muß sofort mit viel 1,3prozentiger Kochsalzlösung, warmer Milch oder Wasser gespült und nach der ersten Hilfe umgehend ein Augenarzt zur Behandlung aufgesucht werden. Dabei Packung des Materials zur Information des Arztes mitnehmen.

Außerdem sollte folgendes bei der Arbeit mit Polyurethanwerkstoffen beachtet werden:

1. Für gute Lüftung sorgen (Durchzug).
2. Für Schutz gegen Spritzer, insbesondere beim Verschäumen und Hantieren mit Gießmassen, sorgen, zum Beispiel Schutzbrille, Handschuhe, evtl. Schutanzug (Wegwerf-Overall) oder alte Kleidung tragen.

3. Vorsicht beim Schäumen großvolumiger Teile aus Standardschäumen wegen Gefahr von Wärmestau und Selbstentzündung.
Abhilfe: Spezial-Blockschaum verarbeiten oder schichtweise schäumen.

Richtige Lagerung und Verarbeitung:

Die Lagerstabilität mancher Polyurethane insbesondere der Schäume ist begrenzt. Deshalb keine extremen Mengen über lange Zeit lagern und Lagerbedingungen wie Temperaturen im Bereich von 5 bis 20 °C beachten. Die B-Komponente sollte erst bei der Verarbeitung geöffnet werden, da sie mit Luftfeuchtigkeit reagiert. Es kann zu einer beginnenden Reaktion kommen. Außerdem steht die Dose bei in angebrochenem Zustand gelagertem Gebinde möglicherweise unter leichtem Druck. Beim Öffnen stets vom Gesicht abwenden. Das gilt auch für die A-Komponente von Schäumen und Lösungsmittelhaltige Ein-Komponenten-Systeme an warmen Tagen. Intensives Aufschütteln oder Aufrühren der A-Komponente ist stets vor der Verarbeitung notwendig.

Aufgrund des Kopplungsprinzips ist eine intensive Mischung von A- und B-Komponente unumgänglich. Bei Beschichtungsmassen und Rührschäumen sollte sie möglichst mit einer Bohrmaschine und mit einem wirkungsvollen Mischpropeller erfolgen. Bei Schüttelsystemen läßt sich ebenfalls eine sehr gute Mischung erzielen, wenn man die vorgeschriebenen Schüttelzyklen einhält. Schüttelschäume erzielen dann zum Beispiel dieselbe optimale Quantität, wie mit aufwendigen Maschinen hergestellte Maschinenschäume.

Besondere Vorsicht ist beim Verspritzen von Polyurethan jeder Form geboten, da sich hierbei Aerosole bilden, die als feinste Tröpfchen in der Luft schweben und eingeatmet werden können. Aus diesem Grunde ist die Verwendung einer Atemschutzmaske bei Spritzarbeiten unerlässlich. Empfohlen werden Frischluft-Masken.

Beim Spritzen in geschlossenen Räumen, zum Beispiel beim Spritzisolieren von Kühlzellen, muß mit Frischluftmasken gearbeitet werden, wobei die Luftversorgung so gestaltet sein muß, daß wirklich Frischluft zugeführt wird und keine Abluft aus dem Arbeitsraum angesaugt wird.

Der Einfluß von Temperatur und Feuchtigkeit

Im Gegensatz zu Polyesterharzen härten Polyurethane kontinuierlich vom Mischen der Komponenten an. Sie dicken fortschreitend ein. Im Mischgefäß kann durch Temperaturstau eine Beschleunigung dieses Vorganges eintreten. Derselbe Effekt macht sich auch bei Beschichtungsarbeiten auf warmen Untergründen und bei der Formteilherstellung bei hoher Arbeitstemperatur bemerkbar. Besonders temperaturempfindlich sind Schäume, da der Aufschäumungsprozeß mit Treibgas einen Siedevorgang darstellt. Dieser wird durch niedrige Arbeitstemperaturen verzögert und führt dann

zu einer verringerten Ausbeute. Bei hohen Temperaturen wird der Siedevorgang beschleunigt und ergibt mehr Schaum, der allerdings auch eine grobere Struktur aufweist. Bei niedrigen Temperaturen steigt bei Beschichtungsmassen die Viskosität erheblich an, was in der Praxis zum Beispiel einen größeren Verbrauch und damit höhere Kosten verursacht.

Der Härtungsvorgang selbst wird durch niedrige Temperaturen nicht blockiert, wohl aber verlangsamt. Bei einer Arbeits- und Untergrundtemperatur von beispielsweise + 5 °C härtet das Material noch aus. Selbst ein Frosteinbruch über Nacht kann nichts mehr verderben.

Kritischer ist der Wassereinfluß, da Wasser wie auch ein Übermaß an Feuchtigkeit zu einer chemischen Zersetzung der Vernetzkomponente (Isocyanat) führen kann. Sie ist an einer Blasenbildung erkennbar. Es ist deshalb bei vielen Beschichtungen notwendig, eine feuchtigkeitssperrende Grundierung aufzubringen, die aufsteigende Feuchtigkeit, Druckwasser aber auch eine Lufteinwirkung aus den Betonporen abblockt.

Eine normale Luftfeuchtigkeit (40 bis 80 Prozent relative Feuchte) schadet Polyurethanen nicht. Probleme sind erst zu erwarten, wenn dieser Wasserdampf kondensiert (Nebelbildung) und Wasser in flüssiger Form wirksam wird. Dies gilt auch für Ein-Komponenten-Massen, die mit Luftfeuchtigkeit aushärten, im Kontakt mit „flüssigem“ Wasser jedoch zur Blasenbildung neigen.

Polyurethan-Systeme und ihre Lieferform

Wie bereits früher erläutert, werden Polyurethane in verschiedenen Systemen und Lieferformen angeboten. Die Palette ist sehr weit gefächert und reicht von Lacken und lackartigen Versiegelungen über Beschichtungsmassen bis zu Schäumen, wobei Ein- und Zwei-Komponentensysteme zur Wahl stehen. Hier ein Überblick über die wichtigsten Systeme und ihre Lieferformen.

1.) Lösungsmittelhaltige, lackartige Systeme

Der Anwendungsbereich der lösungsmittelhaltigen Polyurethan-Systeme umfaßt Ein-Komponenten-Versiegelungen für Beton, Mauerwerk, Putz, Estrich und Holz, die auch als Haftgrund für Polyester-Glaseide- und Polyurethanbeschichtungen dienen können, ferner hochbeständige, farbgebende Fußboden-Beschichtungen für Garagen, Werkhallen, Lagerräume, Keller etc. und hochwertige Lacke zum Versiegeln von Holzoberflächen bei Regalen, hölzernen Formen, Parkettflächen.

Einkomponenten-Versiegelung und Haftgrundierung GEVIVOSS® G4

GEVIVOSS G 4 ist eine mit Luftfeuchtigkeit aushärtende Polyurethan-Lösung mit transparenter, bräunlicher Eigenfarbe. Die Harzlösung ist überaus vielseitig in der Anwendung und zeichnet sich durch ihre sehr gute Haftung auf allen Untergründen sowie durch eine hohe mechanische und chemische Beständigkeit aus. Die annähernd wasserdünne Lösung besitzt ein gutes Eindringvermögen, das sowohl die gute Wirkung als Haftgrund wie auch die hohe Sperrwirkung gegen Wasser erklärt. Mehrschichtige Aufträge sind möglich. Jedoch muß dabei auf die Einhaltung der Abluftzeit geachtet werden, die einerseits notwendig ist, um die Verdunstung des Lösungsmittels aus dem vorhergehenden Auftrag zu sichern, und zum anderen dafür sorgt, daß der nächste Auftrag sich chemisch mit dem vorausgegangenen verbindet und so gut haftet. Dasselbe gilt auch für den Einsatz von G 4 als Haftgrund für Polyester und Polyurethane. Wird das Abluft-Intervall überschritten, so läßt sich auf der glatten Oberfläche keine gute Haftung erzielen. Zur Not kann man allerdings in einem solchen Falle GEVIKOLL als Haftbrücke auftragen und nach einer halben Stunde wieder G 4 auftragen. Diese Wartezeit darf nicht überschritten werden. Eine bessere Alternative wäre das Anschleifen der alten G 4-Schicht, doch ist dies oft wegen des Aufwandes und der besonderen Verhältnisse am Bau kaum möglich. In jedem Fall ist aber Anschleifen wirkungsvoller als das Auftragen von GEVIKOLL.

G 4 kann mit einem Pinsel, einer Bürste oder mit der Rolle aufgetragen werden. Um braune Verfärbungen an den Händen zu vermeiden, empfiehlt es sich, bei der Arbeit Schutzhandschuhe zu tragen. Wird G 4 mit einer Bürste auf Wände aufgetragen, sollte man auf eine Schutzbrille nicht verzichten, um Spritzer in die Augen zu verhüten.

Die Vielfalt der Einsatzmöglichkeiten von G 4 zeigt folgende Aufstellung:

- | | |
|-------------------------|--|
| Versiegelung | von Beton, Estrich und Mauerwerk zum Isolieren von feuchten Kellerböden und Wänden. |
| Sperrgrund | für poröse und feuchtigkeitsgefährdete Flächen als Vorbereitung für eine Beschichtung mit gefüllten PUR-Beschichtungsmassen (zum Beispiel FLEXOVOS). |
| Haftgrundierung | auf Holz, Metall, Beton und Estrich für Polyester und Glasseide sowie als Primer für PUR-Fugenmassen. |
| Kunststoffmörtel | in Verbindung mit trockenem Sand zum Ausbessern von ausgebrochenen Estrichflächen. |

Holzlackierung

für Innenflächen von dunkleren Hölzern, deren Eigenfarbe durch die leichte Tönung der Harzlösung betont wird. Bei Außenlackierungen besteht wie bei allen versiegelnden Klarlackanstrichen eine gewisse Abplatzgefahr, da ein dampfdichter Lackfilm gebildet wird.

Gleitschutz

auf Metallflächen in Verbindung mit Quarzsand oder Korund, der in eine frische Beschichtung eingestreut wird.



Antirutsch-Belag

Quarz- oder Korundkörner, mit einem G 4 Film auf Eisenblech oder anderen Untergründen verankert, machen schlüpfrige Flächen trittsicher und beugen so Arbeitsunfällen vor. Wie gut die Körnung vom Harzfilm ummantelt wird, macht diese Vergrößerung deutlich.

Haftung und Härtung

Bei porigen und saugenden Untergründen (Beton, Holz) dringt G 4 in das Material ein und verkrallt sich dort. Dieser Vorgang kann durch einen zu hohen Feuchtigkeitsgehalt blockiert werden. Äußeres Zeichen hierfür ist eine Blasenbildung.

Schwierigkeiten kann es aber auch bei sehr dichten Beton- und Estrichflächen geben, weil hier Poren zur Verkrallung fehlen. Das gleiche gilt für glasierte Kacheln, Terrazzo, Glas und andere porenfreie Untergründe.

Bei gepuderten Beton- und Estrichflächen hilft mechanisches (Schleifen), thermisches (Flambbesen) oder chemisches Anrauen (Salzsäure).

Trotz einer dichten, porenfreien Oberfläche ist die Haftung von G 4 auf Eisen sehr gut. Hier wird die Verkrallung durch an der Grenzfläche wirksame elektrische Kräfte ersetzt. Durch mechanisches Anrauen (Anschleifen oder Sandstrahlen) kann die Haftung aber über eine Vergrößerung der Kontaktfläche weiter verbessert werden.

Für die Praxis gilt folgendes:

Im Zweifelsfall sollte man stets eine Haftprobe durchführen, um sicherzustellen, daß eine gute Haftung auf dem infrage kommenden Untergrund erzielt wird. Dies gilt besonders für den Einsatz von G 4 als Feuchtigkeitsisolierung, deren Wirksamkeit von der Eindringtiefe ins Mauerwerk oder in den Estrich abhängt. Neben der möglichen Schaumbildung, die auf eine notwendige Vortrocknung der zu isolierenden Fläche hinweist, gibt auch die Verbrauchsmenge einen gewissen Anhaltspunkt. Man streicht eine Testfläche festgelegter Größe (z. B. $\frac{1}{4}$ Quadratmeter = 50 x 50 cm) bis zu dreimal mit G 4, bis ein leichter Seidenglanz erkennbar ist. Dieser weist darauf hin, daß die Poren gefüllt sind und nun eine geschlossene Oberfläche entstanden ist. Wurden hierbei zwischen 250 und 500 Gramm G 4 pro Quadratmeter verbraucht, dürfte eine ausreichende Haftung zu erzielen sein. Ein geringerer Verbrauch deutet auf zu geringe Porosität des Untergrundes hin und läßt Haftungsprobleme befürchten. Ein Mehrverbrauch erklärt sich durch starke Porosität oder Saugfähigkeit, die jedoch eine ausgezeichnete Haftung und Sperrwirkung erwarten lassen.

Beim Einsatz als Haftgrund verfährt man beim Haftversuch folgendermaßen. Testfläche einmal mit G 4 vorstreichen, dann nach vorgeschriebener Wartezeit die Beschichtung auftragen. Am Rand wird am besten ein schmaler Folienstreifen zwischen Grundierung und Beschichtung gelegt, um hier eine Haftung zu unterbinden und später eine gute Angriffsfläche für den Abreißversuch zu erhalten.

Bei einer Polyester-Glasseide-Beschichtung wird stets als erste Lage eine Glasmatte eingearbeitet, die auch für den Haftungstest zu verwenden ist. Der Abreißversuch sollte frühestens acht Tage nach Fertigstellung erfolgen. Die Haftung ist als gut zu bezeichnen, wenn beim Abreißen an der Unterseite der Beschichtung Teilchen des Untergrundmaterials (Estrichkörner oder Holzsplitter) haften bleiben. Bei sehr stark verwittertem Holz kann der Haftungstest allerdings auch täuschen, da die Holzfläche vom G 4 verfestigt wird und die Beschichtung zwar gut haftet, die Festigkeit des Holzes selbst nicht ausreicht und es deshalb in der Zone zwischen verwittertem und gesundem Holz aufreißt.

In der Regel kann man sagen, daß eine gute Haftung erzielt wurde, wenn die Probe nur unter Kraftaufwand abzureißen ist. Läßt sich die Probe

Beschichtungs- untergrund	Verbesserung der Haftung durch	Weitere Wartezeit bis zum G 4-Auftrag	Weitere Wartezeit bis zur Beschichtung mit
Holz	Aufrauen mit Schleifpapier Körnung 24 oder Zahnhobel	keine	GFK 0,5, maximal 4 Stunden G 4 nach 2 bis 4 Stunden, sobald der Untergrund klebfrei ist, maximal 12 Stunden
Eisenblech	Aufrauen durch Sandstrahlen oder mit Nadelentrostler (1 mm), Metall-Grundierung G 2	ohne und mit G 2 keine	GFK 0,5 bis maximal 4 Stunden FLEXOVOSS ca. 6, maximal 12 Stunden
Beton oder Estrich	Flammbesen oder Absäuern	28 Tage für das Abbinden des Betons + Trockenzeit für das Wasser zum Auswaschen der Salze und Säurereste	FLEXOVOSS ca. 6, maximal 12 Stunden GFK 0,5, maximal 4 Stunden G 4 nach 2 bis 4 Stunden, sobald der Untergrund klebfrei ist, maximal nach 12 Stunden ESTOVOSS, erster Auftrag, 2 bis 4 Stunden ESTOVOSS, zweiter Auftrag, 6 bis 8 Stunden, sobald Untergrund klebfrei, maximal 12 Stunden

Zeitliche Beschichtungsfolgen für Arbeiten mit G 4

leicht abreißen, kann entweder die Wirkung des Haftgrundes G 4 durch einen Restgehalt an öligen Holzschutzmitteln beeinträchtigt (Aufspaltung von Beschichtung und Holzuntergrund ohne Splitter) oder aber das Holz oberflächlich zu mürbe sein (Splitter von morschem, meist auch vergrautem Holz am Laminat, darunter gesundes Holz). In so einem Fall kann Abhobeln der Oberflächenschicht helfen.

Wird G 4 als Sperrgrund für eine PUR-Beschichtung verwendet, ist es aus Sicherheitsgründen zu empfehlen, zwei- bis dreimal G 4 auf den Untergrund aufzutragen, bis die Oberfläche durch ihren leichten Glanz erkennen läßt, daß die gewünschte Versiegelung und Absperrung erreicht wurde. Hier gilt, besser einmal mehr als einmal zu wenig, zumal der Materialverbrauch mit steigender Anstrichzahl erheblich zurückgeht und kostenmäßig nicht mehr so stark ins Gewicht fällt.

Je nach Einsatzzweck sind bei G 4 unterschiedliche Abluftzeiten vor Auftrag eines zweiten G 4-Anstriches beziehungsweise der nachfolgenden Beschichtung zu beachten. Die Tabelle auf Seite 111 gibt über die notwendigen und höchstzulässigen Abluftzeiten Auskunft.

GEVIVOSS G 4 zeigt nach einer guten Durchhärtung, die sich mindestens über sieben Tage bei 20 °C erstrecken soll, gegenüber verdünnter Säure, Laugen, Wasser und Heizöl eine sehr gute Beständigkeit.

Polyurethan-Versiegelung G7 TS

Überall dort, wo die bräunlich transparente Eigenfarbe von G 4 stört, läßt sich G 7 TS einsetzen. Dieses Material ist chemisch mit GEVIVOSS G 4 verwandt, aber wasserhell, transparent und vergilbungsbeständig. Diese Eigenschaft wird allerdings durch eine etwas geringere chemische und mechanische Beanspruchbarkeit erkauft, weil der Kunststoff weniger stark vernetzt ist. G 7 TS wird verwendet als Holzversiegelung für innen eingebaute helle Hölzer, als Versiegelung für Beton und zur Kornbindung bei der Herstellung von dekorativen Mörtelschichten (z. B. Ausbesserung von Fußböden).

Nach ausreichender Durchhärtung (d. h. nach mindestens sieben Tagen bei 20 °C) wird eine gute Beständigkeit gegenüber verdünnten Säuren und Laugen, Wasser und Heizöl erreicht.

Polyurethan-Beschichtung ESTOVOSS®

Während zur bloßen Bindung von staubenden und sandenden Estrichen eine Behandlung mit GEVIVOSS G 4 ausreicht, ergibt eine Beschichtung mit einer fließfähigen und zugleich leicht aufgefüllten, lösungsmittelhaltigen Polyurethanversiegelung eine sowohl glatte als auch pflegeleichte und chemisch wie mechanisch hoch strapazierfähige und zugleich dekorative Beschichtung.

Für die Innenbeschichtung eignet sich ESTOVOSS® als abriebfeste, Staubfrei-Beschichtung ausgezeichnet. Das mit der Rolle aufzutragende Ein-Komponenten-Material wird in den Farben Grau, Rot und Grün geliefert und findet in Garagen, Werkstätten, Lager- und Fabrikhallen, galvanischen Betrieben, aber auch Lebensmittelbetrieben als Fußbodenbeschichtung Verwendung.

Die Abriebfestigkeit ist so hoch, daß selbst die Belastung wendender Gabelstapler von der Beschichtung verkrastet wird. Für die chemische Beständigkeit spricht der Einsatz in galvanischen Betrieben und in Flugzeug-Wartungshallen, wo durch Skydrole (Luftfahrt-Hydrauliköle) eine äußerst hohe chemische Beanspruchung auftritt. Wichtig für den Einsatz in Garagen ist die völlige Weichmacherefreiheit von ESTOVOSS®, die eine Weichmacherwanderung in die Reifen und damit eine Schädigung der Reifenstruktur durch Weichmachereinfluß ausschließt. Für die Außenanwendung wird wegen der UV-Belastung die lichtstabilisierte Type ESTOVOSS®-Super empfohlen. ESTOVOSS® wird nach einmaliger Vorbehandlung des Bodens mit GEVIVOSS® G 4 in zwei Arbeitsgängen unter Einschaltung der Ablüftzeit aufgerollt und füllt auch Böden mit größerer Rauhtiefe.

Der Boden ist bereits sechs bis acht Stunden nach Abschluß der Beschichtungsarbeit wieder befahrbar und nach sieben Tagen chemisch voll belastbar.

2.) Lösungsmittelhaltig

Zwei-Komponenten-Polyurethanlacke

Aufgrund ihres gegenüber Ein-Komponenten-Lacken höheren Vernetzungsgrades sind Zwei-Komponenten-PUR-Lacke noch widerstandsfähiger. Sie kommen im Baubereich als Rostschutz-Grundierungen (G 2) für später mit Polyurethanmassen zu beschichtende Eisenteile und als hochwiderstandsfähige Versiegelung für Holz (DEDEVOSS für Parkett, Negativ-Formen aus Holz für Polyesterverarbeitung) zum Einsatz. Diese Lacke sind lösungsmittelhaltig und verfügen durch ihren Lösungsmittelanteil über eine entsprechend lange Topfzeit, die zudem durch Kühlen (nicht im Kühlschranks) des Lackansatzes im Topf gestreckt werden kann.

Beschleunigt werden kann die Härtung durch Wärme, doch muß in diesem Fall das Lösungsmittel vor der Wärmeanwendung verdampft sein. Dies ist nach etwa einer Stunde der Fall, wobei die vorgeschriebene Auftragsdicke des Lackes eingehalten werden muß. Auf jeden Fall ist wegen des Lösungsmittelanteils bei jeder Wärmeanwendung offenes Feuer zu melden, da insbesondere in geschlossenen Räumen aber auch im Freien bei Arbeiten in Wannen entzündliche Lösungsmitteldämpfe zurückbleiben können.

Korrosionsschutz-Grundierung FLEXOVOSS® G 2

Bei der Beschichtung von Eisenteilen kann zur Verbesserung der Haftung von PUR-Beschichtungsmassen (FLEXOVOSS® K 6) oder PUR-Lack (DEDEVOSS®) eine Grundierung mit gleichzeitiger korrosionsschützender Wirkung eingesetzt werden. Ein solches Produkt ist FLEXOVOSS® G 2. Der Zwei-Komponenten-Primer G 2 hat eine Topfzeit von zwölf Stunden bei 20 °C.

Im ausgestrichenen Zustand entweicht der Lösungsmittelanteil so schnell, daß G 2 bereits nach einer halben Stunde oberflächentrocken (rein physikalische Trocknung) ist, dann erst beginnt die chemische Vernetzung. Sie ist nach etwa vier Stunden so weit fortgeschritten, daß ohne Anquellung ein zweiter G 2-Anstrich erfolgen kann. Die Farbgebung des Anstriches erleichtert die Kontrolle der einheitlichen und gleichmäßigen Schutzwirkung. Nach weiteren sechs bis zehn Stunden kann die Abschluß-Lackierung oder Beschichtung erfolgen. FLEXOVOSS G 2 kann nicht allein als Schutzanstrich verwendet werden, sondern erfordert einen abdecken, abriebfesten Endanstrich bzw. eine entsprechende Beschichtung.

Als interessante Anwendungen im Baubereich sind Tankbeschichtungen aber auch Schutzbeschichtungen für Baumaschinen, die ständig mit abrasiven Stoffen in Berührung kommen, zu nennen. Besonders interessant ist in Verbindung mit FLEXOVOSS K 6 neben der hohen Abriebfestigkeit auch die ausgezeichnete Schlagfestigkeit, die ein Abplatzen der Beschichtung verhindert.

Farbig und farblos DD-Lack DEDEVOSS®

DEDEVOSS ist ein lösungsmittelhaltiger Zwei-Komponenten-Lack mit einer Topfzeit von etwa acht Stunden bei 20 °C, der nach ein bis zwei Stunden bereits staubtrocken ist. Die beiden Komponenten werden nach Volumenteilen (z. B. im Verhältnis 3 : 1) gemischt. Bei Teilentnahmen sind die Gebinde wieder schnell und sorgfältig zu verschließen.

Der Auftrag erfolgt in der Regel mit dem Pinsel oder dem Lackroller. Ein Spritzauftrag ist ebenfalls möglich, erfordert aber einen Zusatz von DEDEV-Verdünner und den Einsatz einer Frischluft-Atemmaske wegen der Aerosole und der Isocyanatanteile.

Die Auftragstärke je Schicht soll 0,1 Millimeter nicht überschreiten. Das entspricht einem Verbrauch von maximal 110 Gramm je Quadratmeter und Anstrich. Für den Erstanstrich wird ein Ansatz unter Zugabe von 20 Prozent DEDEV-Verdünner für poröse Untergründe (Holz) empfohlen.

Die Überlackierung kann nach fünf Stunden, d. h. sobald die vorausgegangene Lackierung bereits chemisch vernetzt ist, erfolgen. Als höchste Wartezeit zwischen zwei Aufträgen sollten 48 Stunden nicht überschritten werden, wenn ein Anschleifen vermieden werden soll.

Auf dem Bausektor wird DEDEVOSS® in erster Linie für Parkett- und Fußbodenversiegelungen eingesetzt. Daneben sind aber auch Lackierungen von schlag- und chemikalienbeanspruchten Metallteilen und ausgebe-
serten GFK-Formteilen wichtige Anwendungsgebiete.

Achtung: DEDEVOSS-PUR-Lack nicht auf feuchte Untergründe streichen. Er ist wie alle Polyurethane feuchtigkeitsempfindlich und neigt beim Kontakt mit Wasser zur Blasenbildung. Arbeitstemperatur mindestens +5 °C. Pinsel, Rolle und Werkzeuge sofort mit DEDEVOSS-Verdünner reinigen. Emulgierende Pinselreiniger sind ungeeignet. Die flüssige B-Komponente ist giftig. Dagegen ist der ausgehärtete Lack bei richtiger Dosierung von Stammlack und Härter physiologisch unbedenklich.

3.) Lösungsmittelfreie Ein- und Zwei-Komponenten-Polyurethane als Gießmassen, Beschichtungen und Fugenmassen

Aufgrund ihrer vorteilhaften Eigenschaften haben sich PUR-Gieß-, Beschichtungs- und Fugenmassen stetig weitere Einsatzgebiete erobert. Auch auf dem Bausektor sind sie ständig im Vormarsch. Dabei wird die Möglichkeit, selbst bei tiefen Temperaturen um 0 °C noch erfolgreich zu arbeiten, besonders geschätzt. Die in einer großen Variationsbreite von gummielastischen bis harten Einstellungen lieferbaren PUR-Massen haben eine Topfzeit von einer halben bis einer Stunde und sind durch das Fehlen von Lösungsmitteln praktisch geruchlos. Das ausgehärtete Produkt zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus:

- sehr hohe Abriebfestigkeit
- hohe Reißfestigkeit
- hohe Rückprallelastizität
- gute Schwingungsdämpfung
- gute Haftung auf verschiedenen Untergründen
- hohe chemische Beständigkeit gegen Kohlenwasserstoffe, Benzin, mineralische Öle, Lösungsmittel (Aceton und andere), Säuren, Laugen, hydrolysierende Medien (d. h. wasserhaltige Substanzen)
- geringe Wasserquellung
- kein Abfärben oder Ausbluten, da weichmacherfrei
- Möglichkeit der rutschhemmenden Einstellung durch leichte Narbung
- gute Alterungsbeständigkeit.

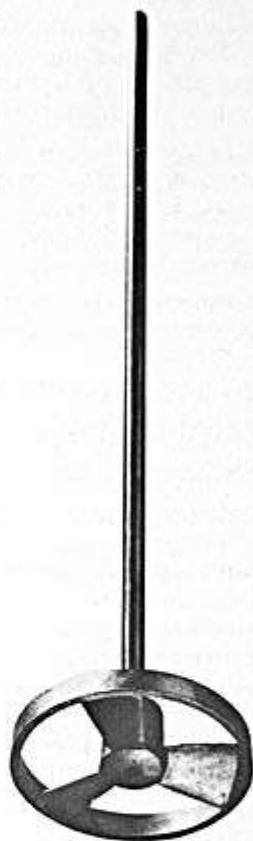
Die Ausprägung dieser allgemeinen Eigenschaften der Zwei-Komponenten-PUR-Massen kann bei der Vielzahl der möglichen Produkteinstellungen vom Einsatzzweck her besondere Schwerpunkte aufweisen.



Fakirssole zum Unterschnallen
unter die Arbeitsschuhe
beim Beschichten



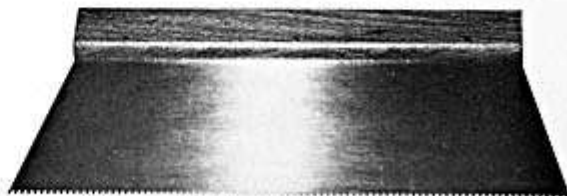
Wegwerf-Schutzanzug



FLEXOVOSS®-Mischpropeller
für PUR-Beschichtungsmassen



Reibmischpropeller
für Schäume



Zahnpachtel zum Aufziehen von Beschichtungen

Sonderwerkzeuge für die Polyurethan-Verarbeitung

Hinsichtlich der Alterung gilt für die Mehrzahl der Typen, daß bei Bewitterung eine leichte oberflächliche Oxydation des Materials eintritt. Sie schreitet jedoch nicht fort, sondern bildet eine Schutzschicht, ähnlich wie eine Oxidschicht auf Alu oder verzinktem Blech, und verhindert so einen tiefergreifenden Abbau. Diese Schutzschicht ist als leichter Kreidungsbelag erkennbar, der den Schutzwert der Beschichtung keinesfalls herabsetzt. Es gibt auch besonders widerstandsfähige Polyurethane, die nach jahrelanger Bewitterung keinen merklichen Abbau der Oberfläche erkennen lassen.

In der folgenden Tabelle sind die für das Bauwesen interessanten FLEXOVOSS®-Typen mit ihren charakteristischen Eigenschaften und Hauptanwendungsgebieten zusammengestellt. Es handelt sich um Zwei-Komponenten-Systeme. Für die Herstellung von Beton- Fertigteilen sind K 7 und K 9 als Formwerkstoff interessant. Alle anderen werden zur Lösung von Problemen am Bauwerk selbst verwendet.

Die hochelastische Masse K 5 findet hauptsächlich zur Verfüllung von Dehnungsfugen Verwendung. Der Kleber K 6 TT ist speziell für Verklebung von dampfdichten Werkstoffen und von lösungsmittel-empfindlichen Stoffen miteinander geeignet. Vorwiegend als Beschichtungsmassen werden die FLEXOVOSS®-Typen K 6 S, T und H sowie K 8 verwendet. In Gestalt von VPU 75/30 ist auch ein lösungsmittelfreier Einkomponenten-Polyurethan verfügbar. Mit seiner hohen Dehnfähigkeit und seiner guten Kälteflexibilität ist er für Dachbeschichtungen konzipiert.

Kurzanleitung für die Verarbeitung von Zwei-Komponenten-Polyurethan-Massen

1. Untergrund – falls erforderlich – vorbehandeln.
2. Komponente A gründlich aufrühren. Dazu stehen Mischpropeller zur Verfügung (siehe Sonderwerkzeuge für die Polyurethan-Verarbeitung). Es ist darauf zu achten, daß möglichst keine Luft mit eingerührt wird. Das gilt auch bei der Zugabe des Härters. Deshalb den Propeller mit niedriger Drehzahl laufen lassen.
3. B-Komponente in das Gebinde mit der A-Komponente gießen und so lange vermischen, bis die braune B-Komponente schlierenfrei eingearbeitet ist.
Bei der Entnahme von Teilmengen müssen die Komponenten entsprechend dem vorgegebenen Mischungsverhältnis angesetzt werden. Vor der Entnahme muß die A-Komponente aufgerührt sein.
4. Der Werkstoff wird je nach Typ mit dem Pinsel, Fellroller, Rakel oder Zahnpachtel in der gewünschten Schichtdicke aufgetragen.
5. Die Topfzeit liegt je nach Typ zwischen 20 und 40 Minuten. Bei fortgeschrittener Eindickung des Harzes gegen Ende der Verarbeitungszeit muß die Verteilung auf der Fläche beendet sein, da sonst keine

Überblick über FLEXOVOSS®-Zwei-Komponenten-Polyurethanmassen und ihre Einsatzgebiete

Type	Eigenschaft	Bruchdehnung Shorehärte	Haupteinsatzgebiet / Verhalten im flüssigen Zustand	Topfzeit bei 20 °C nach Härterzugabe
K 5	hochelastisch	Dehnung 300 % Shore A = 25	Dehnungsfugen im Bauwesen Elastische Formen, anstelle von Silikon-Kautschuk / selbstverlaufend	ca. 20 Min.
K 6 S	gummielastisch	Dehnung 65 % Shore A = 95	Kerne für die Beton-Industrie Kabelvergußmasse Fußboden-Beschichtung / selbstverlaufend	ca. 40 Min.
K 6 T	gummielastisch	Dehnung 65 % Shore A = 95	Dickbeschichtung für Metall, Beton, Holz, Styropor usw. / thixotrop, für senkrechte Flächen	ca. 40 Min.
K 6 TT	etwas elastisch	Dehnung 30 % Shore A = 98	Kleben von Kacheln auf jedem Untergrund (auch Polyester) Styropor-Kleber / besonders stark thixotrop	ca. 30 Min.
K 6 H	elastisch u. hoch chemie- kalienbeständig	Dehnung 10 % Shore A = 99	Heizöltank-Innenbeschichtung besonders chemikalienbeständig, haftet auf Zink u. verzinktem Blech / schwach thixotrop	ca. 40 Min.
K 7	zäh- hartelastisch	Dehnung 15 % Shore A = 100	Kerne für die Herstellung von Beton-Fertigteilen (früher Typ SR 71/4) / gießbar, selbstverlaufend	ca. 40 Min.
K 8	hornhart	Dehnung 3 % Shore A = 100	Fußbodenbeschichtung Terrassen, Balkons usw. / selbstverlaufend	ca. 30 Min.
K 9	gummielastisch, in der Kälte nicht ver- sprödend	Dehnung 150 % Shore A = 50	Elastische Struktur-Matrizen für die Betonindustrie / selbstverlaufend	ca. 40 Min.

Spez. Gewicht	Mischungsverhältnis A : B in Gewichtsteilen	Viskosität bei 20 °C / Verarbeitungswerkzeuge	Gebindegrößen	Farbtöne	Verbrauch
1,55	3 : 1	ca. 8 000 cP / als Gießmasse oder mit Pinsel	1 kg Pckg. 5 kg Pckg. 10 kg Pckg. 30 kg Pckg.	hellgrau	ca. 155 g/afd. m bei Fugen von 1 cm ² Querschnitt
1,5	4 : 1	ca. 3 500 cP / spritzbar mit 4-mm-Düse, 6 atü Fellroller, Pinsel	1 kg Pckg. 5 kg Pckg. 10 kg Pckg. 30 kg Pckg.	grau beige	ca. 750 g/m ² bei 0,5 mm Beschichtungsstärke
1,5	4 : 1	ca. 15 000 cP / Pinsel, Roller Gummirakel	1 kg Pckg. 5 kg Pckg. 10 kg Pckg. 30 kg Pckg.	grau beige	ca. 750 g/m ² bei 0,5 mm Beschichtungsstärke
1,5	4,7 : 1	ca. 45 000 cP / Zahnpachtel	1 kg Pckg. 5 kg Pckg.	grau	ca. 1,5–2 kg/m ² bei Kachelverklebung sonst 0,5 kg/m ²
1,6	4 : 1	ca. 8 000 cP / Pinsel, Roller	1 kg Pckg. 5 kg Pckg. 10 kg Pckg. 30 kg Pckg.	grau	ca. 800 g/m ² bei 0,5 mm Beschichtungsstärke
1,8	5 : 1	ca. 3 600 cP / als Gießmasse oder mit Pinsel	1 kg Pckg. 5 kg Pckg. 10 kg Pckg. 30 kg Pckg.	rot-braun	1,8 kg je Liter Formenhohlraum
1,9	7 : 1	ca. 8 500 cP / Zahnpachtel	1 kg Pckg. 5 kg Pckg. 10 kg Pckg. 30 kg Pckg.	grau-grün	1,9 kg/m ² bei 1 mm Beschichtungsstärke
1,5	9 : 1	ca. 4 600 cP / als Gießmasse oder mit Pinsel	1 kg Pckg. 5 kg Pckg. 10 kg Pckg. 30 kg Pckg.	beige-gelb	1,5 kg je Liter Formenhohlraum

glatte Beschichtung mehr erreicht werden kann. Deshalb sollten auch die Ansatzmengen nicht zu groß bemessen werden.

6. **Wichtig:** Werkzeug rechtzeitig und gründlich mit Lösungsmitteln reinigen. Das gilt auch für Verschmutzungen an den Händen (Handreiniger).

Bauprobleme lösen mit Polyurethanen

Aufgrund ihrer besonderen Eigenschaften erlauben Polyurethane zahlreiche Problemlösungen im Baubereich, die mit herkömmlichen Werkstoffen, aber auch mit anderen Kunststoffen nicht oder nur unbefriedigend erreicht werden können.

Im Gegensatz zu den Polyesterharzen stellen sie weniger einen eigenständigen Konstruktionswerkstoff dar, sondern kommen in der Regel als Beschichtungen und Gießmassen zum Einsatz, wobei es überaus vorteilhaft ist, daß auch Dickschichten in einem Arbeitsgang erzielt werden können.

Aber auch als dünn-schichtige Versiegelung haben sie aufgrund ihrer guten chemischen Beständigkeit und hohen mechanischen Beanspruchbarkeit ihre Vorteile. Hier ein Überblick über erprobte Problemlösungen.

Feuchte Keller

Feuchte Böden und Kellerwände sind meist die Folge einer mangelhaften Außenisolierung, die nur unter hohen Kosten durch Freilegung des Kellergeschosses saniert werden kann. Durch die Poren des Mauerwerks oder Betons dringt die Feuchtigkeit nach innen. Eine kostengünstige Lösung ist die Versiegelung des Mauerwerks oder Bodens von innen. Sie setzt allerdings voraus, daß die horizontale Feuchtigkeitssperre zwischen Keller und aufgehendem Mauerwerk intakt ist. Dies ist notwendig, um zu vermeiden, daß die Feuchtigkeit in das Erdgeschoß aufsteigt.

GEVIVOSS G 4 dringt in die Poren von Mauerwerk, Fugenmörtel, Putz und Estrich ein und sperrt die Oberfläche ab. Da die Lösung sich in den Poren verkrallt, entsteht bei ordnungsgemäßer Anwendung kein zum Abplatzen neigender, oberflächlicher Sperrfilm, sondern eine etwa zwei Millimeter starke Sperrzone, die eine dauerhafte, absolut wasserdichte Versiegelung schafft.

Das Material wird am besten auf die mittels Drahtbürste von Ausblühungen gesäuberte Oberfläche aufgepinselt oder besser noch eingebürstet. Auf stark saugenden Untergründen kann der erste Anstrich vollends wegschlagen, was eine gute und tiefgründige Verankerung erwarten läßt, zur Sperrung jedoch ein bis zwei weitere Aufträge im Abstand von zwei bis fünf Stunden notwendig macht.

Bei sehr feuchtem Untergrund wird das Polyurethanharz durch Wassereinfluß zersetzt. Dies ist an einer Blasen- oder Schaumbildung erkenntlich. In einem solchen Falle muß die Fläche vorgetrocknet werden. Oft hilft Heizen und Lüften in Intervallen. Bei perlig austretendem Druckwasser wird ein Propanbrenner eingesetzt. Da G 4 lösungsmittelhaltig ist, müssen die Arbeiten mit dem Brenner vollends abgeschlossen sein, bevor die Versiegelung aufgebracht wird. Dies gilt auch für angrenzende Räume. Wegen des Lösungsmittelgehaltes ist auf gute Lüftung des Kellers bei der Arbeit zu achten und auf Rauchen und offenes Licht zu verzichten. Elektrische Lüfter dürfen ebenfalls nicht eingesetzt werden, da Kollektorfunken die Lösungsmitteldämpfe entzünden könnten. Es empfiehlt sich auch, die Heizung außer Betrieb zu nehmen.

Für eine GEVIVOSS-Wandsanierung werden je nach Porosität des Mauerwerks 300 bis 500 Gramm Lösung G 4 benötigt, die in zwei bis drei Aufträgen aufzubringen sind. Über den notwendigen Verbrauch gibt ein Test auf einer $1,0 \times 0,5$ m großen Fläche Aufschluß. Es wird solange G 4 aufgetragen, bis sich ein seidenglänzender Oberflächeneffekt einstellt. Der ermittelte Verbrauch auf einem halben Quadratmeter erlaubt eine recht zuverlässige Überschlagsrechnung für den Gesamtbedarf.

Eine solche Kellerversiegelung erlaubt nachträglich eine Oberflächengestaltung mit den meisten Dispersionsfarben. Es ist auch möglich, einen so behandelten Raum zu tapezieren. Allerdings muß hierzu ein wasserarmer Spezialkleister verwendet werden, da die Wand dem Kleber keine Feuchtigkeit entziehen kann und sonst – besonders bei dickeren Tapeten – überlange Trockenzeiten unvermeidlich wären. Sollten Vinyltapeten verklebt werden, ist ein weißer Dispersionskleber zu verwenden.

Versottene Kamine

Teerkondensate, die in schlecht ziehenden Kaminen entstehen, verfärben Putzflächen und schlagen oft auch durch Anstriche und Tapeten durch. Selbst wenn der Schornstein durch eine Verrohrung und Isolierung saniert wurde, bleiben die Flecken auf den Innenwänden, die insbesondere bei gestrichenen Flächen Probleme bereiten.

Auch hier kann G 4 Abhilfe schaffen. Die versotteten Flächen werden mit einer harten Bürste abgebürstet und zwei- bis dreimal mit G 4 unter Einhaltung der Härtungsintervalle von zwei bis 12 Stunden versiegelt. Die so erzielte Sperrschicht verhindert erneutes Durchschlagen der Versottung und verfestigt Steine und Fugenmörtel. Man kann auch in den zweiten G 4-Anstrich trockene Sandkörner einbetten, die gegen die frische Zweitbeschichtung geworfen werden. Nach dem dritten Anstrich kann das Ganze auch noch verputzt werden.

Selbst wenn ein versottener Kamin nicht verrohrt wurde, verhindert G 4 das weitere Durchschlagen der Versottung, macht aber eine Kaminsanierung durch Verrohrung oder Innenauskleidung nicht überflüssig.

Estrichreparatur

Durch Vermörtelung mit trockenem Sand entsteht aus G 4 ein überaus strapazierfähiger Reparaturmörtel für ausgebrochene Estrichflächen. Risse und Ausbruchstellen werden gesäubert und von losen Teilchen befreit. Als Haftgrund wird G 4 auf die Ausbruchstelle satt aufgespritzt. Bei sehr porigen Untergründen kann ein Zweit- oder auch ein Drittanstrich notwendig werden, um eine zuverlässige Haftbrücke zu erzielen. Nach etwa einer halben Stunde hat die Grundierung soweit angezogen, daß ihre Oberfläche klebrig geworden ist. Nun mischt man einen Ansatz aus trockenem, nicht zu feinem Kies der Körnung 0 bis 3 Millimeter und 10 bis 15 Gewichtsprozenten G 4. Dies ergibt eine an erdfeuchten Mörtel erinnernde Masse. Es darf jeweils nur soviel Mörtel angesetzt werden, wie sich innerhalb von 20 Minuten verarbeiten läßt. Die Masse wird mit einer Kelle unter Druck in die grundierete Schadstelle eingebracht und mit einem Kantholz möglichst durch Stampfen verdichtet.

In der Praxis hat sich auch die Zugabe von etwas Zement zur Sand/G 4-Mischung bewährt. Der Zusatz beschleunigt die Härtung und färbt den Mörtel leicht grau, so daß eine farbliche Anpassung an die übrige Estrichfläche erreicht wird.



Reparaturmörtel aus G 4 + Kies

Mit G 4 gebundener Kies stellt einen idealen Reparaturmörtel für schadhafte Betonflächen, ausgetretene Stufen und andere Steinreparaturen dar. Die Reparaturstelle ist bereits nach sechs Stunden wieder begehbar. Auf diese Weise können Reparaturen in Industriebetrieben ohne Störung des Arbeitsablaufs vorgenommen werden.

Rezept:

G 4-Mörtel	G 4-Mörtel mit Zement
6 bis 8 Volumenteile trockener Sand der Körnung 0–3 mm, dazu 1 Volumenteil (= 10 bis 15 Gewichtsprozent) G 4	6 Volumenteile trockener Sand der Körnung 0–3 mm, dazu 1 Volumenteil Zement und 1 Volumenteil G 4

Ein Anhaften des Mörtels an der Glättkelle wird durch Benetzen der Kelle mit G 4-Verdüner verhindert.

In einem Arbeitsgang lassen sich Schichten bis zu einem Zentimeter Stärke aufbringen. Größere Schichtdicken sind nicht ratsam, da sie das Abdampfen des Lösungsmittelanteils verhindern und zu Fehlstellen führen könnten. Die mit Glättkelle sauber abgezogene Oberfläche wird am nächsten Tag mit G 4 versiegelt und kann mit einer ESTOVOSS®-Beschichtung überarbeitet werden.

Sanierung staubender und sandender Estriche

Ältere Beton- und Estrichböden neigen durch mechanische Abnutzung fast ausnahmslos zum Stauben und Absanden. Sie erfordern dadurch einen erhöhten Reinigungsaufwand, ohne daß durch wiederholtes Absaugen, Fegen oder feuchtes Wischen eine Chance besteht, das Übel auf Dauer zu bannen. Eine preisgünstige Sanierungsmöglichkeit bietet die Behandlung mit G 4, das zwei- bis dreimal unter Einhaltung der Ablüftintervalle von zwei bis fünf Stunden aufgerollt wird. Man erhält so eine dichte, pflegeleichte und abriebfeste Oberfläche mit leicht bräunlicher Tönung. Wird eine dekorative Beschichtung gewünscht, kann anstelle des Zweit- und Drittanstriches mit G 4 ESTOVOSS aufgebracht werden.

Rutschige Oberflächen schnell, preiswert und zuverlässig gleitsicher machen

Außentreppen, Gartenwege, Rampen, Werkstatt- und Waschhallenböden und viele andere bei Nässe rutschige Flächen lassen sich mit G 4 unfallsicher gestalten. Hierzu wird in einen frischen G 4-Auftrag trockener Quarzsand oder Korund eingestreut. Nach der Aushärtung der ersten Schicht werden lose Körnchen abgefegt und die fixierten Körner durch einen Zweitanstrich innerhalb der nächsten vier Stunden überschichtet, so daß sie rundum eingebunden sind. Die Körnung macht die Fläche zuverlässig rutschsicher! Bei hoch beanspruchten und zugleich befahrenen Flächen kann unter Umständen eine Dickbeschichtung aus Zwei-Komponenten-Material mit eingestreutem Quarz ratsam sein, um durch eine puffernde elastische Unterschicht ein Zermahlen der rutschhemmenden Teilchen zu verhindern (vgl. S. 129).

Einkomponenten-Material würde in der benötigten Schichtstärke meistens nicht mehr fehlerfrei durchhärten. Die elastische Unterschicht verhindert außerdem das Ausbrechen der Körnung. Hochaufragendes Korn wird bei Last durch Eindringen in die Unterschicht mit seiner Umgebung niveaugleich, es weicht nach unten hin aus.

Diese Belagart kann mit zweikomponentigen Werkstoffen wie zum Beispiel FLEXOVOSS® hergestellt werden.

Der Trittsicherheit wird im Rahmen der Unfallverhütungsvorschriften immer mehr Bedeutung beigemessen. Vor allem die Metallflächen von Naßräumen sind besonders schwierig zu entschärfen. Die außerordentlich gut haftenden Polyurethane FLEXOVOSS® bringen genau die Eigenschaften, die für diese Aufgabenstellung gefordert werden. Lediglich bei der Einfärbbarkeit der Polyurethane können vielleicht nicht alle Wünsche erfüllt werden. Wegen der Vergilbungsneigung sind nur kräftige, gedeckte Tönungen farbbeständig.

Hochbeständige Beschichtungen für Industrie-, Werkstatt- und Garagenböden

Die Abdeckung eines Beton- oder Estrich-Bodens kann aus mehreren Gründen notwendig werden. Die Beschichtung erhöht den Bindemittelgehalt der Verschleißschicht und vermindert dadurch den Abrieb des Bodens und die Staubablagerungen auf Lagergut und Inventar. Die Beschichtung dichtet den Boden über eine Filmbildung darüber hinaus gegen das Eindringen von Flüssigkeiten ab.

ESTOVOSS® ist eine Ein-Komponenten-PUR-Beschichtung, die hohe Widerstandsfähigkeit mit gutem farbigem Aussehen verbindet. Die Verarbeitung ist einfach und problemlos.

Der Untergrund wird wie für eine G 4-Versiegelung durch Abfegen oder Absaugen sowie Ausbessern von Rissen und Ausbruchstellen mit G 4-Mörtel präpariert. Die ESTOVOSS®-Beschichtung verläuft in drei Stufen mit einem Haftgrundauftrag aus G 4, der spätestens zwölf Stunden später mit dem ersten ESTOVOSS®-Auftrag überrollt werden muß. In der handwerklichen Praxis bedeutet dies, daß man die Grundierung am besten an einem Tage gegen Feierabend aufträgt und am nächsten Morgen mit ESTOVOSS® darüber geht. Vier bis sechs Stunden später erfolgt der abschließende ESTOVOSS®-Anstrich. Mit diesem Zeitplan läßt sich eine Beschichtung unter Einhaltung der notwendigen Ablüftintervalle und Berücksichtigung der für eine einwandfreie Haftung notwendigen späteren Auftragszeiten für die beiden ESTOVOSS®-Anstriche ohne Überstunden fertigstellen.

Für Außenflächen ist wegen der höheren Licht- und Witterungsbeständigkeit ESTOVOSS®-SUPER einzusetzen.

Tip: In Garagen und Werkstätten ist der Boden oft durch Ölflecken verschmutzt. Um eine gute Haftung der ESTOVOSS®-Beschichtung sicherzustellen, sollten größere Ölflecken durch Abbürsten mit P 3-Lauge neutralisiert werden. Hilfreich ist auch das Aufgießen von emulgierendem Pinselreiniger und nachträgliches, gründliches Bürsten mit viel Wasser. Anschließend muß der Boden gut durchtrocknen, bevor der G 4-Haftgrund aufgebracht werden kann. Bei großflächigen Verölungen kann es notwendig sein, die geschädigten Flächen auszustemmen und mit G 4-Mörtel zu sanieren, damit eine vollflächig haftende Beschichtung erzielt wird.



Beschichtung eines Garagenbodens

Eine Beschichtung mit ESTOVOSS® macht einen Hallen- oder Garagenboden hoch abriebfest und chemikalienbeständig. Außerdem verhilft es zu einem dekorativen Aussehen. Da der Boden keine Flüssigkeiten mehr aufsaugt, ist die Reinhaltung erheblich einfacher.

Arbeitsgang	Aufzubringendes Material	Verbrauchsmenge	Wartezeit bis zum nächsten Auftrag mindestens – höchstens
1. Fläche reinigen	–	–	Möglichst keine
2. Risse und Ausbruchstellen auffüllen	G 4 + Sand	10 Gewichtsteile Sand + 1 bis 1,5 Teile G 4	ca. 12 Stunden
3. Haftgrund auftragen	G 4	200 bis 300 g/m ²	4 bis 12 Stunden
4. Vorversiegelung	ESTOVOSS®	ca. 250 g/m ²	4 bis 12 Stunden
5. Abschlußversiegelung	ESTOVOSS®	ca. 150 g/m ²	nach 8 Stunden begehbar

Ablaufschema und Verbrauchsmengen für eine ESTOVOSS®-Beschichtung

Werden Ausbesserungsarbeiten mit normalem Beton oder Zementestrichmischung vorgenommen, so muß die Fläche vor der Beschichtung mindestens zwei bis drei Wochen abbinden, bevor eine Beschichtung mit G 4 beziehungsweise G 4 in Verbindung mit ESTOVOSS® erfolgen kann.

Ausgetretene Treppenstufen

Eine der häufigsten Unfallursachen im Haus sind Stürze, bei denen ausgetretene Treppenstufen eine nicht unerhebliche Rolle spielen. Aus diesem Grunde ist eine dauerhafte Reparatur ausgetretener Stufen eine vordringliche Aufgabe, die sich mit FLEXOVOSS® K 6 S sowohl bei Stein- als auch bei Holztreppen sicher lösen läßt. In beiden Fällen wird G 4 als Haftvermittler benutzt.

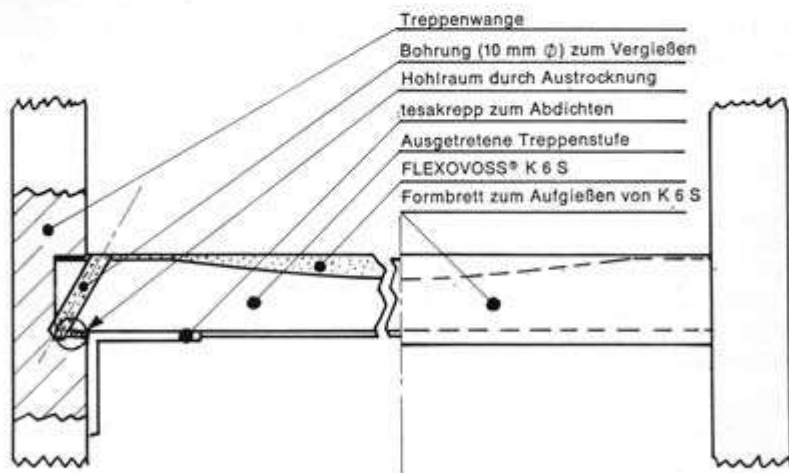
Als Begrenzung für die aufzugießende Ausgleichsmasse wird ein mit Folie überzogenes oder mit Bohnerwachs imprägniertes Brett zwischen Wand und Geländer verkeilt. Bei Holztreppen kann das Brett auch von vorn gegen die Stufenkante genagelt werden. Die Oberkante dieser Lehre soll etwa zwei Millimeter über die seitlichen, nicht ausgetretenen Stufenteile hinausragen, damit man einen vollflächigen Belag erreicht. Damit seitlich keine Masse ablaufen kann, klebt man hier kurze Abschnitte von PVC-Umleimer mit Kontaktkleber über die Kante, die auch hier einen geringen Überstand haben. Nun wird die mit dem Härter innig gemischte

K 6 S-Masse aufgezogen. So wird eine optisch einwandfrei ebene Stufenfläche erreicht und die Treppe trittsicher. Sie kann schon nach sechs bis acht Stunden wieder begangen werden.

Ruhigstellen knarrender Holztreppe

Alte Holztreppe können infolge Austrocknung und Schrumpfung des Holzes durch ihre Knarrgeräusche zu einem Ärgernis werden. Der Verlust der Vorspannung läßt die Stufen in ihrer Auflage unter Last seitlich wandern. Dies kann durch das Einbringen einer kalthärtenden Zweikomponenten-PUR-Masse wie FLEXOVOSS® K 6 S verhindert werden. Die elastische Zwischenlage unterbindet die direkte Reibung der Holzstufe auf ihren hölzernen Auflagern und damit das leidige Knarren.

Die Treppenstufen werden senkrecht von oben genau über den Auflagern mit einem Bohrer von zehn Millimeter Durchmesser bis auf das Lagerholz durchbohrt. Sofern zugänglich, werden die Kantenfugen zwischen Stufe und Auflager mit Tesakrepp abgeklebt und mit K 6 S-Masse, die zuvor mit Härter vermischt wurde, durch die Bohrung eingegossen. Sofern die Stufen auch ausgetreten sind, erfolgt dies in einem Arbeitsgang mit dem Auffüllen der Stufenfläche.



Egalisieren ausgetretener Holztreppe

Zum Ausgießen der Schadensstelle mit FLEXOVOSS® K 6 S wird eine mit Trennmittel versehene Leiste so vor die Stufe gesetzt, daß sie nach oben hin etwa 5 Millimeter übersteht. Über eine Bohrung (in der linken Bildhälfte gezeichnet) ist es möglich, die Lager der Treppenstufe auszugießen, so daß sie beim Begehen nicht mehr knarren.

Betonbeschichtungen mit FLEXOVOSS®

Eines der wichtigsten Einsatzgebiete für Polyurethanmassen sind Beschichtungen von Beton, Estrichflächen und Anhydritputz. Hierbei geht es einmal darum, den Boden gegen den Einfluß von Chemikalien zu schützen, zweitens ihn abzudichten, um entweder Wasserschäden auszuschließen oder gefährliche Medien (Heizöl, Säuren etc.) aufzufangen. Drittens wird der Abrieb und damit die Verstaubung von Lagergut vermieden. Nicht zu übersehen sind auch die Verbesserungen des optischen Eindrucks und die leichtere Reinigung und Pflege einer beschichteten Fläche.

Bei der Beschichtung von Beton ist darauf zu achten, daß der Werkstoff auf Grund seiner Poren zum Blasen neigt. Insbesondere bei der unter leichter Wärmetönung stattfindenden Härtung einer PUR-Beschichtung wird sich die Luft in den Poren ausdehnen und zu einer Blasenbildung in der Beschichtung führen, wenn der Untergrund nicht durch eine lösungsmittelhaltige Grundierung – wie GEVIVOSS® G 4 – vorversiegelt wird. Diese Versiegelung dient zugleich der Absperrung von aufsteigender Feuchtigkeit, die ebenfalls ein Blasenrisiko bedeutet, wenn ein unvorbehandelter Boden beschichtet wird.

Bei schlecht isolierten Betonböden, wie sie zum Beispiel in Altbau-Kellern zuweilen anzutreffen sind, ist einer lösungsmittelhaltigen PUR-Beschichtung (zum Beispiel mit ESTOVOSS®) der Vorzug zu geben, da ein Druckwassereinfluß nicht ausgeschlossen werden kann, dem tiefer eindringende Ein-Komponenten-Polyurethane besser begegnen können. Böden mit Zwei-Komponenten-PUR-Beschichtungen empfehlen sich für Heizungskeller, Maschinenräume, Gewerbebetriebe (Lebensmittel-, Fotolabors), Büros, Treppenhäuser, aber auch auf Balkonen und Terrassen.

Ein weiteres interessantes Einsatzgebiet sind eiserne Laufgänge, Treppen, Rampen und Stege, bei denen Korrosionsschutz und Rutsicherheit in einem Arbeitsgang durch eine Beschichtung erreicht werden. Für derartige Arbeiten werden die FLEXOVOSS®-Massen K 6 S, T oder K 8 eingesetzt. Eine derartige Beschichtung auf Metall, Estrich oder Beton umfaßt folgende Schritte:

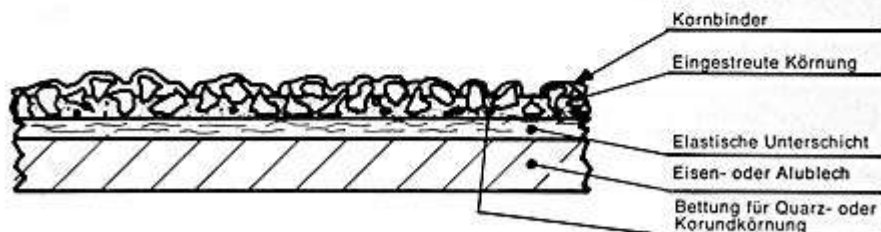
1. Säubern und gegebenenfalls Trocknen des Untergrundes.
2. Auftragen des Haftgrundes G 4 bei porösen Beton- und Estrichflächen eventuell zweimal, um eine zuverlässige Absperrung zu erreichen. Wartezeit bis zum nächsten Arbeitsgang mindestens vier, bei zweimaligem Auftrag mindestens sechs Stunden.
3. Aufrühren der FLEXOVOSS®-A-Komponente und Unterrühren der Härterkomponente B. Bei Teilmengen muß die A-Komponente vor der Entnahme besonders sorgfältig aufgerührt sein.

4. Auftragen der Mischung mit Pinsel und Fellrolle bei K 6 S und T und mit dem Zahnspachtel bei K 8. K 6 S kann bei 6 atü mit einer Zwei-Millimeter-Düse auch dünn-schichtig verspritzt werden.
5. Nach sechs bis acht Stunden kann die Beschichtung betreten werden.

Dickschichtige Anti-Rutschbeläge mit FLEXOVOSS®

Im Gegensatz zu Beton bietet Stahl keinen starren Untergrund, sondern beansprucht durch Vibration und Durchbiegung den Verband zwischen Beschichtung und Metall in besonderem Maße. Hier sind Polyurethane durch ihre Elastizität und gute Haftung nach entsprechender Untergrund-Vorbereitung ein idealer Beschichtungswerkstoff (zum Beispiel FLEXOVOSS® K 8 oder K 6 nach Primerauftrag G 2). Eine hohe Rutschsicherheit der Beschichtung läßt sich durch Einstreuen von trockenem Korund, Quarz, Siliziumkarbid, Basalt oder Kupferschlacke wie auch durch eine Oberflächennarbung erreichen, die durch eine Modifizierung der Beschichtung erzielt wird.

Werden **grobkörnige**, rutschhemmende Stoffe in eine hochbeanspruchte PUR-Beschichtung eingebracht, so sollte die Beschichtung niemals einschichtig aufgebaut werden. Das eingestreute Korn würde sonst nämlich bei Belastung zermahlen. Um dies zu verhindern, empfiehlt sich nach der Untergrundvorbereitung (Entrosten, Haftgrund-Auftrag) eine puffernde, elastische Grundschicht aus selbstverlaufendem, mäßig aufgefülltem Polyurethan (z. B. FLEXOVOSS® K 6). Hierauf wird eine zweite Schicht des gleichen Materials aufgebracht, in die das **trockene**, grobe Einstreumaterial eingebracht wird. Nach dem Aushärten kann man die eingestreuten Körner von der Oberfläche her mit einem lösungsmittelhaltigen Klarlack (GEVIVOSS® G 4) zusätzlich versiegeln und erhält so eine außerordentlich widerstandsfähige und hochbelastbare Beschichtung. In vielen Fällen mit normaler Beanspruchung reicht allerdings auch schon das Einstreuen von trockenem Quarzsand oder Korund in eine frische G 4-Grundierung bei nachfolgender Überschichtung mit dem gleichen Material.



Aufbau eines hochbelastbaren Antirutschbelages

Bei hochbelasteten Antirutschbelägen wird die Kornschicht auf einer elastischen Unterschicht gelagert. Diese Anordnung bietet einen guten Schutz gegen Ausbrechen der eingestreuten Körnung auch bei sehr schweren Belastungen.

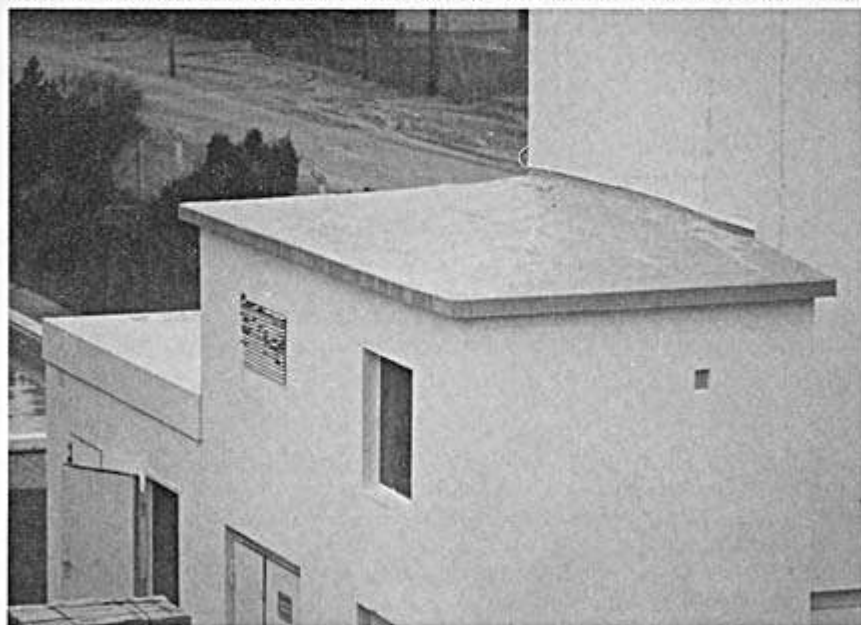
Innenbeschichtung von Heizöltanks

Auch bei der Innenbeschichtung von Heizöltanks und anderen Stahlbehältern, die korrosionsgefährdet sind, bewähren sich Zwei-Komponenten-Polyurethan-Beschichtungen. Dabei werden in der Regel zwei Schichten lösungsmittelfreier Polyurethan-Coatingmasse (z. B. FLEXOVOSS® K 6 H) in einer Gesamt-Schichtdicke von 0,6 mm aufgestrichen, nachdem die Stahloberfläche zuvor gesäubert und entrostet wurde.

Das Einlegen von Glasmatte ist grundsätzlich möglich, wird aber in der Praxis kaum angewendet. Lösungsmittelhaltige Primer werden nur bei guter Ablüftmöglichkeit eingesetzt, also nicht bei Tankinnenbeschichtungen. Ein besonderer Pluspunkt bei der Innenbeschichtung von Behältern mit PUR-Coating ist das Fehlen von Lösungsmitteldämpfen und Geruch. Trotzdem sollten die Vorschriften der Berufsgenossenschaft hinsichtlich Arbeitshygiene und Aufsicht sorgfältig beachtet werden.

Dachbeschichtungen

Ein interessantes Anwendungsgebiet von PUR-Beschichtungsmassen stellen Dachbeschichtungen dar, wobei sowohl die Beschichtung von



Dachbeschichtung mit FLEXOVOSS® K 6 T

Das gewölbte Dach des Transformatorenhäuschens war ursprünglich mit Dachpappe abgedeckt. Zur Sanierung dieser Dacheindeckung wurde FLEXOVOSS® K 6 T mit einer Einlage von Elastic-Vlies gewählt.

überholungsbedürftigen Pappdächern als auch Betondachisolierungen in Frage kommen. Hierbei können Ein- wie auch Zwei-Komponenten-Massen verwendet werden. Die Elastizität der Beschichtung erlaubt es, Spannungen in einem gewissen Rahmen elastisch aufzufangen. Eine helle Einfärbung sorgt für eine gute Wärmerückstrahlung im Sommer und vermeidet eine übermäßige Aufheizung der Dachhaut. Bei einer Zwei-Komponenten-Beschichtung kommt in der Regel FLEXOVOSS® K 6 T zum Einsatz. Diese hellgrau eingefärbte Masse drückt zum Beispiel die Oberflächentemperatur des Daches um ca. 10 °C gegenüber einem im Sommer leicht 70 °C erreichenden schwarzen Teerpappdach herab.

FLEXOVOSS® K 6 T wird mit einer Oberflächen-Glasmatte armiert, die zugleich die gewünschte Schichtstärke sicherstellt. Auftrag und Verteilung der Masse erfolgen auf rationelle Weise mit einem Fellroller. Die Beschichtung wird zweischichtig im Abstand von zehn Stunden nach Auftrag der Grundsicht mit Vlies aufgebracht.

Neuerdings gibt es auch eine hochelastische Ein-Komponenten-Dachbeschichtung auf PUR-Basis. FLEXOVOSS® VPU 75/30 wird verarbeitungsfertig geliefert und muß nur gründlich aufgerührt werden. Es wird mit dem Fellroller aufgetragen und ergibt nach einer Härtingszeit von etwa 24 Stunden eine elastische Dachhaut, deren Elastizität auch bei tiefen Temperaturen erhalten bleibt, wie ein Test mit einem ausgehärteten Muster nach Lagerung in einer Tiefkühltruhe überzeugend beweist. FLEXOVOSS® VPU 75/30 wird auf dem Dach in der Regel ohne Vlieseinlage verarbeitet.

Dauerelastische Fugenmassen auf PUR-Basis

Im Bausektor treten zahlreiche Fugen auf, die gegen Feuchtigkeitseinflüsse abgedichtet werden müssen. Dies kann mit kittartigen, sogenannten dauerplastischen oder auch gummiartigen, sogenannten dauerelastischen Fugenmassen geschehen. Der Übergang zwischen beiden Massentypen ist fließend. Es gibt somit auch halbplastische beziehungsweise halbplastische Typen. Dauerplastische Massen reißen bei Dehnungsbeanspruchung auf und bilden aus dem darunterliegenden Material im Luftkontakt eine neue dichte Haut. Wird dies durch häufige Bewegung der Fuge wiederholt notwendig, zehrt sich das Material mit der Zeit auf, so daß irgendwann eine neue Verfüllung der Fuge notwendig wird. Aus diesem Grunde werden dauerplastische Massen in der Regel bei wenig arbeitenden Fugen eingesetzt. Sie sind meist auf Öl, Kunstharz oder klebrigen Synthetikgummitypen aufgebaut und werden als Ein-Komponenten-Massen in Spritzkartuschen eingesetzt. Die halbplastischen beziehungsweise halbplastischen Fugenmassen besitzen Polyacrylatharze als Basis.

Überall dort, wo starke Bewegungen aufzufangen sind, werden vorteilhaft dauerelastische, gummiartige Massen verwendet. Sie haben Silikonkautschuk, Polyurethanharze oder auch Polysulfidkautschuk (Thiokol) als Basis

und sind sowohl ein- als auch zweikomponentig erhältlich. Dabei sind die Zwei-Komponenten-Massen in der Regel chemisch höher belastbar und auch dehnfähiger. Der Baufachmann unterscheidet vier verschiedene Fugenarten, die sich durch ihre Beanspruchung und Bewegung unterscheiden.

Das wichtigste Einsatzgebiet für dauerelastische Fugenmassen sind **Dehnungsfugen**. Sie sind absichtlich eingeplant und sollen bei größeren Bauteilen die unvermeidlichen Ausdehnungs-, Knick- und Setzerscheinungen ausgleichen und auffangen, die durch Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen und Fundamentbewegungen entstehen können. Die Fuge wird durch das elastische Füllmaterial abgedichtet, so daß Wasser und Feuchtigkeit am Eindringen gehindert werden, ohne daß die Beweglichkeit beeinträchtigt wird. Verständlicherweise dürfen solche Fugen auf keinen Fall starr, etwa mit Zement oder Beton, verfüllt werden.

Eine weitere häufige Fugenart sind **Anschlußfugen**, wie sie zum Beispiel zwischen Fenster-, Türrahmen und Trennwänden einerseits sowie festem Mauerwerk andererseits auftreten. Solche Fugen arbeiten verhältnismäßig wenig, erlauben aber dennoch keine starre Verfüllung. Bisher werden hier meist dauerplastische Massen verwendet, an ihrer Stelle kann man heute jedoch mit gutem Erfolg einen elastischen Ein-Komponenten-Fugenschäum (UNOVOSS®) einsetzen, dessen Beweglichkeit die auftretenden Dimensionsänderungen auffängt und zugleich einen dauerhaften Fugenverschluß schafft. Neben Fenster- und Türrahmenanschlüssen sind zugige Rolladenkästen-Anschlüsse ein wichtiges Einsatzgebiet.

Statisch ist im Gegensatz zu den beiden vorgenannten Fällen die **Sanitär-fuge**, die insbesondere in Naß- und Feuchträumen (Küche, Bad, WC) auftaucht. Als Sanitär-fuge bezeichnet man die unvermeidlichen Fugen zwischen Waschbecken, Badewanne, Duschwanne und der gekachelten Wand. Das Motiv für das Verschließen von Sanitär-fugen ist einmal die Hygiene, da Pilze und Bakterien im feuchtwarmen Klima eines Bades beste Lebensbedingungen finden und infolge der erschwerten Reinigung der engen Fuge nur schlecht zu beiseitigen sind. Zugleich wird durch das Verschließen der Fuge das Aussehen verbessert. Der ständige Einfluß von Wasser und Haushaltsreinigern erfordert ein chemisch gut beständiges Fugenfüllmittel, das zudem auch noch möglichst hell sein soll. Aus diesem Grunde werden Sanitär-fugen in erster Linie mit Ein-Komponenten-Silikonkautschuk (siehe Seite 183) gefüllt. Polyurethanmassen kommen wegen ihrer Neigung zum Vergilben seltener zum Einsatz.

Hin und wieder sind sogenannte **Scheinfugen** zu verfüllen, die bei Beton-Fertigteilen auftreten. Sie haben die Aufgabe, durch Verringerung der Teildicke Schwundspannungen während der Betonhärtung zu mindern. Da solche Fugen zudem große Betonflächen optisch aufrastern, werden sie selten verfüllt. Allenfalls, wenn eine solche Fuge dennoch aufreißen sollte, ist eine Verfüllung zum Schutz gegen Eindringen von Wasser rat-

sam. Durch eine Verfüllung wird der eingetretene Schaden verdeckt und das Eindringen von Wasser verhindert. Damit dieses Ziel erreicht wird, ist eine solche Fuge bei ihrer Füllung wie eine Dehnungsfuge zu behandeln und mit einer elastischen Fugenmasse zu verschließen.

Bewegungsspielraum – Fugenbreite – Fugentiefe

Wichtig für eine erfolgreiche Verfüllung von arbeitenden Fugen ist eine fachgerechte Ausführung. Damit die Breitenänderung der Fuge vom Material elastisch aufgefangen werden kann, müssen die Breitenänderung der Fuge und die Elastizität der Fugenmasse über die Fugenbreite in Einklang gebracht werden. Hierzu folgendes Beispiel:

Eine Fuge arbeitet unter dem Einfluß von Temperatur und Feuchtigkeit um etwa zwei Millimeter. Die vorgesehene Fugenmasse kann Bewegungen bis zu 20 Prozent ohne zu reißen elastisch verkraften. Die Fuge muß in diesem Fall insgesamt auf zehn Millimeter erweitert werden, um genug Material einzubringen und so ein Aufreißen zu verhindern. Rechnet man zur Probe einmal umgekehrt, so sind von der errechneten Fugenbreite von zehn Millimeter 20 Prozent als tatsächliche Bewegungslänge zu ermitteln. Man erhält den Arbeitsspielraum der Fuge von zwei Millimetern.

Da man nicht ganz sicher sein kann, ob eine Fuge bei der Beurteilung nun ganz offen oder unter Temperatur- und Feuchtigkeitseinfluß teilweise geschlossen ist, sollte man zur Sicherheit noch einmal zur Gesamtfugenbreite etwa 20 Prozent zuschlagen, d. h. die mit zehn Millimeter Breite berechnete Fuge auf zwölf Millimeter erweitern. Hierbei sind alle möglichen Unsicherheitsfaktoren, wie ungleichmäßige Fugenbreite, mangelnde Haftung, Witterung, ungenügende Flankenbreite und Alterung berücksichtigt, so daß man bei dieser Rechnung stets auf der sicheren Seite liegt.

Die maximale in der Praxis nutzbare Bewegungsaufnahme (Dehnung und Stauchung) liegt bei Polyurethanen und Silikonem im Bereich von 15 bis 25 Prozent. Die in Merkblättern angegebene Bruchdehnungswerte geben die unter Laborbedingungen erzielten Werte wieder und haben nur geringe Aussagekraft für die Praxis. Sie dienen in erster Linie zur Qualitätskontrolle des Materials unter reproduzierbaren Idealbedingungen, so daß für den Baupraktiker als Richtwert die genannten 15 bis 25 Prozent allein maßgebend sind.

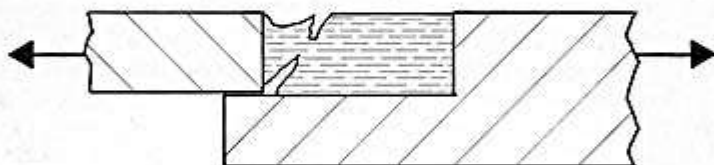
Neben der Fugenbreite ist aber auch die Fugentiefe von Bedeutung. Hier einige Richtwerte aus der Praxis für Dehnungsfugen zwischen zwei Betonfertigteilen und PUR-Fugenmassen.

Bei tieferen Fugen muß ein Absinken der Füllmasse durch Eindrücken eines Moltoprenschaumstranges oder Kunststoffschlauches verhindert werden. Das begrenzt auch den Materialverbrauch auf die notwendige Menge. Damit die Fugenmasse über die gesamte eingebrachte Menge gleichmäßig Dehnungs- und Stauchungskräfte aufnehmen kann, muß sie

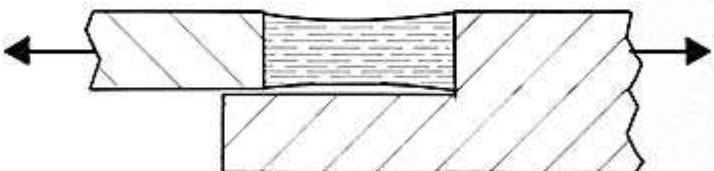
Bewegungsaufnahme	Fugenbreite	Fugentiefe
ca. 2 mm	10 mm	10 mm
ca. 3 mm	15 mm	10 mm
ca. 5 mm	25 mm	15 mm
ca. 6 mm	30 mm	20 mm

an den seitlichen Flanken der Fugen einwandfrei haften. Dagegen darf sie an der Grundfläche **keine** Haftung erhalten. Wird diese Forderung nicht durch den zuvor zitierten Schaumstrang oder Schlauch erfüllt, so muß ein Ölpapier oder Folienstreifen als Trennmittel auf den Fugenuntergrund gelegt werden. Wird dies nicht beachtet, kann die Fugenmasse ihre über die Fugenbreite herbeigeführte Bewegungsfähigkeit nicht ausspielen und reißt auf. Aus diesem Grunde ist eine Drei-Flankenhaftung in der Fuge zu vermeiden.

Dreiflankenhaftung einer Fugenmasse: Falsch



Zweiflankenhaftung: Richtig



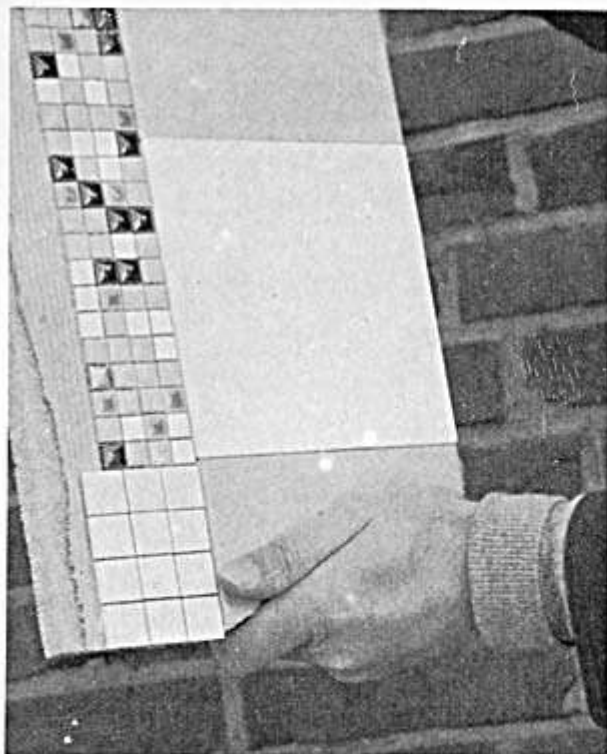
Richtige Anordnung einer Fugenmasse

In der oberen Skizze haftet die Fugenmasse mit ihrer rechten und unteren Seite an dem einen Bauteil und mit ihrer linken Seite an dem zweiten. Bewegen sich beide Bauteile gegeneinander, so wird die Fugenmasse in der linken unteren Ecke sofort überdehnt. Die untere Skizze zeigt eine ordnungsgemäß verklebte Fugenmasse. Der Werkstoff hat lediglich an den beiden gegenüberliegenden Seiten mit den beiden Bauteilen Kontakt. Jede Verschiebung der beiden Bauteile gegeneinander wird über die gesamte Breite der Fugenmasse gleichmäßig verteilt.

Damit die erstrebenswerte gute Haftung an den Seitenflanken erreicht wird, sind diese sorgfältig zu reinigen (Auskratzen) und von losen Teilchen zu befreien. Zur Verfestigung empfiehlt sich zusätzlich eine Haftgrundierung mit G 7 TS. Nach einer Wartezeit von etwa einer Stunde wird dann die Fugenmasse eingebracht. Wichtig für eine sichere Haftung ist neben der mechanischen Qualität der Fugenflanken die Forderung nach Fettfreiheit und Trockenheit. Die Härtung von Fugenmassen erfolgt entweder durch direkte chemische Reaktion bei Zwei-Komponentenmassen (wie FLEXOVOSS® K 5) oder durch Reaktion mit Luftfeuchtigkeit langsam von der Oberfläche in die Tiefe vordringend.

Kachelverklebung im Dünnbettverfahren

Zwei-Komponenten-Polyurethane eignen sich auch zur Verklebung von rückseitig glatten, also stegfreien Kacheln auf dichtem, nicht saugendem Untergrund, bei dem herkömmliche Kleber wegen der verhinderten Abdampfung von Wasser oder organischem Lösungsmittel versagen müssen. Für diesen Zweck kommt FLEXOVOSS® K 6 TT zum Einsatz, das an senkrechten Flächen nicht abläuft. Bei waagerechten Flächen läßt sich auch



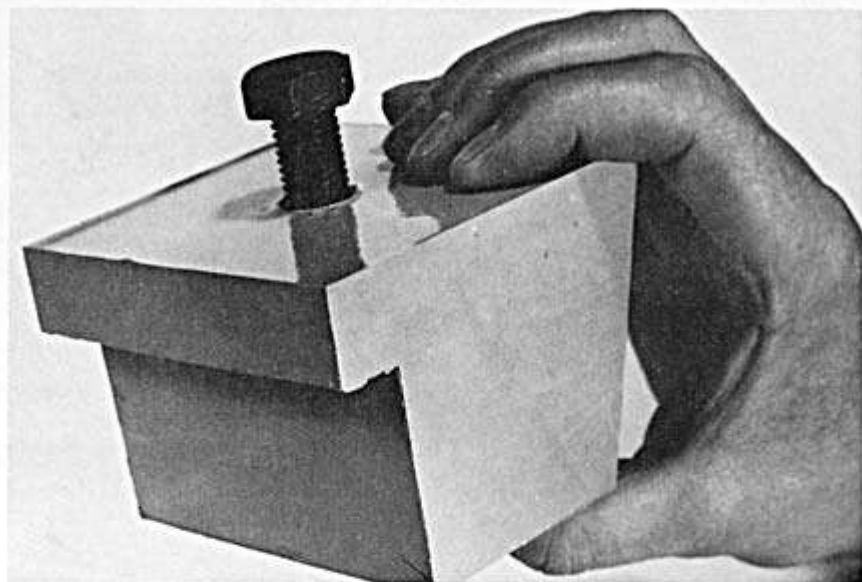
Kacheln verkleben mit FLEXOVOSS®

Zum Verkleben von Kacheln, speziell auf nicht saugendem Untergrund wie z. B. einer Glasfaser-Polyesterbeschichtung, eignet sich der Zwei-Komponenten-Polyurethan FLEXOVOSS® K 6 TT. Der Werkstoff wird vollflächig auf die Kachelrückseite und auf den Untergrund aufgetragen. Der Verbrauch liegt bei ein bis zwei Kilogramm je Quadratmeter Klebfläche. K 6 TT kann in Trocken und Naßräumen verwendet werden. Die Fugen werden in bekannter Weise mit Dykerhofweiß verfügt.

das nur leicht thixotrope K 6 H verwenden. Der FLEXOVOSS® Kachelkleber hat eine offene Zeit von rund einer halben Stunde, wonach die Ansatzgrößen auszurichten sind. Die aktivierte Mischung wird mit einem Zahnschpachtel vollflächig auf die Wand oder den Boden sowie auf die Kachelrückseite oder auf die eventuell verwendeten Mosaikmatten aufgebracht. Der Verbrauch liegt bei 1,5 bis 2 kg/m². An senkrechten Flächen ist es notwendig, zum Schutz gegen Abrutschen der auf der Rückseite stegfreien Kacheln Abstandhalter aus Plastik in Kreuzform zu verwenden, die zugleich ein ebenmäßiges Fugenbild garantieren. Die Kachelverklebung hat nach etwa sechs bis acht Stunden abgeunden. Am nächsten Tag kann mit Fugenzement verfügt werden.

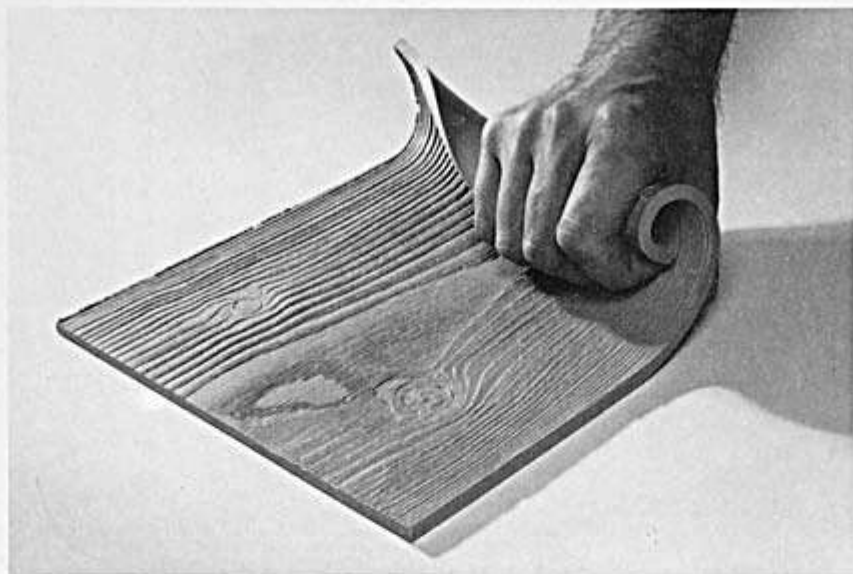
Aussparungskerne und Sichtbetonmatrizen für Beton und Fertigteilbau

Kerne für Betonfertigteile werden aus den FLEXOVOSS®-Werkstoffen K 6 S und K 7 hergestellt. Für Sichtbetonteile wird K 9 als Matrizenwerkstoff eingesetzt. Die Verwendung von FLEXOVOSS®-Gießmassen gibt dem Betonwerker die Möglichkeit, Formwerkzeuge im eigenen Hause kurzfristig und individuell abgestimmt auf die Vorstellungen des Architekten maß-



FLEXOVOSS®-Kern zur Herstellung von Beton-Fertigteilen

Dieser Kern wird in die Form auf dem Rütteltisch angeschraubt. Kerne aus Polyurethan wie FLEXOVOSS® können vom Beton-Fertigteilwerk einfach und schnell selbst hergestellt werden.

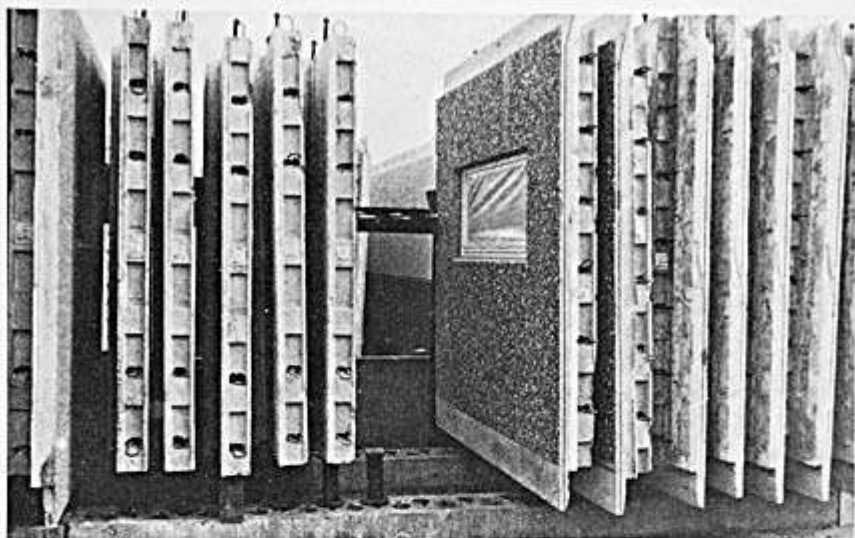


Strukturmatrize aus FLEXOVOSS®

FLEXOVOSS®-Struktur-Matrizen sind dauerhafte Werkzeuge zur Herstellung von architektonisch gestalteten Sichtbetonflächen.

zuschneiden. PUR-Abgußmassen sind einfach zu verarbeiten, mit den meisten Schalölen verträglich und erreichen hohe Formenstandzeiten. Die Montage von Aussparungskernen im Formkasten erfolgt über Maschinenschrauben mit vorhandenen Werkzeugen. Die glatte und hochabriebfeste Oberfläche erleichtert das Entformen. Ein weiteres interessantes Einsatzgebiet ist die Nutzung als Formmaterial für die Herstellung von Abgüssen aus Beton und Gips bei der Restaurierung von historischen Bauwerken. Diese Methode wurde mit FLEXOVOSS® in England mit großem Erfolg erprobt und ist dort allgemein üblich. FLEXOVOSS®-Massen schrumpfen in Länge und Breite nicht und verziehen sich nicht bei der Härtung.

Kerne für Scherschlösser, Profilausbildungen und Formteile werden in der Regel von einem Urmodell aus Holz oder Metall abgenommen. Das Holzmodell wird nach der Fertigstellung intensiv mit Trennmitteln behandelt, in einen Formkasten gesetzt und mit FLEXOVOSS® K 7 als Werkstoff für die Negativform abgeformt. In dieser Form werden dann die FLEXOVOSS®-Kerne zur Ausrüstung der Betonform hergestellt. Kerne für Scherschlösser können in einem Stück hergestellt werden und sind im Innern mit Moniereiseneinlagen zu armieren. Bei großvolumigen Kernen werden rückseitig Aussparungen vorgesehen, um den Materialverbrauch zu vermindern.



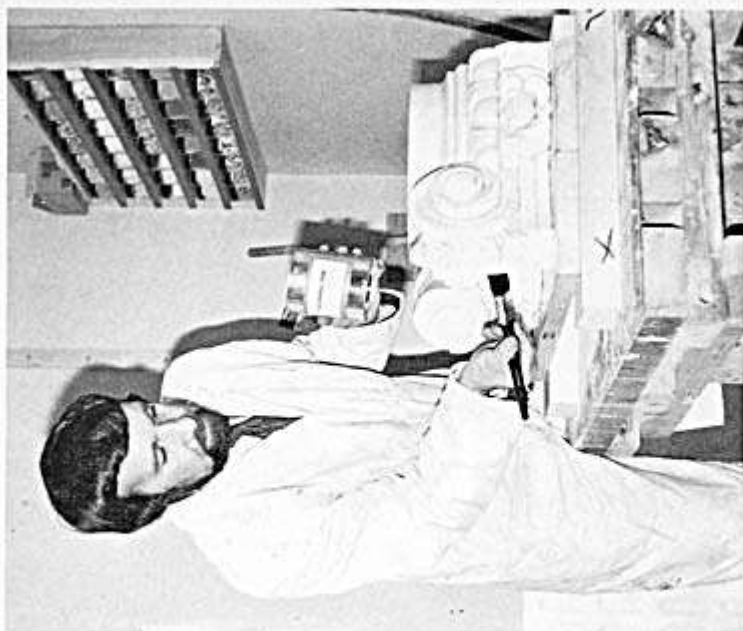
Schloßleisten an Beton-Fertigelementen

Bei der Montage werden die Stirnseiten der Wandelemente mit Moniereisen verbunden und mit Beton aufgefüllt. Die Aussparungen dafür wurden mit FLEXOVOSS®-Kernen hergestellt.



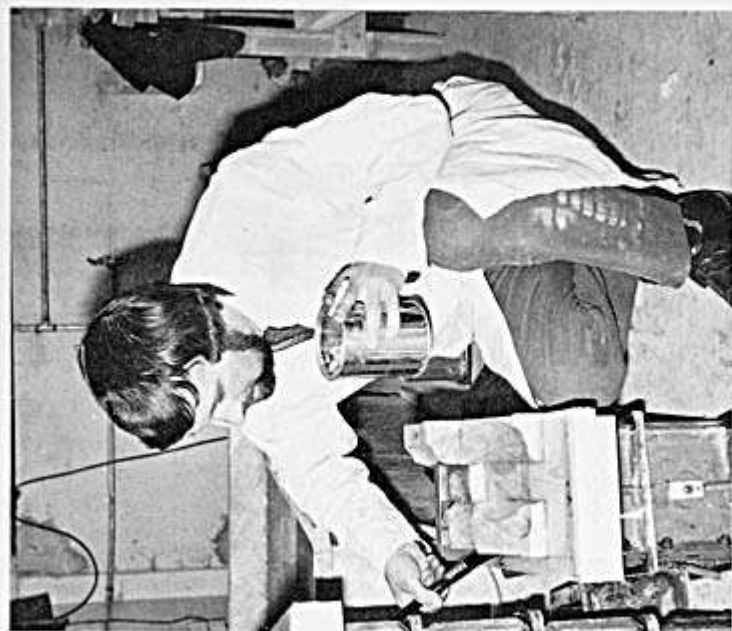
FLEXOVOSS®-Werkzeug zur Herstellung einer Schloßleiste

Das FLEXOVOSS®-Kernwerkzeug ist fest mit dem Formenrahmen verbunden. Mit FLEXOVOSS®-Kernen ausgestattete Rahmen werden einfach über Abdrückschrauben vom Beton-Fertigteile gelöst.



Abformung eines Säulenkapitells

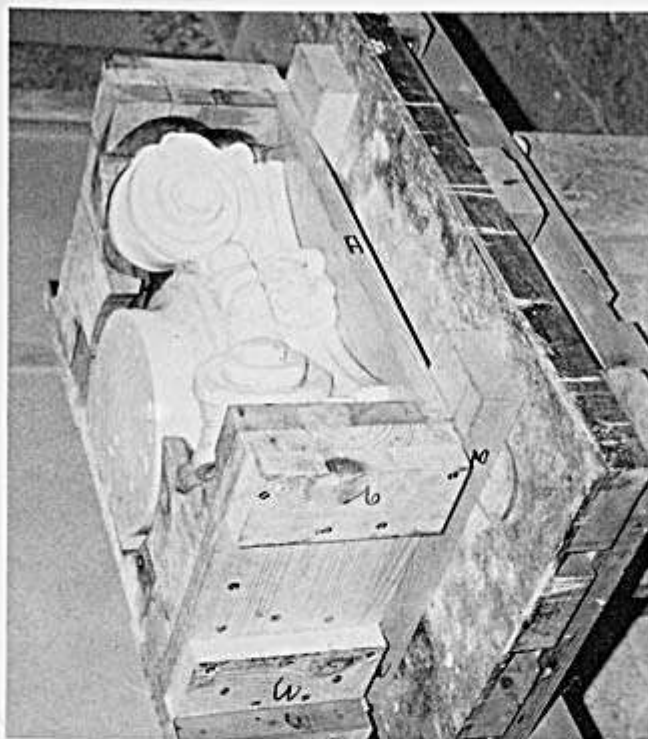
Zunächst wird das Urmodell auf ein Fundament gespannt und mit Trennmitteln behandelt. Das Urmodell kann aus Gips oder Holz hergestellt sein.



Um eine gute Entformung des hinterschnittenen Modells sicherzustellen, wird der Formkasten so gestaltet, daß die größte Wandstärke in der Form etwa 13 mm beträgt. Im Bild werden die Kontaktflächen zwischen Form und Formkasten gerade mit Trennmitteln ausgerüstet.



Die lange Topfzeit der FLEXOVOSS®-Massen läßt ein sorgfältiges Mischen und Entlüften des Ansatzes zu. Außerdem ist es möglich, zunächst die Modelloberfläche mit der aktivierten Masse einzupinseln, damit sich dort keine Luftblasen anlagern können. Dann wird der Formkasten geschlossen und der restliche Hohiraum mit der FLEXOVOSS®-Masse aufgefüllt.



Das Bild zeigt das Modell im Formenkasten, wobei die vierte Rahmenseite noch nicht montiert ist. Man sieht deutlich, wie sorgfältig der Formkasten dem Modell angepaßt wurde. Das geschieht aus zwei Gründen: 1. Ist die Entformung eines so stark hinterschnittenen Modells nur bei dünner Wandstärke der Form möglich. 2. Wird durch die Hohiraumverkleinerung eine Einsparung an Abformmasse erreicht. Alle Formteile, die mit der Abformmasse in Berührung kommen, sind mit Trennmitteln behandelt worden.



Diese Aufnahme wurde etwa 12 Stunden nach dem Abgießen des Säulenkapitells gemacht. Sie zeigt rechts die fertige elastische Negativform, in der weitere Betonabgüsse des Kapitells erstellt werden können. Vor dem ersten Einsatz sollte man die Form noch etwa zwei Tage lang nachhärten lassen. Bei der Herstellung von Betonabgüssen wird die elastische Negativform durch den zerlegbaren hölzernen Formkasten gestützt. Elastizität und Reißfestigkeit des Materials erlauben es, die elastische Form vom Fertigteil unbeschädigt abzuziehen. Der Einsatz von Schalöl erleichtert die Arbeit und verhindert mögliche Beschädigungen. (Die letzten fünf Fotos werden mit freundlicher Genehmigung von MINSTERTONE Ltd. Ilminster, Somerset, England, wiedergegeben.)

Polyurethan-Schäume

Polyurethanschäume sind seit der Entdeckung der Polyurethane gegen Ende der Dreißiger Jahre bekannt. Man stieß damals beinahe zufällig auf sie, als massive Gießmassen infolge von Feuchtigkeitseinflüssen Blasen zeigten. Man ging nach Erkennen der Ursache daran, mit gezielten Wassermengen einen Überschuß des Isocyanat-Vernetzers aufzuspalten und mit dem so erzeugten Kohlendioxidgas den Kunststoff aufzuschäumen. Es zeigte sich, daß zur Erzeugung von PUR-Schäumen eine sehr genaue Abstimmung des Auftreibprozesses und der Bildung des Kunststoffgerüsts notwendig war, aus der sich die verhältnismäßig kurzen Reaktionszeiten der PUR-Schäume erklären. Die Aufschäumung wird heute nicht nur durch Kohlendioxid-Abspaltung mittels Wasser, sondern auch unter Verwendung von niedrig siedenden Fluorkohlenwasserstoffen (Frigen®) erreicht. Da es sich bei der Aufschäumung mit Frigen® um einen Siede-prozeß handelt, ist der starke Temperatureinfluß auf die Schaumausbeute leicht zu erklären. Einen gewissen Einfluß hat allerdings auch der Luftdruck, doch ist dieser für die Praxis gegenüber dem dominierenden Temperatureinfluß von untergeordneter Bedeutung.

Der chemische Treibprozeß durch Zersetzung von Isocyanat führt meistens zu Schäumen mit überwiegend offenen Poren. Er erfolgt unter starker Wärmeentwicklung, die bei größeren Schaumteilen zu einem Wärmestau und zur Kernverbrennung führen kann. Das physikalische Treibsystem erzeugt Schäume, die dagegen überwiegend geschlossenzellig sind.

In der technischen Praxis werden heute meist beide Treibverfahren gemischt eingesetzt. Dabei wird der Aufschäumvorgang durch die Zersetzung von Isocyanat mittels geringer Wassermengen eingeleitet, und die freiwerdende Wärme bringt das physikalische Treibmittel (z. B. Frigen®) zum Sieden. Hierbei wird Wärme verbraucht, so daß die Gefahr der Kernverbrennung gemindert wird. Sollen sehr große Schaumkörper hergestellt werden, so kommen Blockschäume zum Einsatz, deren Wärmereaktion gezielt flacher verläuft. Mit normalen PUR-Schäumen lassen sich allerdings ebenfalls großvolumige Teile herstellen, indem man sie schichtweise aufbaut und jeweils die Wärmereaktion der vorhergehenden Schicht abklingen läßt.

Da die Polyurethane bis auf den Treibvorgang mit den massiven PUR-Massen und Lacken chemisch weitgehend verwandt sind, gelten für sie praktisch dieselben Lager-, Verarbeitungs- und Sicherheitsvorschriften.

Bei Zwei-Komponenten-Schäumen spricht man neben der Topfzeit auch von der sogenannten **Startzeit**. Sie bezeichnet die Wartezeit vom Vermischen bis zum Beginn des Aufschäumens. An sie schließt sich die **Steigzeit** an, mit der die Dauer der Expansion vom Beginn des Aufschäumens bis zum Erreichen des Endvolumens bezeichnet wird. Als weiterer Begriff

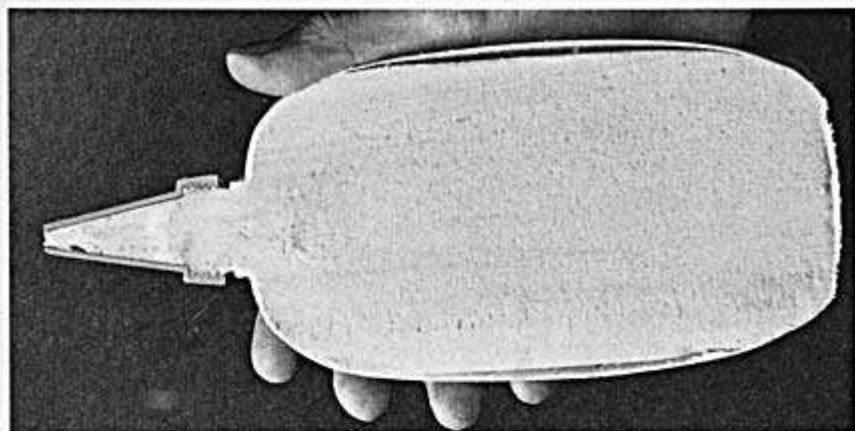
ist die **Abbindezeit** von Bedeutung. Sie gibt an, nach welcher Zeit das Kunststoffgerüst des Schaumes sich stabilisiert hat. Die Härtung schreitet danach jedoch immer noch fort, so daß nach dieser Zeit eine weitgehende Gebrauchstüchtigkeit des Schaumes zu erwarten ist. Die vollen chemischen und mechanischen Eigenschaften werden nach etwa acht Tagen bei 20 °C nutzbar.

Aufgrund des chemischen Aufbaues der Polyurethane ist auch bei den Schäumen eine innige Vermischung der Komponenten für eine einwandfreie Materialqualität ausschlaggebend. Diese Forderung ist aufgrund der systembedingten, synchron verlaufenden chemischen und physikalischen Abläufe, die sich in aller Regel recht schnell vollziehen, in relativ kurzer Zeit zu erfüllen.

Es geht also darum, innerhalb der verhältnismäßig kurzen Startzeit von der noch die Handhabung des Schaumgemisches zur Verarbeitung abgezogen werden muß, eine optimale Durchmischung sicherzustellen. Der Ansatz muß also kurz und intensiv gemischt werden. Diese Forderung läßt sich mit drei verschiedenen Verfahren verwirklichen.

- Bei kleinen bis zu mittleren Ansätzen (bis zu 5 kg) durch Mischpropeller mit einer elektrischen Bohrmaschine (sogen. Rührschäume). Dabei sind gute Ergebnisse zu erzielen.
- Bei kleinen Ansätzen (momentan bis zu 1,2 kg) durch Schütteln der Komponenten in Schüttelflaschen ausreichenden Volumens. Dabei wird ein Schaum mit sehr gleichmäßiger Zellstruktur erreicht, der höchsten Qualitätsansprüchen gerecht wird (sogen. Schüttelschäume).
- Für die kontinuierliche Verarbeitung größerer Mengen bei Flächenisolierungen (zum Beispiel Dachbeschäumungen) findet die Verarbeitung im Spritzverfahren mit aufwendigen Maschinen statt, deren Anschaffungspreis bei mobilen Aggregaten in der Größenordnung ab 10 000,— DM liegt. Die hiermit erzielbare Schaumqualität ist optimal (sogen. Maschinenschäume).

In der Baupraxis sind die ersten beiden Verfahren für kleinere Objekte, wie das Ausschäumen von Rohr- und Kabeldurchführungen, aber auch die nachträgliche Ausschäumung von Hohlräumen am besten geeignet, zumal insbesondere das Schüttelverfahren keine speziellen Kenntnisse erfordert und von jedermann durchgeführt werden kann. Die Verarbeitung von Maschinenschäumen verlangt dagegen einen ausgebildeten Maschinenführer, der das aufwendige und empfindliche Gerät bedient, reinigt und wartet. Das Spritzverfahren bedingt einen gut eingearbeiteten Spritzer, der in der Lage ist, Schaumisolierungen gleichmäßiger Dicke zu erzielen, und macht wegen der unvermeidlichen Aerosolbildung Schutzmaßnahmen (Frischlufatmaske sowie in geschlossenen Räumen wie Kühlzellen unter Umständen sogar einen Schutzanzug) notwendig.



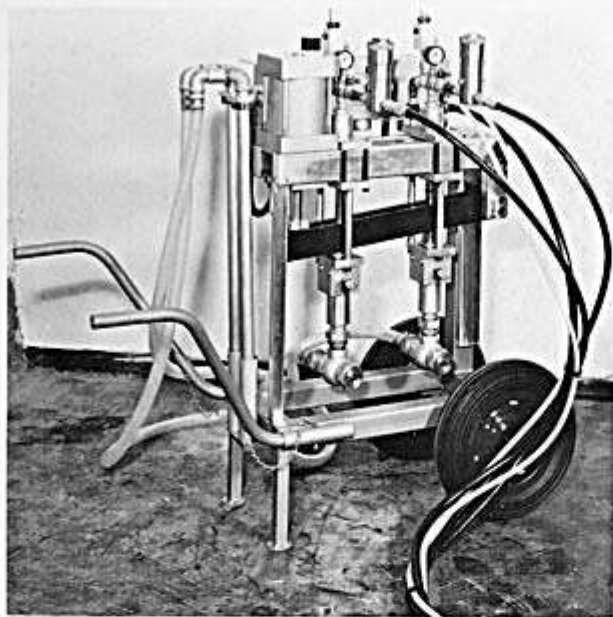
Schnitt durch eine Schüttelflasche mit gehärtetem ISOVOSS®-Schüttelschaum

Das Schnittbild zeigt eindrucksvoll, daß die Vermischung durch Schütteln zu Schäumen mit gleichmäßiger, feinzelliger Struktur und damit guter Qualität führt.

Neben diesen Zwei-Komponenten-Schäumen gibt es seit einiger Zeit auch sogenannte Polyisocyanurat-Schäume, die, wie am Namen erkenntlich, ebenfalls auf Isocyanat-Basis aufgebaut sind. Entwicklung und Anwendungstechnik dieser PIR-Schäume sind jedoch noch nicht abgeschlossen, lassen aber für den Bausektor interessante Perspektiven erwarten, da PIR-Schäume von Natur aus schwer entflammbar sind. Zur Zeit gibt es erst Hartschäume im Raumgewichtsbereich zwischen 40 und 80 kg/m³. Es ist damit zu rechnen, daß diese Schäume für den praktischen Einsatz mit mehr als zwei flüssigen Komponenten geliefert werden, so daß dem Vorteil im Brandverhalten eine etwas aufwendigere Verarbeitung gegenüberstehen wird. Auch preislich dürften PIR-Schäume vorläufig gegenüber Polyurethanen etwas im Nachteil sein.

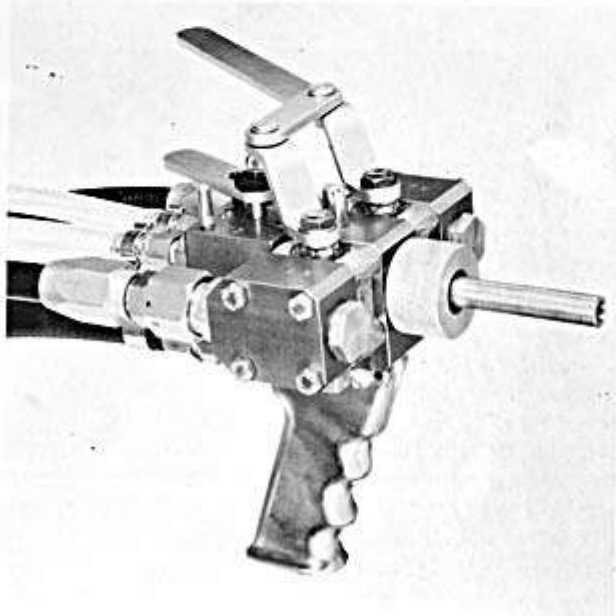
Seit einiger Zeit werden Polyurethan-Schäume auch in Ein-Komponenten-Form hergestellt. Sie werden in Druckflaschen geliefert und erlauben – wie die Maschinenschäume, deren Komponenten erst im Spritzkopf der Pistole zusammengeführt und gemischt werden – eine Unterbrechung und Dosierung des Schäumvorganges, während Rühr- und Schüttelsysteme nach dem Mischen sofort voll verbraucht werden müssen.

Das Druckflaschen-System bewährt sich aufgrund der individuellen Dosierbarkeit vor allem bei Montagearbeiten, beim Nachisolieren von Kältebrücken und Problemen, die ein Eingießen von Schaum aus Rühransätzen oder Schüttelflaschen nicht erlauben. Letzteres gilt zum Beispiel für das Beschäumen von Dachpfannen zum Abdichten gegen Wärme und Kälte sowie Eindringen von Staub, Schnee und Feuchtigkeit oder beim Entdröhnen von Metallflächen (zum Beispiel Garagentoren).



Spritz- und Gießmaschine für den Baustellenbetrieb

Die robuste pneumatisch arbeitende Anlage hat einen Leistungsbereich von 50 cm³/min bis zu 10 ltr./min. Durch die Volumendosierung können auch Schaumflüssigkeiten mit Füllmitteln (Quarzmehl, Graphit) exakt dosiert werden. Es sind Schlauchlängen bis zu 200 Metern möglich.



Mischpistole für die oben abgebildete Anlage. Die Vermischung erfolgt im statischen Mischrohr ohne bewegliche Teile. Die Pistole wird standardmäßig mit Preßluft und wahlweise zusätzlich mit Lösemitteln gereinigt (Werkfotos HILGER & KERN, Mannheim).

Übersicht über Ein- und Zwei-Komponenten-PUR-Schäume, ihre Eigenschaften, Einsatzgebiete und Ausbeute

System und Lieferform	Typen und Produktname	Nachexpansion N bzw. Ausdehnung A/Raumgewicht	Schaumstruktur	Startzeit (auch Ruhezeit gen.) sec.	Steigzeit	Abbindezeit	Einsatzgebiete
Ein-Komponenten-PUR-Schäume	UNOVOSS-Fugenschaum	N = 1 : 1,2 / ca. 25 kg/m ³	elastisch, überwiegend offenporig	—	1 Std.	3 cm pro Tag	Anschluß-Fugen, im Bereich der Fenster- und Türrahmen
	UNOVOSS-Hartschaum	N = 1 : 3 bis 1 : 4 / ca. 25 kg/m ³	halbhart, überwiegend offenporig	—	1 Std.	3 cm pro Tag	Mauerdurchbrüche für Kabel und Rohre sowie Klimaanlage, Montage von Fenster- und Türrahmen
	UNOVOSS-Spritzschaum	N = 1 : 4 / ca. 25 kg/m ³	halbhart, überwiegend offenporig	—	1 Std.	3 cm pro Tag	Dachpfannenisolierung, Dämmung zerklüfteter Flächen, Schallschutz
Zwei-Komponenten-PUR-Rührschäume	FR	A = 1 : 80 / ca. 13 kg/m ³	halbhart, zu 98 % offenporig	23	115 sec.	200 sec.	Dachisolierung unter der Dachhaut, Rohrisolierung
	HHR	A = 1 : 33 / ca. 31 kg/m ³	hart, zu 95 % geschlossene Poren	25	110 sec.	120 sec.	Wärmedämmung, Korrosionsschutz in Stahl-Profilen
	HR	A = 1 : 25 / ca. 40 kg/m ³	hart, geschlossenporig	50	270 sec.	540 sec.	Kälteisolierung, Auftrieb für Schwimmkörper
	WR	A = 1 : 25 / ca. 40 kg/m ³	weich-elastisch, offenporig	18	180 sec.	600 sec.	Antidröhn- und Schallisolierung

Zwei-Komponenten-PUR-Schüttelschäume	ISOVOSS FH	A = 1 : 50 bis 1 : 60 je nach Mauerspalt	halbhart, zu 98 % offene Poren	23	110 sec.	210 sec.	Spezielschaum zum nachträgl. Ausschäumen v. zweischaligem Mauerwerk zwecks Verbesse- rung der Wärmedämmung
	ISOVOSS FR	A = 1 : 80 / ca. 13 kg/m ³	halbhart, zu 98 % offene Poren	23	115 sec.	180 sec.	Wärme-, Kälte- und Schall- isolierung, Isolierungen unter d. Dachhaut, Badewannen- und Brausetassen-Unterschäumung
	ISOVOSS HHR	A = 1 : 33 / ca. 31 kg/m ³	halbhart, zu 98 % ge- schlossene Poren	25	110 sec.	120 sec.	Wärmeisolierungen, Hohl- profilausschäumungen (temperaturbeständig von -40 °C bis +120 °C)
	ISOVOSS HR	A = 1 : 25 / ca. 40 kg/m ³	hart, ge- schlossen- porig	50	270 sec.	540 sec.	Auftriebskörper, Kälteisolierung in Tiefkühlbereichen bis -40 °C (temperaturbeständig bis +120 °C)
Zwei-Komponenten-PUR-Maschinenschäume	SR 72/28	A = 1 : 30 / 30 kg/m ³ frei- geschäumt	harter Spritz- schaum	3	20 sec.	20 sec.	Innenisolierung von Kühlhäu- sern, Klimaräumen, Wohn- und Wochenendhäusern, Tanks, Containern, Beschäumen von Dachunterseiten
	SR 71/15	A = 1 : 14 / 65 kg/m ³ frei- geschäumt	hart. Spritz- schaum flamm- geschützt	4	21 sec.	21 sec.	Isolierung von tragfähigen Böden
	H 105	A = 1 : 20 / 48 kg/m ³	harter Spritz- schaum	6	20 sec.	20 sec.	Für Flachdachbeschichtungen auf der Oberseite mit H 105 ca. 3,5 cm dicke Schicht, darauf 1,5 cm H 106 plus Alu-Coating
	H 106	A = 1 : 12,5 / 79 kg/m ³	harter Spritz- schaum	6	20 sec.	20 sec.	

Eine weitere Neuentwicklung bahnt sich mit Harz/Wasser-PUR-Schäumen an. Bei ihnen besteht die zweite Komponente aus Leitungswasser. Sie erlaubt über einen gewissen Dosierungsspielraum eine Variation des Raumgewichtes zwischen etwa 25 bis 40 kg/m³. Da die Entwicklung auch auf diesem Gebiete noch nicht abgeschlossen ist, läßt sich über die Breite des Einsatzgebietes noch wenig aussagen. Es hat jedoch den Anschein, daß die so erzeugten Schäume als Universalschäume einzusetzen sein werden, wobei die günstigen Eigenschaften nicht so ausgeprägt sein dürften, wie bei den fest formulierten Systemen.

PUR-Schaumtypen und ihre hervorstechenden Eigenschaften

Die bedeutendste Eigenschaft der Polyurethanschäume ist ihre ausgezeichnete Wärmedämmung, die zum Beispiel beim Kühlmöbelbau einen vergrößerten Kühlraum ohne Vergrößerung der Außenmaße ermöglichte. Der Wärmedämmwert von PUR-Hartschaum übertrifft mit $\lambda = 0,019$ alle bekannten Dämmstoffe bei weitem. Herkömmliche Dämmstoffe und andere Hartschäume liegen mit ihrem λ -Wert von 0,035 höher. Das flüssige Einbringen ermöglicht eine Isolierung auch bei Hohlräumen mit komplizierter Formgebung. Ein weiterer Vorteil von PUR-Schäumen ist ihre ausgezeichnete Haftung auf praktisch allen Baustoffen, die eine Fixierung der Isolierschicht erübrigt und in Verbindung mit entsprechenden Deckschichten Leichtbauelemente von hoher Festigkeit und guter Dämmung erlaubt, indem der flüssig zwischen die Deckschicht gebrachte Schaum selbsttätig die gewünschte Verklebung der Abdeckmaterialien (zum Beispiel aus Gipskarton, Holz, Span- oder anderen Bauplatten) herbeiführt.

Das gute Haftvermögen sichert beim Ausschäumen von stählernen Hohlprofilen auch einen zuverlässigen Schutz gegen Hohlraumrost, der durch kondensierendes Wasser und Luftsauerstoff hervorgerufen wird. Das Ausschäumen von Hohlräumen wird mit großem Erfolg bei Schwellern von Kraftfahrzeugen angewendet und bietet sich im Baubereich auch bei rostgefährdeten Profilen an, die zur Stützung von Vordächern, Pergolen, Treppen, Laufbühnen, Reklameflächen usw. dienen. Der Schaum wird durch eine Bohrung eingebracht und sollte geringfügig überdosiert werden, um eine völlige Ausfüllung des Hohlprofiles zu sichern.

PUR-Schaum hat neben seiner Isolierfähigkeit gegen Wärme und Kälte auch ein gewisses Schalldämmvermögen, so daß eine Einschäumung von Rohrleitungen wie auch das Unterschäumen von Bade- und Duschwannen eine Verringerung der Geräuschbelastung zuläßt. Geschlossenzellige Schäume nehmen praktisch kein Wasser auf und werden im Bootsbau deshalb zum Ausschäumen von Auftriebskammern und als Kenterschutz verwendet. Im Baubereich können solche Schäume sinngemäß zur Absicherung von schwimmenden Arbeitsplattformen bei Wasserbauwerken

verwendet werden. Halbharte und elastische PUR-Schäume eignen sich zum Verfüllen von Fugen und Anschlüssen, die geringfügig arbeiten. Geschlossenzellige Typen werden auch zum Verfüllen von Kabel- und Rohrdurchführungen verwendet, um das Eindringen von Feuchtigkeit, brennbaren Gasen oder auch aggressiven Medien in Keller und andere Bauwerke zu verhindern. Bei Industrieanlagen stellt das Verfüllen von Kabel- und Rohrdurchführungen oft einen besonderen Sicherheitsfaktor dar.

PUR-Schäume lassen sich im ausgehärteten Zustand sauber und leicht mit einem Sägemesser oder Sägeblatt zurechtschneiden. Die Möglichkeit einer Glättung durch Schleifen macht diese Schäume zu einem idealen Bauwerkstoff. Angeschnittene Oberflächen können mit PUR-Beschichtungsmasse versiegelt werden, sofern sich die Notwendigkeit hierzu ergibt.

Lagerung: Die Lagerfähigkeit von PUR-Schäumen ist geringer als bei PUR-Beschichtungsmassen. Sie beträgt bei Zwei-Komponenten-Schäumen im Schnitt etwa drei bis sechs Monate und ist durch die Flüchtigkeit der Treibmittel und die Alterung der Aktivatoren und Stabilisatoren begrenzt. Während Treibmittel allgemein nachdosiert werden können, ist der Abbau der anderen Werkstoffe kritischer, da dieser zu einer Veränderung des Aufschäumungsprozesses und der Bildung des Kunststoffgerüsts und damit zu einem Zusammenfallen des Schaumes führen kann. Aus diesem Grunde empfiehlt es sich, bei Verdacht auf Überlagerung des Schaumes in einem Karton einen Schäumtest vorzunehmen, um sich gegen ein eventuelles Zusammenfall-Risiko abzusichern. Eine verringerte Expansion führt im allgemeinen zu einem erhöhten Materialverbrauch, hat aber sonst keine negativen Folgen. Sie kann zudem durch Nachdosierung von Treibmitteln wieder ausgeglichen werden.

Die B-Komponente kann bei längerer Lagerung teilweise auskristallisieren. Dies hat ebenfalls keine negativen Folgen, wenn die Komponente zur Auflösung der Kristalle auf etwa 50 °C (auf keinen Fall höher) im verschlossenen Gebinde erwärmt wird.

Für die Baupraxis sind einige Standard-Schaum-Typen in Ein- und Zwei-Komponenten-Form von besonderer Bedeutung, die in der folgenden Tabelle zusammengestellt sind. Darüber hinaus gibt es eine Vielzahl von Spezialtypen mit unterschiedlichen Eigenschaften und Raumgewichten, über deren Verwendung man sich in einer problembezogenen Beratung vom Hersteller informieren lassen kann.

Hinweise zur Verarbeitung von ISOVOSS®-Schüttelschäumen

Diese Zwei-Komponenten-Schäume werden als Packungen mit zwei Behältern angeboten. Die treibmittelhaltige A-Komponente wird in einer Blech-Trichterkanne gelagert. Die B-Komponente ist in einer durchsichtigen Plastikflasche abgefüllt. Zum Gebrauch werden beide Komponenten auf 18 bis 22 °C Temperatur erwärmt. Dann wird das noch verschlossene Gebinde mit der A-Komponente gründlich geschüttelt, um vorschnelles Expandieren des Schaumes zu vermeiden. Die unter leichtem Druck stehende Blechkanne wird vorsichtig geöffnet und ihr Inhalt in die, inzwischen ebenfalls geöffnete, Plastikflasche mit der B-Komponente gegossen. Die bereitgelegte, konische Spritzdüse wird auf die Kunststoff-Flasche geschraubt und mit einem Finger verschlossen. Um eine Verschmutzung der Hand zu vermeiden, zieht man Wegwerfhandschuhe an. Durch Schütteln werden beide Komponenten miteinander vermischt. Das 20malige Schütteln wird zweimal zum Ablassen des sich aufbauenden Drucks unterbrochen. Nach 10 bis 40 Sekunden tritt der Schaum dann selbständig aus der Flasche aus. **Dieser Vorgang kann nicht unterbrochen werden.**

Die Temperatur der Hohlraumwände kann bei der Arbeit mit ISOVOSS®-Schaum bei + 5 °C liegen, wenn der Wandwerkstoff ein schlechter Wärmeleiter ist (z. B. Stein, Holz und Pappe). Leitet der Wandwerkstoff die Wärme gut, so muß er mindestens 25 °C betragen (z. B. bei Metall), weil sonst das Treibmittel mit seinem Siedepunkt von 23,8 °C nicht in Tätigkeit treten kann.

Es werden vier verschiedene Typen als ISOVOSS®-Schüttelschaum (siehe Tabelle) in vier verschiedenen Mengen fertig abgepackt angeboten, und zwar mit 150 g, 300 g, 600 g und 1200 g Schaumflüssigkeit. Das Gewicht bezieht sich auf die A- und die B-Komponente zusammen. Die untenstehende Tabelle gibt für drei Schäume einen Überblick über die aus den einzelnen Schüttelflaschen erzielbaren Festschaum-Mengen.

Schaumtype	Raumgewicht	Richtwerte der erzielbaren Festschaum-Mengen			
		Packung Nr. 1 150 g	Packung Nr. 2 300 g	Packung Nr. 3 600 g	Packung Nr. 4 1200 g
FR	13 kg/m ³	7 l	21 l	43 l	88 l
HHR	31 kg/m ³	3 l	9 l	18 l	37 l
HR	40 kg/m ³	2 l	7 l	14 l	29 l

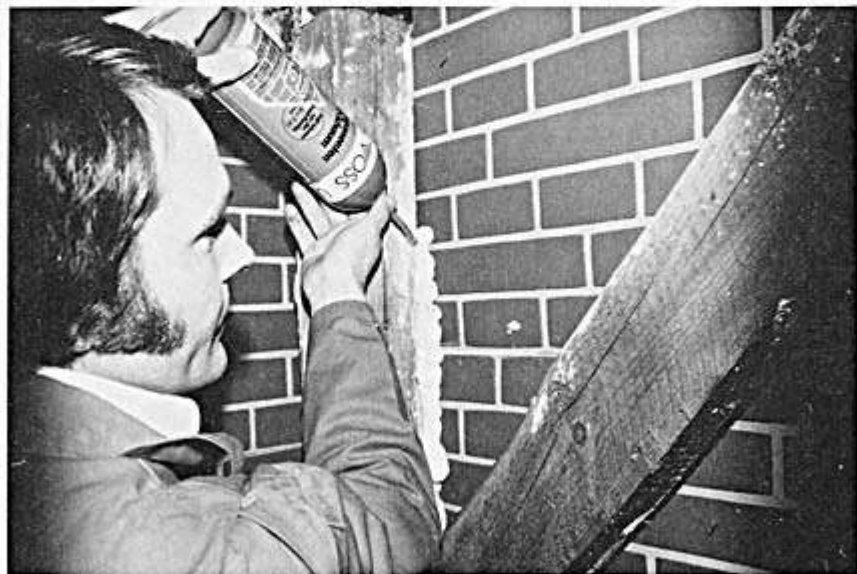
Besonderheiten bei der Verarbeitung von Ein-Komponenten-PUR-Schaum UNOVOSS®

UNOVOSS®-Schäume verlangen durch ihre spezielle Lieferform in Druckflaschen und ihrer Ein-Komponenten-Härtungssysteme die Beachtung einiger besonderer Verarbeitungsrichtlinien.

UNOVOSS®-Schaum tritt „auf Fingerdruck“ selbsttätig aus der Sprayflasche aus. Der Schaumaustritt kann nach Wunsch unterbrochen und fortgesetzt werden. Es ist kein zusätzliches Gerät für die Verarbeitung notwendig.

Die Dicke des Schaumauftrages wird durch verschieden starkes Kippen des Ventils und durch die Wandergeschwindigkeit des Ventilrüssels reguliert. Je langsamer man die Flasche bewegt, desto größer wird der Schaumstrang-Querschnitt.

Beim Spritzschaum kann eine acht Millimeter starke Schaumschicht in einem Arbeitstag aufgetragen werden, die auf 20 Millimeter Stärke expandiert. Eine größere Schichtdicke bei 40 Millimeter Endstärke kann durch einen zweiten Spritzgang frühestens nach einer Stunde erreicht werden.



Verschäumen einer Fuge mit UNOVOSS®

Das Flaschenventil wird durch seitliches Kippen geöffnet. Da die Flasche kein Steigrohr enthält, muß sie zum Ausschäumen jeweils mit dem Ventil nach unten gehalten werden. Die Dicke des Schaumstranges wird durch die aus dem Ventil austretende Schaummenge und die Wandergeschwindigkeit des Rüssels bestimmt. Der Schaumaustritt kann bei UNOVOSS®-Schaum jederzeit unterbrochen werden.

Eine weitere Überschichtung zur Erzielung noch größerer Schaumdicken ist frühestens nach 24 Stunden möglich, um eine einwandfreie Durchhärtung zu erreichen.

Alle UNOVOSS®-Schaumtypen vergrößern ihr Volumen noch gegenüber der frisch ausgetretenen Schaummenge. Während der Fugenschaum seinen Querschnitt um etwa 20 % vergrößert, kann man bei dem Hartschaum mit der drei- bis vierfachen, beim Spritzschaum mit der zweieinhalb- bis dreifachen Festschaummenge nach der vollständigen Expansion rechnen, sogenannte Nachexpansion.

Das Kilo-Volumen des Hartschaums und des Fugenschaums beträgt ca. 35 l/kg. Beim Spritzschaum ist die Ausbeute etwas größer.

Arbeitsweise mit UNOVOSS®

Die Flasche wird zunächst auf ihre Temperatur hin überprüft. Sie sollte 20 bis 25 °C betragen.

Ist die Flasche kälter, so wird sie in einem 40 °C-Warmwasserbad entsprechend erwärmt. Es ist streng darauf zu achten, daß die Wassertemperatur 50 °C nicht überschreitet, damit die UNOVOSS®-Druckflasche nicht platzen kann.

Ist die empfohlene Temperatur erreicht oder vorhanden, so wird die Flasche auf den Kopf gedreht und mindestens 20mal ganz kräftig geschüttelt. Dabei vermischen sich die verschiedenen in der Flasche befindlichen Flüssigkeiten wieder. Der Schaum ist nun gebrauchsfertig.

Das Ventil muß beim Schäumen immer senkrecht nach unten gehalten werden. Das Öffnen des Kippventils erfolgt durch seitliches Drücken auf die Ventiltülle. Stärkeres Drücken vergrößert die Austrittsgeschwindigkeit des Schaumes. Die je Minute austretende Schaummenge kann so geregelt werden.

Den Fugen- und Hartschaumflaschen sind Verlängerungsschläuche beigegeben, die auf die Ventile gesteckt werden können. Eine Verarbeitung mit Schlauch verbessert die Schaumqualität.

Mit dem Spritzschaum werden horizontale Flächen durch Aufsetzen des Spritzkopfes direkt auf das Ventil beschäumt. Für die Bearbeitung senkrechter und von Über-Kopf-Flächen wird zwischen Ventil und Spritzkopf ein Umlenkteil zwischengesteckt.

Achtung: Überkopf-Flächen können nur unter Zwischenschalten des Umlenkteils bei noch annähernd voller Druckflasche beschichtet werden. Dabei muß die Flasche so schräg gehalten werden, daß der Sprühkopf an der tiefsten Stelle liegt.

Haftung

UNOVOSS® haftet ausgezeichnet auf Holz, Metall, Mauerwerk, Beton, Glas und anderen Werkstoffen. Auf Polyäthylenfolie und eingewachsenen Werkstoff-Flächen zeigt UNOVOSS® dagegen eine schlechte Haftung, so daß sie als Trennmittel benutzt werden können. Dies gilt übrigens auch für Zwei-Komponenten-Polyurethanschäume wie ISOVOSS®.

UNOVOSS®-Datenspiegel			
Eigenschaft	Hartschaum	Fugenschaum	Spritzschaum
Raumgewicht bei 23 °C Dosentemperatur	ca. 25 kg/m ³	ca. 25 kg/m ³	ca. 25 kg/m ³
Kilo-Volumen bzw. Schaum- ausbeute bei einer Dosen- temperatur von 23 °C	ca. 30 bis 35 ltr./kg	ca. 25 bis 30 ltr./kg, d.h. bei 20 mm ϕ beträgt die Stranglänge ca. 70 m/kg	ca. 40 ltr./kg
Schaumstruktur	halbhart, überwiegend offenporig	elastisch, überwiegend offenporig	halbhart, überwiegend offenporig
Klebfrei nach	ca. 25 min.	ca. 35 min.	ca. 15 min.
Nachexpansion auf das	3fache	1,2fache	2,5fache
Empfohlener Füllungsgrad für einen Querschnitt	ca. 35 %	ca. 90 %	ca. 40 %
Austrittsmenge je Zeiteinheit	bis 120 g/min.	bis 50 g/min.	bis 200 g/min.
Empfohlene Verarbeitungs- temperatur des Flüssig- schaumes	15 bis 23 °C	15 bis 23 °C	15 bis 23 °C
Mögliche Untergrundtemperatur	5 bis 35 °C	5 bis 35 °C	10 bis 35 °C
Lagerzeit des flüssigen Produktes im Original- gebilde	6 Monate	6 Monate	6 Monate
Endvolumen erreicht nach ca.	1 Std.	1 Std.	1 Std.
Durchhärtungs- geschwindigkeit etwa	3 cm/Tag	3 cm/Tag	3 cm/Tag

Härtung

UNOVOSS® benötigt für seine Aushärtung Luftfeuchtigkeit, die bei freiem Luftzutritt oder bei feuchtem Untergrund stets in genügender Menge zur Verfügung steht. UNOVOSS® härtet also von der Oberfläche her. Da der ausreagierte Schaum den weiteren Feuchtigkeitszutritt in das Schauminnere behindert, können nur Schichtdicken bis zu etwa fünf Zentimetern in einem Arbeitsgang ordnungsgemäß härten. In geschlossenen Hohlräumen mit feuchtigkeitsdichten Deckschichten (z. B. Blech) härtet UNOVOSS® nicht. In solchen und ähnlichen Fällen ist ISOVOSS®-Schaum (Zwei-Komponenten-Basis) zu verwenden, der in jeder Schichtdicke sofort härtet.

Temperaturverhalten

Zellstruktur und Raumgewicht sind bei allen UNOVOSS®-Produkten von der Temperatur des Systems innerhalb der Dose abhängig (Gasdruck und Gasvermischung). Dagegen spielt die Temperatur des Untergrundes, auf den der Schaum aufgebracht wird, – im Gegensatz zu Zweikomponenten-Schäumen – bei UNOVOSS® keine wesentliche Rolle. Sie kann für Fugen- und Hartschaum sogar im Minusbereich liegen, sollte aber in der Regel zwischen + 5 °C und + 35 °C betragen. Spritzschaum ist ab etwa + 10 °C zu verarbeiten.

Reinigung:

Beträgt die Wartezeit bis zum nächsten Schäumen mehr als 15 Minuten, so reinigt man das Flaschenventil mit dem beiliegenden Lösungsmittel. Einige Tropfen davon werden in das aufrechtstehende Ventil eingegeben. Beim Spritzschaum werden die Köpfe und das Umlenkteil in Lösungsmitteln gereinigt.

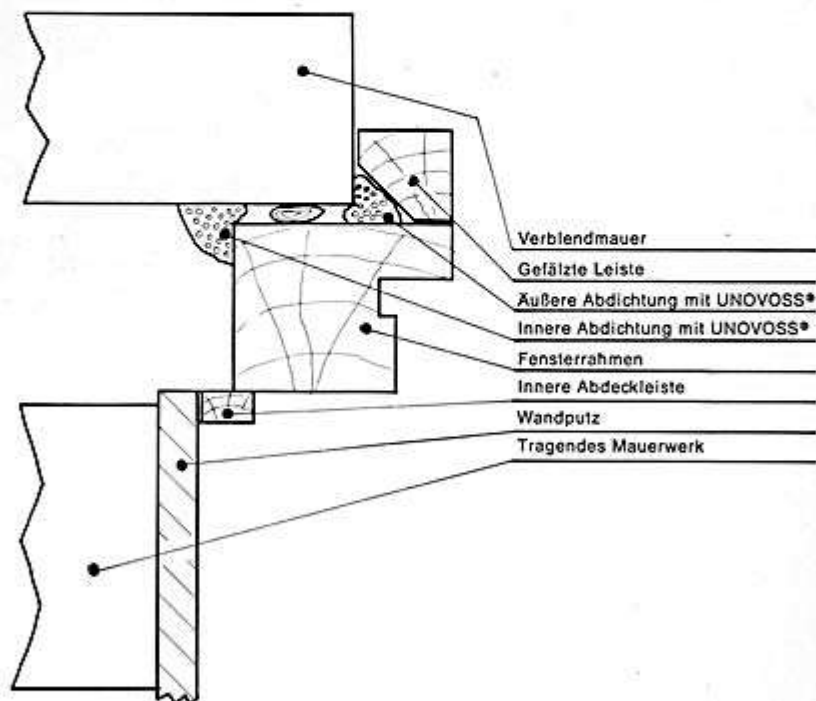
Die Besonderheiten der UNOVOSS®-Schäume sind in der Tabelle auf Seite 153 noch einmal übersichtlich zusammengefaßt.

Bauprobleme lösen mit Polyurethan-Schäumen

Im Folgenden werden Anwendungsgebiete für ein- und zweikomponentige Schaumstoffe beschrieben. Im Gegensatz zu anderen Werkstoffen sind, bedingt durch die verschiedenen Härtemechanismen, Überschneidungen bei der Anwendung selten.

Abdichten eines Fensterrahmens

Für dieses Einsatzgebiet wird UNOVOSS®-Fugenschaum verwendet. Zunächst wird der Fensterrahmen wie üblich mit einer Hanfschnur gegen das Außenmauerwerk gesetzt und ausgerichtet. Dann werden die Anker



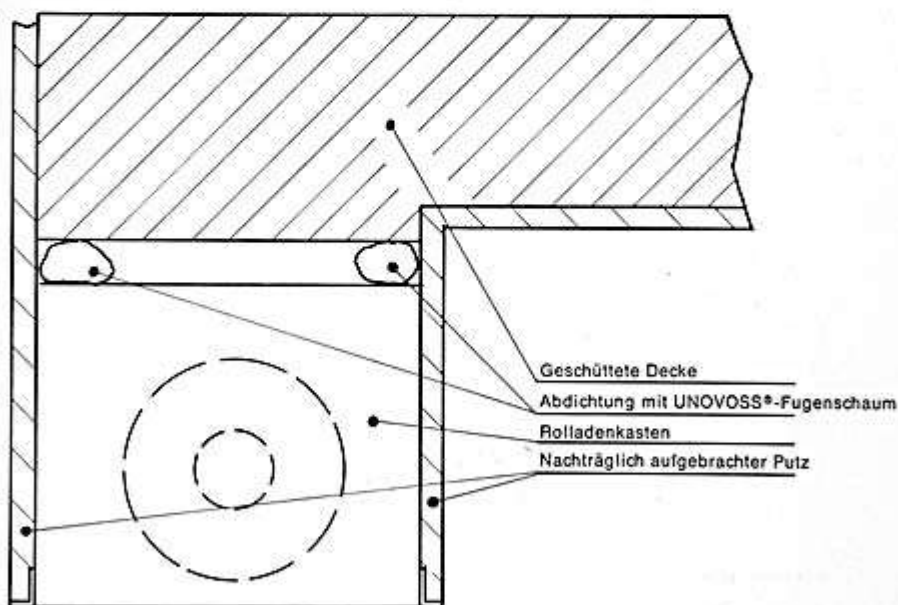
Einbau eines Holzfensters mit UNOVOSS®-Fugenschaum

Mit UNOVOSS®-Fugenschaum können Holzfenster zuverlässig gegen Feuchtigkeit und Zugluft abgedichtet werden. Während die Skizze eine Außen- und eine Innenabdichtung mit UNOVOSS®-Fugenschaum zeigt, wird in der Praxis meistens nur von einer Seite her isoliert.

an der Innenmauer befestigt. Die Schaumabdichtung mit UNOVOSS® wird in die Kante zwischen Außenmauerwerk und äußeren Stirnfläche des Fensterrahmens gelegt.

Dazu wird die UNOVOSS®-Flasche mit dem beiliegenden Schlauch ausgerüstet, temperiert, geschüttelt und mit dem Ventil nach unten gehalten. Durch seitliches Kippen wird das Ventil geöffnet, der Schaum tritt aus dem Schlauch und wird als Band in die Kantenfuge eingebracht. Dabei läßt man die Schlauchöffnung beständig weiterwandern, bis man die Ausgangsstelle wieder erreicht hat. Anschließend werden Schlauch und Ventil mit Lösungsmittel gereinigt. Die Fensterrahmen können einen Tag später angeputzt werden.

Auch bei nachlässig montierten Fensterrahmen, die keinen sauberen Anschluß zum Mauerwerk aufweisen, kann UNOVOSS®-Fugenschaum das Eindringen von Feuchtigkeit und Zugluft bannen. Die störende Fuge wird ausgekratzt und unter Verwendung des auf das Spritzventil aufgesetzten Schlauches zugeschaumt. Ein etwaiger Überstand läßt sich nach dem Erhärten des Schaumes mit einem scharfen Messer abtrennen. Anschließend



Abdichtung eines Rolladenkastens mit UNOVOSS®-Fugenschaum

Besonders nachträglich installierte Rolladenkästen sind mit konventionellen Mitteln schwierig abzudichten. Der nachexpandierende UNOVOSS®-Schaum sorgt für eine zuverlässige Beseitigung der Undichtigkeiten.

wird der Schaum mit Mörtel überschichtet. Die Schaumbrücke zwischen Fenster und Mauerwerk puffert die Bewegung zwischen Rahmen und Mauerwerk und sorgt auch bei Schwund oder Wachsen dieser Anschlußfuge für eine gute Dichtung gegen Wind und Feuchtigkeit.

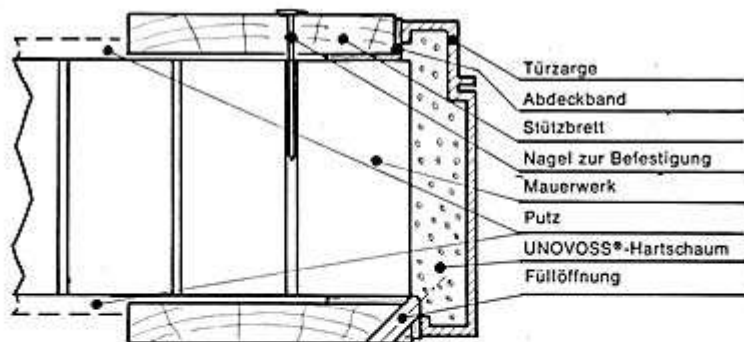
Zugige Rolladenkästen

Ein teures Mißvergnügen sind zugige Rolladenkästen, bei denen der Wind zwischen Verblendmauerwerk und Rolladenkasten oder auch zwischen Fensterrahmen und Kasten in die Wohnung dringt. Die kritischen Stellen lassen sich mit UNOVOSS®Fugenschaum sicher verschließen. Der Schaum wird mit dem Verlängerungsrohr in die Fuge zwischen Verblender-Hinterkante und vorderer Unterkante des Rolladenkastens und in gleicher Weise zwischen Deckenanschluß und Oberkante Rolladenkasten eingespritzt. Liegt die Undichtigkeit zwischen Fensterrahmen und Unterseite Rolladenkasten, so wird sie von der Außenseite überschäumt.

Montage einer Türzarge mit UNOVOSS®-Hartschaum

Zunächst wird die Zarge eingesetzt, ausgerichtet und mit den Ankern am Mauerwerk befestigt. Im Türausschnitt wird eine horizontale Steife montiert, die zwei aufrechtstehende Bretter leicht gegen die aufrechtstehenden Zargenflächen drückt.

Der umlaufende Spalt zwischen Zarge und Mauerwerk wird mit Tesakrepp abgedichtet und diese Dichtung von einem auf dem Mauerwerk befestigten Brett gestützt.



Montage einer Türzarge mit UNOVOSS®-Hartschaum

Die ausgerichtete Zarge wird mit Tesakrepp zur Mauer hin beidseitig abgedichtet. Zur Unterstützung dieser Abdeckung wird je ein Brett senkrecht an die Innen- und Außenseite der Wand genagelt. Durch die zehn Millimeter dicke Öffnung wird UNOVOSS®-Hartschaum in den Hohlraum zwischen Zarge und Mauerwerk eingespritzt. Nach 24 Stunden werden die Bretter und Abdeckbänder entfernt und die Zarge kann angeputzt werden.

Die Zarge wird mit Hilfe von UNOVOSS® an fünf Punkten fixiert. Das Brett wird an diesen Stellen mit einer 10-Millimeter-Bohrung versehen, in die der Verlängerungsschlauch des UNOVOSS®-Ventils eingeführt wird. Dann wird das Ventil durch seitliches Kippen geöffnet.

Türzargen werden auf diese Weise in Estrichhöhe, an den oberen beiden Ecken und in Türschloßhöhe befestigt. Es ergibt sich also keine totale Füllung des Hohlraums. Es sind vielmehr nur die Hauptlastpunkte festgelegt.

Nach 24 Stunden werden die Steife, die Bretter und der Tesastreifen entfernt. Die Zarge kann dann angeputzt werden.

Fugenverschäumung und Isolierung unter dem Dach

Gleich, ob ein Dachboden als bloße Abstellkammer, Trockenboden oder durch Ausbau zum Wohn- oder Hobbyraum umfunktioniert genutzt wird oder werden soll, sind mangelnde Wärmeisolierungen, die sich auch auf das darunterliegende Geschoß auswirken, sowie das Eindringen von Schmutz, Flugstaub, Schnee und Feuchtigkeit ein weitverbreitetes Übel. Passagen für Wärme, Kälte, Schmutz und Feuchtigkeit sind Fugen zwischen Dachgebälk und Mauerwerk und die zahlreichen Ritzen zwischen den Dachpfannen. Die Fugen zwischen Dachbalken und Mauerwerk werden mit UNOVOSS®-Fugenschäumung zugeschäumt.

UNOVOSS®-Spritzschaum erlaubt eine vollflächige Isolierung der Dachpfannenfläche, die eine Fugenabdichtung mit einer fugenlosen Wärmedämmschicht auf der gesamten Unterseite der Dacheindeckung verbindet. Dies hat gegenüber der bisher bekannten alleinigen Fugenüberschäumung durch den erhöhten Wärmedämmwert meßbare Vorteile.

Wärme- und Dröhnschutz bei stählernen Garagentoren

Stahlschwingtore von beheizten Garagen lassen die teure Wärme ungehindert passieren und dröhnen durch ihre großen schwingfähigen Flächen beim Öffnen und Schließen. Sie haben zudem die unangenehme Eigenschaft, ausgerechnet dann aus der Hand zu gleiten, wenn man sie aufgrund der späten oder frühen Stunde gern geräuschlos betätigen will. Das meist rippenartige hintere Blech macht das Aufkleben von Dämmmaterial zu einem Puzzlespiel. Einfacher ist es, die Rückseite des Tores mit UNOVOSS®-Spritzschaum etwa ein bis zwei Zentimeter stark zu beschäumen. Diese Schicht hält die Garage warm und verringert die Geräusche beim Öffnen und Schließen des Tores.

Kabel- und Rohrdurchführungen durch Mauerwerk

Bei Elektromontagen und bei Gas-, Wasser- und Heizungsinstallationen ergibt sich oft die Notwendigkeit, eine Rohr- oder Kabeldurchführung durch das Mauerwerk abzudichten, um zum Beispiel eine Kältebrücke

oder auch das Eindringen von Feuchtigkeit zu vermeiden. Hierzu eignen sich in erster Linie UNOVOSS®-Hartschaum und ISOVOSS®-Schüttelschaum Typ HHR. UNOVOSS® wird dann eingesetzt, wenn man sich auf Schaumstärken bis zu fünf Zentimeter Stärke beschränkt, da in größerer Dicke keine Aushärtung mehr erwartet werden kann. Bei dicken und von beiden Seiten zugänglichen Wänden kann man je einen Ring von maximal fünf Zentimeter Dicke zwischen Rohr und Wand schäumen, um eine Abdichtung zu erzielen. Dabei wird die Dämmung so angelegt, daß sie mit einer dünnen Putz- oder Gipsschicht abgedichtet werden kann. So verringert sich der Aufwand für die wärmedämmende und kosmetische Nacharbeit erheblich. Soll der Hohlraum in voller Tiefe ausgeschäumt werden, ist ISOVOSS®-Schüttelschaum Type HHR einzusetzen.

Heizungsrohre im Erdreich isolieren

Die Isolierung von Rohrleitungen im Erdreich ist ebenfalls mit zweikomponentigen Rühr- und Maschinenschäumen möglich. In der Regel wird der Rohrgraben zuvor mit Polyfolie ausgekleidet und der Schaumansatz in den Graben gegossen. Nach dem Aufschäumen wird die Folie über dem Schaum zusammengelegt und schützt eine Isolierung aus HHR- oder FR-Schaum gegen Oberflächenwasser. Diese beiden Schaumtypen eignen sich – eine ausreichende Druckfestigkeit vorausgesetzt – zur Isolierung im grundwasserfreien Bereich. In der Grundwasserzone ist der Einsatz von geschlossporigem HR-Schaum unerlässlich.



Einschäumung von erdverlegten Rohren

Die Ausschäumung des Rohrkanals mit ISOVOSS®-Schaum wird direkt in einem ausgehobenen Graben vorgenommen. Um zur Oberseite hin eine glatte Schaumkontur zu erhalten, wird einfach eine Abdeckfolie über dem Graben abgewickelt. Die Folie ist auf eine dreieckige Walze als Wanderschaltung aufgewickelt, deren Flächen gleichzeitig als formgebende Elemente beim Schaumaufsteigen benutzt werden.

Isolation von Wasser-, Fall- und Heizungsrohren im Haus

Im Hinblick auf die gestiegenen Energiekosten ist die Isolierung von Heizungsrohren stärker denn je ins Blickfeld gerückt. Flüssiger Schaum ermöglicht eine leistungsfähige Isolierung auch an komplizierten und schwer zugänglichen Stellen.



Eingeschäumtes Fallrohr

Zur Minderung von Geräuschen und zur Wärmeisolation von Heizungsrohren werden Rohrschächte mit ISOVOSS®-Schüttelschaum verfüllt. Das Schnittmodell zeigt, daß zwei nacheinander injizierte Ansätze sich einwandfrei miteinander verbinden.

Bei Räumen, in denen Rohrleitungen generell stören, werden sie am besten mit Spanplattensteifen eingeschalt und der Hohlraum zwischen Rohr- und Verschalung mit ISOVOSS®-Schüttelschaum der Type FR oder HHR ausgeschäumt. Der ergiebigere FR-Schaum hat aufgrund seiner offenen Poren eine etwas schlechtere Wärmedämmung ($\lambda = 0,035 \text{ Kcal/m. h. } ^\circ\text{C}$), muß also dicker bemessen werden als HHR-Schaum mit $\lambda = 0,019 \text{ Kcal/m. h. } ^\circ\text{C}$. Preislich sind beide Verfahren am Wärmedämmvermögen gemessen etwa in einer Ebene. Die Verwendung von HHR-Schaum nimmt jedoch durch den höheren Isolierwert weniger Raum in Anspruch, wenn man mit beiden Typen eine gleich hohe Isolierwirkung erreichen will.

Das Einschalen von Rohren und Ausschäumen der Verschalung hat sich auch bei frostgefährdeten oder durch Geräusche störenden Wasser- und Fallrohren bewährt.

Auch mit UNOVOSS®-Spritzschaum lassen sich ansonsten nur schwierig zu ummantelnde Rohrpartien sicher isolieren. Hierbei wird eine Stoff- oder Vliesbahn zurechtgeschnitten, deren Länge der zu isolierenden Rohrlänge entspricht und deren Breite gleich dem dreieinhalbfachen Rohrdurchmesser gewählt wird. Auf die ausgebreitete und geradegelegte Bandage wird so dünn wie möglich UNOVOSS®-Spritzschaum aufgeschäumt. Den Schaum läßt man so lange härten, bis seine Oberfläche gerade eben klebfrei ist. Dann wird die Bandage in Längsrichtung auf das Rohr aufgelegt und vorsichtig an den Rohrmantel angedrückt. Man läßt den Schaum aushärten und kann drei bis vier Stunden später eine Binde um die Bandage wickeln, so daß die Rohrisolation ansprechend aussieht. Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß auch bei Rohren, die eng an der Wand anliegen, eine Rundumisolierung sauber anzubringen ist.

Badewannen und Duschbecken entdröhnen

Der Hohlraum unter Einbau-Badewannen und Brausetassen verstärkt die Einfließ- und Badegeräusche durch Resonanzwirkung erheblich. Dieser nachteilige Effekt kann durch Ausschäumen des Hohlraumes mit ISOVOSS®-FR-Schüttelschaum erfolgreich beseitigt werden. Für eine Badewanne werden drei bis vier 1,2-kg-Packungen, für eine Brausetasse zwei 0,6-kg-Schüttelschaumgebände benötigt. Das Ausschäumen erfolgt durch die leicht zu öffnende Revisionsklappe. Vor dem Ausschäumen ist zu prüfen, ob die Verkleidung der Wanne allseitig dicht ist, damit kein Schaum austreten kann. Bei manchen Wannen ist zum Beispiel in der Mitte der Seitenwand eine Trittaussparung, die nicht immer an der Oberseite geschlossen ist. In einem solchen Fall wird hier ein auf Maß zugeschnittener Spanplattenstreifen eingeklemmt und mit Klebeband abgedichtet.

Die Wanne wird anschließend mit warmem Wasser gefüllt. Dies verhindert, daß die Wanne beim Unterschäumen hochgedrückt werden kann und vergrößert zudem die Schaumausbeute. Vor dem Ausschäumen wird der Badezimmerboden zweckmäßigerweise mit Folie oder Packpapier abgedeckt. Die Schüttelflaschen werden einzeln nach Zugabe der A-Komponente aufgeschüttelt und mit einem Stock so weit wie möglich in den Hohlraum unter die Wanne geschoben und dort einfach mit eingeschäumt. Nach dem Aufschäumen folgt die nächste Flasche. In drei bis vier Partien ist der Hohlraum voll ausgefüllt. Eventuell aus der Revisionsöffnung herausquellender Schaum wird mit einem scharfen Messer abgetrennt. Damit der Schaum an den Kacheln in der Revisionsöffnung nicht haftet, wird dieser Bereich am besten vor Arbeitsbeginn dünn eingewachst. Nach der Bearbeitung wird die Revisionsklappe wieder aufgeschraubt.

Sollte später einmal zu Reparatur- oder Reinigungszwecken das Abflusssystem zugänglich gemacht werden müssen, läßt sich der Schaum in diesem Bereich mit einem Messer leicht herausschneiden oder sogar mit bloßen Händen entfernen.

Neben der Schalldämmung bietet das Unterschäumen von Badewannen den Nebeneffekt, daß die gute Wärmeisolierung das Badewasser länger warmhält, was besonders bei mangelhaft isolierten Bädern, die zum Beispiel über Tordurchfahrten liegen, wirkungsvoll ist.

Korrosionsschutz von Hohlprofilen

Stahlprofile und Stützsäulen werden durch Ausschäumen mit ISOVOSS®-HHR-Schaum zuverlässig gegen Hohlraumkorrosionen geschützt. Die Profile werden mit einem 10-mm- ϕ -Bohrer zunächst unten angebohrt und erhalten am oberen Ende eine Enlüftungsbohrung. Das auszuschäumende Hohlraumvolumen wird überschlägig ermittelt. Bei der Berechnung des Schaumbedarfs ist zu berücksichtigen, daß in engen Hohlräumen eine erhebliche Verdichtung des Schaumes erfolgen kann, so daß zum Beispiel ein Zuschlag von etwa 200 Prozent bei einem Querschnitt von 30 x 30 Millimeter einkalkuliert werden muß. Der Verdichtungsgrad ist auch von der Steighöhe abhängig, die 150 cm nicht überschreiten sollte. Am besten wird bei einem größeren Ausschäumprojekt der wahre Schaumbedarf experimentell ermittelt. Die erreichte Steighöhe ist von außen durch die fühlbare Erwärmung des Profils ertastbar. Außerdem läßt sich durch Abklopfen ebenfalls Aufschluß über die Füllhöhe gewinnen. Wenige Zentimeter darüber wird dann eine zweite Füllbohrung eingebracht und eine neue Schaumflasche injiziert. Nach diesem Verfahren wird bis zur vollständigen Füllung des Profils weiter gearbeitet. Die Bohrlöcher werden mit Kunststoff-Stopfen verschlossen, lassen sich aber auch nach leichter Vertiefung des Loches mit Hilfe eines Rundholzes mit Polyesterspachtel plombieren.

Isolierung von freistehenden Industrie-Öltanks

Frostempfindliche Flüssigkeiten oder auch bei Kälte stark eindickende Substanzen wie Heizöl verlangen bei Lagerung in Freitanks nach einer guten Isolierung. Oft ist es auch wichtig, übermäßige Erwärmung auszuschließen. ISOVOSS®-Schüttelschaum erlaubt eine solche Isolierung auch nachträglich, wie die Praxis bewiesen hat. Ein Industrietank mit 4,5 Meter Höhe und 2,5 Meter Durchmesser wurde im Abstand von fünf Zentimetern mit einem Blechmantel umgeben. Dieser wurde etwa drei Zentimeter über dem abgedichteten unteren Rand insgesamt sechsmal mit einem Bohrer angebohrt und durch diese gleichmäßig über den Umfang verteilten Bohrungen aus 1,2 kg ISOVOSS®-Schüttelflaschen FR-Schaum eingespritzt.



Wärmeisolierter Industrietank

Die Tankwand wurde im Abstand von drei Zentimetern außen mit einem Mantel aus Zinkblech umgeben. Die Ausschäumung des Zwischenraumes wurde vom unteren Rand her vorgenommen. Es wurden jeweils sechs Öffnungen in den Umfang gebohrt, durch die ISOVOSS®-Schaum eingespritzt wurde. Für diesen Tank mit 2,50 Metern Durchmesser und 4,50 Metern Höhe wurden 30 Packungen à 1,2 Kilogramm ISOVOSS®-Schaum benötigt.

Die Steighöhe wurde leicht durch Abtasten entlang der erwärmten Zone ermittelt und eine neue Lochreihe gebohrt, durch die weiterer Schaum injiziert wurde. Der Abstand zur ersten und zu jeder folgenden Bohrreihe betrug jeweils etwa 90 Zentimeter. Insgesamt waren 30 Bohrungen zum Einschäumen notwendig. Der Schaumverbrauch betrug 30 x 1,2 kg Schüttelflaschen gleich 36 Kilogramm. Durch das Schüttelsystem war diese Isolierung schnell und erfolgsicher zu bewältigen.

Nachträgliche Kernisolierung von zweischaligem Mauerwerk zur Heizkostensenkung

Wenn es draußen stürmt, nieselt oder gar schneit, greift mancher zum Regulierventil der Heizkörper oder stellt den Thermostat der Zentralheizung höher, damit sich wohlige Wärme in der Wohnung verbreitet. Angesichts der sprunghaft gestiegenen Energiekosten und der unliebsamen Erinnerung an die sogenannte Energiekrise fällt vielen allerdings das Aufdrehen der Heizung nicht mehr so leicht. Zuweilen muß man aber auch feststellen, daß selbst stärkeres Einheizen die gewünschte Behaglichkeit nicht entstehen läßt. Es scheint, als krieche die Kälte von außen in den Raum. Besonders in der Nähe der Außenwände macht sich eine unangenehme Kühle bemerkbar. Geht man dem Übel auf den Grund, so ist die Ursache des unterkühlten Raumklimas meist schnell gefunden. Die Außenwände des Hauses und insbesondere die der Wetterseite zugewandten Wände fühlen sich unfreundlich kühl oder gar kalt an. Eine

unzureichende Isolierung der Hauswände läßt die Wärme wie Wasser aus einem Sieb entrinnen. Die Folgen: man fühlt sich unbehaglich, außerdem reißt die durch mangelhaft isolierte Wände entweichende Wärme ein Loch in das ohnehin von Teuerungen strapazierte Portemonnaie.

Bisher war es üblich, zur Verbesserung des Wärmeschutzes entweder zwischen Außenmauerwerk und einer vorgesetzten neuen Fassadenverkleidung eine zusätzliche Isolierschicht vorzusehen oder die Wände von innen mit Schaumplatten zu isolieren. Eine nachträgliche Außenisolierung ist zwar wirksam aber auch teuer und kaum in Eigenhilfe durchzuführen. Eine Innenisolierung ist dagegen zwar im Do-it-yourself-Verfahren möglich, kostet aber, wenn sie wirklich wirksam sein soll, ringsum etliche Zentimeter Raum. Außerdem erfordert sie eine druckfeste Abdeckung mittels Gipskartonplatten oder Paneelen, d. h. einen relativ großen Arbeitsaufwand und nicht unerhebliche Kosten.

Eine kostengünstige und raumsparende Isoliermethode, die auch leicht in Eigenhilfe angewendet werden kann, ist das Ausschäumen der Hohl-schicht zwischen Verblender und tragendem Mauerwerk.



Kontrollausschäumung an einer „durchsichtigen Wand“

Im Rahmen der Vorversuche für die Ausschäumung von doppelschaligem Mauerwerk sollte untersucht werden, ob sich die einzelnen Schaumansätze untereinander nahtlos verbinden und ob sie in der Lage sind, auch wirklich alle Hohlräume aufzufüllen. Das Experiment ergab, daß tatsächlich eine lückenlose und nahtlose Ausschäumung des doppelschaligen Mauerwerks erreicht wird.

Bekanntlich ist Luft ein guter Isolator gegen Wärmeverluste, doch lassen sich ihre Isoliereigenschaften noch erheblich verbessern, wenn Wärmeströmung (Konvektion) und Wärmestrahlung unterbunden werden. Dies kann durch Portionierung und Einkapselung der Luft in zahllosen winzigen Schaumzellen erreicht werden. Im modernen Hochbau werden deshalb zwischen tragendem Mauerwerk und Verblendmauerwerk Hart-schaumplatten eingebaut.

Bei bereits bestehenden Häusern läßt sich Plattenmaterial allerdings zur nachträglichen Isolationsverbesserung nicht mehr einbringen. Für diesen Zweck ist der flüssig in den Hohlraum einzuspritzende ISOVOSS®-FH-Schüttelschaum ideal. Er steigert den Wärmedurchgangswiderstand einer Wand aus 12 Zentimeter starken Klinker-Verblendern und 24 Zentimeter starkem Massivmauerwerk beim Ausschäumen des dazwischenliegenden fünf Zentimeter starken Luftpolsters auf das 2,6fache.

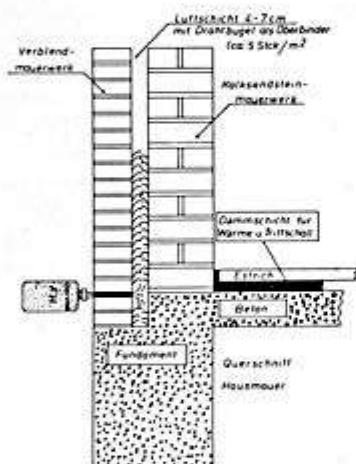
Zum Ausschäumen des Luftspaltes muß das Verblendmauerwerk feldweise in waagerechter und senkrechter Richtung im Abstand von etwa einem Meter mit einem 16 Millimeter Widia-Bohrer angebohrt werden. Die Bohrungen werden jeweils dort angesetzt, wo sich die Mauerfugen in Form eines „T“ kreuzen. Dort dringt der Bohrer mühelos ein. Zusätzlich wird an der höchsten Stelle der Wand jeweils ein Mauerstein des Verblendmauerwerkes herausgenommen, was durch Aufbohren der Mörtelfuge leicht zu erreichen ist. Diese Öffnung verhindert eine zu starke Verdichtung des Schaumes und erlaubt zudem bei Beendigung des Ausschäumvorganges die Kontrolle der vollständigen Füllung des Spaltes. Zum Schluß müssen die Bohrlöcher wieder mit Zementmörtel verschlossen und die herausgenommenen Steine ebenfalls mit Mörtel wieder eingesetzt werden. Der Schaum füllt den Hohlraum vollständig und dringt auch in feine Spalten und Ritzen ein. So werden auch Wärmelecks wie Undichtigkeiten bei Anschlüssen zwischen Holzfenstern und Mauerwerk zuverlässig verschlossen und abdichtet. Im Luftspalt zwischen beiden Mauern breitet sich der minutenschnell aushärtende Schaum gleichmäßig aus und bildet in der Kontaktzone mit dem kühleren Mauerwerk eine lackdicke Haut, die fest an der Steinoberfläche haftet. Der Schaum verdichtet sich in einem engeren Spalt etwas stärker als in einem weiten und erreicht dabei ein Raumgewicht zwischen 20 und 24 kg/m³.

ISOVOSS®-FH-Schaum ist so eingestellt, daß bei der Expansion im Spalt nur geringer Druck entsteht und Mauerschäden durch übermäßigen Druck vermieden werden. Der auf Polyurethanbasis aufgebaute Schaum ist chemisch neutral und spaltet bei der Härtung keine schädlichen Stoffe wie Wasser oder Säuren ab. Er kann bei Temperaturen zwischen + 5 und + 30 °C verarbeitet werden. Liegt die Verarbeitungstemperatur unter 15 °C, empfiehlt es sich, die Schaumkomponenten bis zu ihrer endgültigen Verarbeitung bei Raumtemperatur zu lagern.

Die Wirksamkeit der Ausschäummethode wurde in einem Langzeit-Test an einem vor acht Jahren errichteten und sofort ausgeschäumten Bungalow geprüft. Entnommene Schaumproben bewiesen eine noch heute einwandfreie Schaumqualität und volles Isoliervermögen.

Die Kosten für eine nachträgliche Wärmeisolierung mit FH-Schaum

Die Kosten für das Isoliermaterial machen sich in etwa fünf Jahren bezahlt. Bei einem Spitzgiebelhaus mit einer Grundfläche von 8 x 10 m, einer seitlichen Wandhöhe von 2,80 m sowie einer Giebelhöhe von 6,50 m ergab sich zum Beispiel eine Gesamt-Wandfläche von 133 m². Hiervon waren rund 13 m² für Fenster und Türen abzuziehen. Bei einer Luftspaltstärke von 4 cm bedeutet dies einen Verbrauch von insgesamt 120 Flaschen ISOVOSS®-FH-Schüttelschaum. Dabei ergibt sich ein Quadratmeterpreis von etwa DM 20,- bei Ausführung der Isolierung in Eigenhilfe.



Ausschäumung eines doppelschaligen Mauerwerks

Die Skizze zeigt die Anordnung der wärmedämmenden FH-Schaumschicht zwischen Verblender und tragendem Mauerwerk. Die Wärmedämmung der Wand kann damit auf das Fünffache des ursprünglichen Dämmwertes verbessert werden. Als zusätzliche Maßnahme wird der Verblender mit AQUOVOSS®-Siliconharzlösung imprägniert.

Geht man bei einem freistehenden Einfamilienhaus dieser Größe und einer Wohnfläche von ca. 160 m² aus, so ist bei Ölheizung zur Zeit mit einem durchschnittlichen Heizkostenaufwand von etwa 1600,- DM jährlich zu rechnen. Bei einer 20prozentigen Heizkosteneinsparung durch Ausschäumen des Mauerspalttes amortisiert sich die ISOVOSS®-Isolierung unter Berücksichtigung der steuerlichen Abschreibung innerhalb von etwa fünf Jahren. Bei der leider nicht auszuschließenden weiterhin progressiven Heizkostenentwicklung bei allen Energiearten (Öl, Kohle, Gas und Strom) macht sich die Isolierung sogar noch eher bezahlt. Neben der effektiven Heizkostensparnis bietet das Verfahren zusätzlich einen gesteigerten Wohnkomfort, da besser isolierte Wände die im Raum erzeugte Wärme nicht abziehen, so daß die Temperatur der Innenwände nun deutlich



Bohrschema zur Ausschäumung eines doppelschaligen Einfamilienhauses mit ISOVOSS®-FH-Schaum

Die Fotomontage hält fest, an welchen Punkten die Bohrungen mit 16 Millimeter Durchmesser zum Einbringen des Schüttelschaumes gesetzt werden müssen. Der Abstand der Bohrungen in der Höhe hängt ab von der Hohlwandstärke. Bei sechs Zentimetern Schichtdicke muß der senkrechte Abstand etwa einen Meter betragen. Der waagerechte Abstand der Bohrungen untereinander beträgt jeweils einen Meter. Dieses Maß wird nicht verändert.

höher liegt. Somit steigt – wie die Fachleute sich ausdrücken – der Behaglichkeitsfaktor. Sparen muß also nicht unbedingt Verzicht auf Wohnkomfort bedeuten. Die ISOVOSS®-Methode erlaubt eine Senkung der Heizkosten bei zugleich gesteigertem Wohnkomfort.

Zusätzliche Maßnahmen zur Heizkosten-Minderung

Um die Wirksamkeit der Luftspaltausschäumung auf Dauer zu garantieren, sollte die gesamte Fassadenfläche – zumindest aber die Wetterseite mit AQUOVOSS®-Silikonimprägnierung (siehe Seite 178) versehen werden, die das Eindringen von Wasser in das Verblendmauerwerk verhindert. Auf diese Weise wird die ursprüngliche Aufgabe der Luftschicht, nämlich eine Durchfeuchtung der Wand bei starkem Feuchtigkeiteinfluß von außen zu vermeiden, von der Fassadenimprägnierung übernommen. Diese verhindert sowohl eine Durchfeuchtung von Schaum und Innenwand als auch des Verblendwerkes. Da trockene Steine eine höhere Wärmedämmung aufweisen als feuchte, wird zusätzlich eine Verbesserung des Dämmwertes der Mauer selbst erreicht. Die Imprägnierung der Außenwand verhindert das Eindringen von Wasser in flüssiger Form, läßt aber die bei Bauwerken unerläßliche Wasserdampf-Diffusion praktisch ungehindert zu.

So werden Schwitzwasser- und Frostschäden verhindert. Auch der Schaum läßt die natürliche Feuchtigkeitsregulierung der Wand in vollem Maße zu. Seine weitgehend offenen Zellen erlauben es ihm, etwaige von außen oder auch innen aufgenommene Feuchtigkeit wieder abzugeben.

Die Praxis der Hohlwandausschäumung

Ermittlung des Schaumbedarfs

Zum Injizieren des Schaumes sind 16-mm-Bohrungen erforderlich. Sie werden möglichst in die Fugen mit einem Widia-Bohrer und einer normalen Schlagbohrmaschine eingebracht.

Zunächst setzt man drei Bohrungen an verschiedenen Teilen der Wandaußenseite und mißt mit einem Draht, der am Ende wie ein Dietrich kurz umgebogen wurde, die Spaltbreite. Einmal wird der Draht so weit in die Wand geführt, bis er am Innenmauerwerk anstößt. Dann zieht man ihn heraus bis er an der Innenseite des Außenmauerwerks hängen bleibt. Zieht man beide Längen voneinander ab, so hat man die Luftspaltbreite. Man legt den Mittelwert aus drei Messungen an verschiedenen Wandstellen der Schaumbedarfsermittlung zugrunde. Hat man die Spaltdicke festgestellt, so wird die Größe der Wandaußenfläche ermittelt. Davon sind die Fenster- und Türflächen abzuziehen, um die Nettofläche der Wand zu ermitteln. Mit Hilfe der folgenden Tabelle wird der Schaumbedarf errechnet.

1.	2.	3.	4.	5.
Mittlere Spaltstärke	Netto-Wandfläche m ² A	FH-1200-Flaschen je m ² Wandfläche Packungen/m ² B	Zahl der benötigten FH-1200-Packungen St. Pos.: A x B	Bohrlochabstand waager./ senkr.
4 cm	m ²	0,80-Packg./m ²	Pckg.	1 m / 1,40 m
5 cm	m ²	0,85-Packg./m ²	Pckg.	1 m / 1,20 m
6 cm	m ²	1,00-Packg./m ²	Pckg.	1 m / 1,00 m
7 cm	m ²	1,20-Packg./m ²	Pckg.	1 m / 0,82 m
8 cm	m ²	1,35-Packg./m ²	Pckg.	1 m / 0,75 m

Hier ein Rechenbeispiel für eine Luftschichtstärke von 5 cm:
Die Netto-Wandfläche soll 32 m² betragen und wird in die Tabellenspalte 2 eingefügt.

Dann wird der Zahlenwert der Pos. A mit dem vorgedruckten Zahlenwert der Pos. B malgenommen. Das Ergebnis wird unter Spalte 4 eingetragen.

$$\begin{array}{l} \text{Pos. A} \times \text{Pos. B} \quad \quad \quad = \text{Spalte 4} \\ 32 \text{ m}^2 \times 0,85 \text{ Packungen/m}^2 = 27,2, \text{ also } 28 \text{ Packungen FH 1200} \end{array}$$

Der Bohrlochabstand waagerecht beträgt immer 1 m. Der Bohrlochabstand senkrecht wird für 5 cm Spaltdicke mit 1,20 m abgelesen.

Die mittlere Flaschenzahl muß bei niedrigen Temperaturen und bei Wänden mit rauen Luftspaltflächen (Mörtelüberständen) gegebenenfalls um 5 bis 10 Prozent erhöht werden. Entsprechend reduziert man dann auch den Bohrlochabstand um 5 bis 10 Prozent.

Arbeitsablauf:

- 16 mm ϕ Füllöffnungen möglichst etwa 20 cm über dem tiefsten Punkt an der Wand bohren.
- Schaumflüssigkeit auf die Mindesttemperatur von 18 °C – besser 20 °C bis 22 °C – bringen. Der Schaum darf aber nicht wärmer als 23 °C sein!
- In der Packung liegende Handschuhe anziehen, Schutzbrille aufsetzen. Die Plastikflasche in den beiliegenden Polybeutel stecken, Spritztülle bereitlegen.

4. Die Blechflasche mit der A-Komponente gründlich schütteln, um ruckhaftes Ausschäumen zu vermeiden. **Achtung:** Die Blechflasche vorsichtig öffnen, da der Inhalt unter leichtem Überdruck stehen kann.
5. Blechdose und Plastikflasche aufschrauben (Polystopfen mit Zange abheben).
6. Inhalt der Blechdose (A-Komponente) in die Schüttelflasche mit der B-Komponente gießen.
7. Spritztülle auf die Plastikflasche schrauben und mit dem Daumen (im Handschuh) zuhalten.
8. Siebenmal kräftig schütteln. Dann vorsichtig den Daumen anlüften und dadurch Druck ablassen. Dabei können einige Schaumtröpfchen austreten, also zum Entlüften die Flasche vom Körper weghalten. Flasche siebenmal heftig schütteln. Diesen Vorgang noch ein drittes Mal wiederholen.
9. Spritztülle auf die erste Einspritzöffnung des Hohlraumes setzen und den Schaum einspritzen lassen. Kurz vor Beendigung des Austritts also nach etwa einer Minute, die Flasche durch Zusammendrücken ganz entleeren. Der Schaum verteilt sich dann im Hohlraum und verläuft besser.
10. Die Flasche wird solange gegen das Bohrloch gehalten, bis der Schaum hart ist. Das dauert ca. drei Minuten. Dann biegt man die Flasche nach unten, damit der Schaum im Bohrloch abbricht. Falls man waagrecht abzieht, bleibt der Schaumdorn aus dem Bohrloch an der Flasche haften.
11. Nach ca. vier Minuten kann die nächste Flasche injiziert werden. Der alte und der neue Schaum verbinden sich fehlerfrei.
12. Gesamte Hohlräume nach diesem Rezept partienweise ausschäumen.
13. Die Einfüllbohrungen werden zum Schluß in ihrem äußeren Bereich von Schaum gereinigt und mit Fugenmörtel verfüllt. Ebenso werden eventuell herausgenommene Steine wieder eingesetzt.

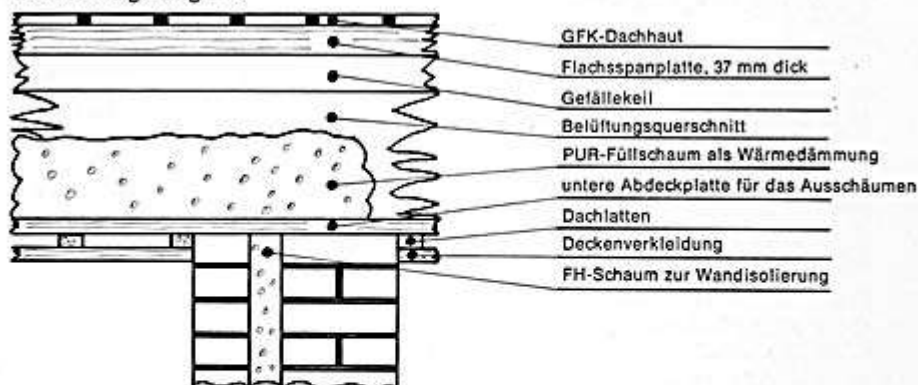
ISOVOSS®-FH-Hohlwandschaum – Daten und Eigenschaften

Zahl der Komponenten	2
Mischungsverhältnis A : B (Gewicht)	1 : 1
Ruhezeit nach dem Vermischen	23 Sekunden
Gefüge	offenzellig
Raumgewicht, freigeschäumt	12–14 kg/m ³
Raumgewicht bei 7 cm Spaltbreite	18–22 kg/m ³
Steigzeit	115 Sekunden

Klebfrei nach	5 Minuten
Wärmeleitfähigkeit	$0,035 \frac{\text{Kcal}}{\text{m} \times \text{h} \times \text{°C}}$
Wärmestandfestigkeit	dauernd +100 °C kurzfristig + 180 °C
Zersetzungstemperatur	+ 250 °C
Haftfestigkeit	auf Metall und anorganischen Werkstoffen (z. B. Stein): gut bis sehr gut
Fäulnisbeständigkeit	beständig
Chemische Beständigkeit	Weitgehend beständig gegenüber allen gebräuchlichen Chemikalien
Lichtbeständigkeit	allmähliche Braunfärbung mit geringer Versprödung an der Oberfläche
Verhalten gegen Schädlinge	kein bevorzugtes Medium für Nagetiere und Termiten

Polyurethanschaum zur Dachisolierung

Der Einsatz von PUR-Gießschaum bei der Konstruktion von Dachisolierungen bietet gegenüber der Verwendung von Plattenware den Vorteil einer lückenlosen Dämmschicht, da der flüssige Schaum in jede kleinste Ritze dringt und selbsttätig mit allen Kontaktflächen – also sowohl an den Dachbalken als auch an der Verblendung der Balken – eine Klebverbindung eingeht.



Polyurethanschaum zur Wärmedämmung im zweischaligen Dach

Mit Polyurethan-Füllschaum kann eine lückenlose Wärmedämmung beim Bau zweischaliger Dächer erreicht werden. Der Schaum schließt sich nahtlos an die Dachbalken an. Die Skizze zeigt außerdem eine GFK-Beschichtung als Regenhaut, die auf Spanplatten verlegt ist.

Auf die Balken werden eine Leiste zur Gefälleregulierung und eine 37 Millimeter starke Flachspanplatte aufgenagelt, als Träger für die abschließende Polyester-Glasseide-Beschichtung. Den Aufbau eines solchen vollisolierten Flachdaches zeigt die Detailansicht auf S. 171.

Bei einem Bungalow hat sich folgende Konstruktion bewährt. Die Unterseiten der Balken werden mit Spanplatten oder Paneelbrettern fugendicht verkleidet. Die Felder zwischen den Balken werden nun mit FR-Rührschaum sechs bis acht Zentimeter hoch beschäumt. Der flüssige Schaumansatz wird hierzu flächig aufgegossen. Wenn der Schaum auf-



Wärmeisolierung eines zweischaligen Daches mit Polyurethanschaum

Für diese Arbeit wurde der Füllschaum FR mit einem Raumgewicht von 12 bis 14 kg/m³ gewählt. Ein Ansatz bestand jeweils aus einem Kilogramm Komponente A und einem Kilogramm Komponente B. Die Flüssigkeiten wurden gut miteinander vermischt und dann auf der unteren Platte ausgegossen. Um nach oben hin eine glatte Kontur für die luftführende Schicht zwischen den Dachbalken zu erzeugen, wurde eine folienumhüllte Platte als Wanderschalung benutzt. Diese Schalung begrenzt die Steighöhe des Schaumes und leitet überschüssiges Material in das nächste Feld.

steigt, wird ein mit Polyfolie überzogenes Brett in Feldbreite aufgelegt, das den Schaum zur gleichmäßigen flächigen Ausbreitung zwingt. Dieses Brett schwimmt gleichsam auf dem expandierenden Schaum und kann durch einige Zwingen, die an die Balken angeklemt werden, in der Steighöhe begrenzt werden, so daß eine gleichmäßige Oberfläche und überall die gleiche Schaumdicke erreicht wird. Nach Aufschäumen dieser Grundisolierung bleibt zwischen Schaumoberfläche und Balkenoberkante eine Belüftungszone.

Oberflächen-Isolierung eines Hallendaches mit PUR-Spritzschaum

Im Zeichen der hohen Ennergiekosten ist auch die Wärmeisolierung von Hallenflachdächern mit Eternit- und anderen Eindeckungen interessant geworden. Für eine großflächige Isolierung empfiehlt sich die Spritzbeschäumung in zwei Schichten. Hierbei kommen spezielle Dachschaüme auf PUR-Basis zum Einsatz, wie die in der Schaum-Übersicht auf Seite 147 aufgeführten Typen H 105 und H 106. Diese Systeme sind nach DIN 4102 widerstandsfähig gegen Flugfeuer und strahlende Wärme.



Fugenlose Dämmung und Abdichtung von Dächern mit Polyurethan-Spritzschaum

Das Verfahren ist sowohl für Neubauten als auch zur Sanierung anwendbar. Eine Zwei-Komponenten-Spritzmaschine gestattet es, den Schaum mit nur vier Sekunden Ruhezeit exakt zu dosieren und zu vermischen. Es werden zwei verschiedene Hartschaumsysteme aufgespritzt. Die untere Schicht besitzt ein Raumgewicht von etwa 50 kg/m^3 und wird in 3,5 cm Dicke aufgetragen. Die obere Isolierschicht ist ca. 1,5 cm dick und besitzt ein Raumgewicht von 95 kg/m^3 . Zusätzlich wird noch ein Ein-Komponenten-PUR-Lack aufgerollt, der den Schaum vor Versprödung und Oxydation durch die UV-Strahlung schützt.

Die Verarbeitung erfolgt im Spritzverfahren, wozu allerdings die Anschaffung einer mindestens DM 20 000 teuren, transportablen Schaummaschine notwendig ist. Die erste Schicht wird mit einer leichteren, ca. 50 kg/m^3 -Schaum in einem Arbeitsgang 3,5 Zentimeter dick aufgespritzt. Um eine gleichmäßige Oberfläche zu erreichen, bedarf es eines routinieren Maschinenführers. Auf die erste Isolierschicht wird eine etwa 1,5 Zentimeter starke Schutzschicht mit einem höheren Raumgewicht von ca. 95 kg/m^3 aufgebracht. Die Oberfläche erhält zum Schutz gegen Versprödung und Oxydation infolge UV-Belastung zum Schluß eine Ein-Komponenten-PUR-Beschichtungsmasse mit Alu-Pigmentierung, die zudem durch Reflektion eine übermäßige Aufheizung der Schaumoberfläche bei Sonneneinstrahlung verhindert.

Epoxidharze

Diese Harzgruppe wird mit den wechselnden Wetterbedingungen bei Außenarbeiten zweifellos am besten fertig, hat ein sehr gutes Haftvermögen, ist gegen Feuchtigkeit unempfindlicher als Polyurethanharze und gegen alkalische Medien von allen genannten Werkstoffen am besten beständig.

Den Polyurethanen ähnlich verbinden sich die Epoxidharze (EP-Harze) und Härter nach dem Kupplungs-Stecker-Prinzip zu einem festen Stoff. Die Möglichkeit, Harze mit verschiedenen Härttern zu kombinieren und dadurch Fertigprodukte mit unterschiedlichen Eigenschaften zu schaffen, deutet auf eine Vielfalt dieser Produktgruppe.

So ergeben drei Harze und drei Härter bereits neun mögliche Variationen. Darüber hinaus gibt es auch Lösungsmittelhaltige und lösungsmittelfreie Systeme. Alle Systeme können außerdem noch in reiner Form oder mit wechselndem Füllstoffgehalt und unterschiedlichen Zusatzstoffen modifiziert werden. Unter den Zusatzstoffen sind die festigkeitsgebenden Glasfasern bekannt. Wie mit den Polyestern werden auch Epoxidharzlaminate als Fertigteil und als Beschichtung hergestellt.

Bereits die ungefüllten Systeme haben nur einen Volumenschumpf von 1,5 bis 2 Prozent. Da sich dieser Schumpf noch in der flüssigen Phase vollzieht, kommt es im gehärteten Produkt zu keinerlei Vorspannung. Daraus resultiert die gute Haftfestigkeit dieser Harzgruppe sowohl auf einem Beschichtungsuntergrund wie auch an der Glasfaserverstärkung.

Die Härtung von Zwei-Komponenten-Epoxidharzen

Da der Härter bei den Epoxiden die Funktion eines Kettengliedes hat, muß er in seiner Dosierung genau auf die Harzmenge bemessen werden. Die von den Herstellern angegebenen Mischungsverhältnisse sind deshalb genau einzuhalten. Sie beziehen sich auf die reinen Flüssigkeiten und werden durch eine Füllstoffzugabe nicht beeinflusst.

Die üblichen Mischungsverhältnisse liegen zwischen 100 : 50 und 100 : 10 Gewichtsteile Harz : Härter.

Als Härter für die Epoxidharze werden unterschieden u. a. Härter auf Aminbasis und auf der Basis von Polyisocyanaten.

Polyamin- und polyamidoamingehärtete Epoxidharze besitzen meistens die bereits genannte sehr gute Beständigkeit gegen Alkalien. Polyisocyanat-Härter ergeben eine gute Säure- und sehr gute Lösungsmittelbeständigkeit.

Neben den verschiedenen Endeigenschaften werden über die Wahl des Härters oder einer Härterkombination auch die Verarbeitungszeiten beeinflusst.

Achtung: Die Dämpfe von allen Härtern sind gesundheitsschädlich. Es wird auf die Merkblätter der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie verwiesen.

Die Einsatzformen und Anwendungsgebiete von Epoxidharzen im Bauwesen

EP-Harze werden als reine Flüssigkeiten vorzugsweise als Kleber, Haftgrund und Anstrichmittel eingesetzt.

Wegen der hervorragenden Haftung ist diese Werkstoffgruppe als Klebharze jedermann bekannt. Sie sind als Zwei-Komponenten-Kleber, zum Teil in Tuben abgefüllt, auf dem Markt.

Als Anstrichmittel haben EP-Harze einen festen Platz als Beton- und Bauenschutzmittel. Sie bieten erfolgreich Schutz vor Chemikalien, Industrieatmosphäre, Feuchtigkeit und Abrieb. Lösungsmittelfreie EP-Harz-Anstriche werden auch als physiologisch unbedenkliche Auskleidungen in Lebensmittelbehältern eingesetzt. Die gute Klebwirkung wird als Haftbrücke zu nachfolgenden Beschichtungen genauso genutzt wie zur Bindung an eine frisch aufgetragene Betonschicht.

In leicht gefüllter Form fungieren Epoxidharze als selbstverlaufende Estrich- und Vergußmassen. So können zum Beispiel falsches Gefälle in Abwasserrohrabschnitten durch solche Massen ohne Freilegen der Leitung beseitigt werden. Als hochgefüllte Massen ergeben sie hochstrapazierfähige Beton-Schutzbeschichtungen oder Füllmassen für Maschinenanker. Zu der Gruppe der gefüllten Einstellungen gehören auch die Epoxidharz-Teerkombinationen für den Anstrichmittelsektor.

Es wurden nur einige Einsatzgebiete ohne die Harz-Härter-Bezeichnungen genannt. Das hat seinen Grund in der Vielfalt der Kombinationen, die bereits bei wechselnden Temperaturverhältnissen in Anspruch genommen werden.

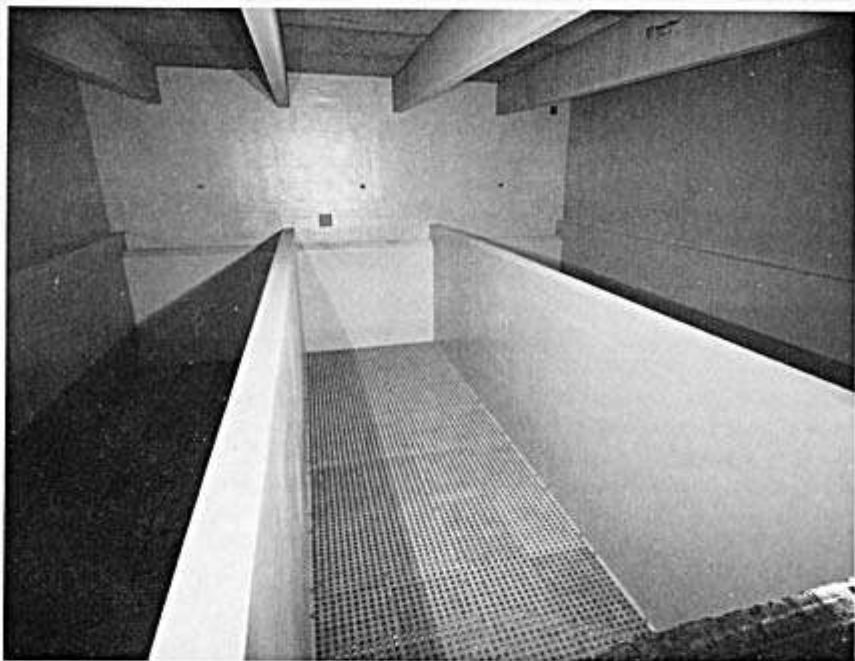
Als physiologisch unbedenkliches System für die Auskleidung von Lebensmittelbehältern kann VEP 75/8 verwendet werden. Bei 20 °C hat es eine Topfzeit von 45 Minuten. Das Harz wird im Verhältnis 4 : 1 Gewichtsteile mit Härter vermischt. Das System kann zwischen +10 °C und +25 °C verarbeitet werden. Die volle Aushärtung hat es bei Raumtemperatur nach sieben Tagen erreicht.

Verarbeitung von Epoxidharzen

Je nach Formulierung werden Pinsel, Rollen und Bürsten für Anstrich- und Haftmittel, Zahnspachtel und Raketel für selbstverlaufende Estriche, Kellen und Harken für hochgefüllte Systeme verwendet. Die maschinelle Verarbeitung der Zwei-Komponenten-Einstellung erfordert entsprechende Maschinen, die eine Zwangsmischung und sehr genaue Dosierung gestatten.

Reinigung

Arbeitsgeräte und verschmutzte Hautpartien sollen unbedingt vor der Erhärtung mit warmem Wasser und Seife gesäubert werden. Nach der Härtung helfen nur noch aggressive Lösungsmittel, wie z. B. Chlorkohlenwasserstoffe (z. B. Methylenchlorid). Bei der Verarbeitung der Epoxide ist daher stets Schutzkleidung zu tragen. Es sei noch einmal auf die Gesundheitsschädlichkeit der Härter verwiesen, die in geschlossenen Räumen Schutzmasken und eine Zwangsentlüftung erfordern.



Epoxidharz-beschichtetes Wasserbecken

Das Bild zeigt ein Wasserreservoir innerhalb eines Wasserwerks. Ausgekleidet ist dieses Becken mit einem lösungsmittelfreien, physiologisch unbedenklichen Epoxidharz (Werkfoto Schering AG, Bergkamen).

Silikonharze für den Baueinsatz

Als weitere Kunststoffgruppe sind im Bauwesen Silikone von Bedeutung. Sie kommen in drei verschiedenen Formen zum Einsatz.

- als Harzlösung zum Imprägnieren von Fassaden (Hydrophobierung),
- als Ein-Komponenten-Fugenmasse zum Verschließen von Anschluß- und Sanitär-fugen,
- als Zwei-Komponenten-Silikonkautschuk zum Abformen von komplizierten Formteilen, für Abgüsse aus Polyesterharz und anderen Werkstoffen.

Silikon-Harzlösung als wasserabweisende Imprägnierung

Dem Bautenschutz kommt wegen der in vielen Industriegegenden verunreinigten Atmosphäre und den wachsenden Energiekosten eine erhöhte Bedeutung zu. Im Regenwasser gelöste Abgasbestandteile dringen in die bewitterten Schichten von Gebäuden und Denkmälern ein und verursachen dort auf chemischem Wege Zerstörungen in einem solchen Maße, daß die Renovierungskosten immer höher und die Renovierungsintervalle immer kürzer werden. Ein Paradebeispiel für diese Probleme ist der Kölner Dom, dessen Sanierung mit dem fortschreitenden Verfall nicht mehr Schritt halten kann. Eine Sanierung mit herkömmlichen Mitteln und einem vertretbaren Aufwand an Zeit und Geld war kaum noch möglich. Nach Ansicht von Fachleuten ist es möglich, den Verfall des Sandsteines durch eine Silikonharzbehandlung für einen Zeitraum von etwa 20 Jahren zu stoppen oder zumindest erheblich zu verlangsamen.

Verbesserte Wärmedämmung

Im Bereich der Wohnbauten ist neben der chemischen Korrosion an Fassaden die Durchfeuchtung und die mit ihr einhergehende, verschlechterte Wärmedämmung als Hauptgrund für die Anwendung von Silikon-Imprägnierungen zu nennen. Bekanntlich ist die Wärmedämmung eines feuchten Steines gegenüber einem trockenen erheblich schlechter. Dieser Gesichtspunkt ist vor dem Hintergrund der Energiekostenexplosion in letzter Zeit immer bedeutsamer geworden. Bei einem Feuchtigkeitsgehalt von 20 Volumenprozent gibt eine nasse Ziegelwand die 2,7fache Wärmemenge im Vergleich zu einer trockenen Wand ab. Dieser Wert verdeutlicht die mögliche Energieeinsparung durch eine Wandimprägnierung.

Ein geeignetes Produkt zur Trockenlegung und Trockenhaltung von Fassaden ist AQUOVOSS®, eine Lösung von Silikonharz in aromatischen Kohlenwasserstoffen. Es besitzt eine hohe Wärme-, Kälte-, UV- und Chemikalienbeständigkeit und wird verarbeitungsfertig angeliefert. Es ver-

leiht dem Bauwerk sofort wasserabstoßende Eigenschaften. Als Imprägnierung läßt AQUOVOSS® Wasserdampf weiter ungehindert durch die behandelte Wand passieren und neigt außerdem dank dieser Durchlässigkeit nicht zum Abplatzen, wie zum Beispiel dampfsperrende Lacke.

Die Wirkungsweise von AQUOVOSS®

Das eingesetzte Silikonharz ist von seinem Aufbau her mit Quarz verwandt. Anstelle von einigen Siliziumatomen sind organische Bausteine (Methylgruppen CH₃-) in das Netzwerk eingebaut. Hieraus erklären sich zwei wichtige Eigenschaften. Die verbleibenden Siliziumatome sorgen für eine gute Verträglichkeit des Harzes mit mineralischen Baustoffen, während die Methylgruppen sich beim Auftragen zur Außenseite orientieren und den gewünschten wasserabweisenden Effekt herbeiführen. Von großer Wichtigkeit ist nach der Harzbasis die Lösungsmittelkombination. Sie hat die Aufgabe, die Harzmoleküle möglichst tief in die poröse Steinstruktur einzuschleusen und in den Poren vollflächig zu verteilen, sofern dem Mauerwerk für die Imprägnierung genügend Harz angeboten wird.



Fassadenimprägnierung mit Silikonharzlösung AQUOVOSS®

Um die Wirkung der Silikonharz-Imprägnierung sichtbar zu machen, wurden Prüfröhrchen auf behandelten und unbehandelten Flächen angebracht und beide mit einer Prüflüssigkeit gefüllt. Während die linke, imprägnierte Wand keinerlei sichtbare Wasseraufnahme zeigt, hat sich in der nicht behandelten rechts dargestellten Wand bereits ein dunkler Feuchtigkeitsfleck gebildet.

Die chemische Entwicklung der Silikone, deren gute Eigenschaften immer bekannt waren, hat in der letzten Zeit erhebliche Fortschritte gemacht. Hatte man zunächst Silikonimprägnierungen in der Form von Wasseremulsionen eingesetzt, so werden heute weitestgehend moderne gelöste Harztypen eingesetzt, die sich durch ein erheblich verbessertes Eindringvermögen, aber auch durch eine gesteigerte UV-Stabilität und Oxydations-

		WASSERAUFNAHME g/m ² nach Stunden					
		0,5 Std.	2 Std.	7 Std.	24 Std.	48 Std.	
Gasbeton	unbehandelt	5.380 g	9.470 g	11.290 g	11.980 g	12.850 g	
	mit Silikonharz behandelt	38 g	64 g	134 g	186 g	243 g	
	Das entspricht Reduzierung der Wasseraufnahme auf:	0,71 %	0,68 %	1,19 %	1,55 %	1,89 %	
Zement-Putz (Probekörper)	unbehandelt	3.176 g	3.253 g	3.312 g	3.375 g	3.438 g	
	mit Silikonharz behandelt	31 g	36 g	63 g	99 g	108 g	
	Das entspricht Reduzierung der Wasseraufnahme auf:	0,98 %	1,11 %	1,90 %	2,93 %	3,14 %	
Kalk-Zement- Putz (Probekörper)	unbehandelt	3.977 g	4.047 g	4.098 g	4.142 g	4.193 g	
	mit Silikonharz behandelt	25 g	51 g	112 g	121 g	153 g	
	Das entspricht Reduzierung der Wasseraufnahme auf:	0,63 %	1,26 %	2,74 %	2,92 %	3,65 %	

Die Wirkung einer AQUOVOSS®-Imprägnierung

Bei einer vorschriftsmäßigen Behandlung von Bauteilen mit der Silikonharz-Imprägnierung wurden die in der Tabelle aufgeführten Verbesserungen erreicht.

beständigkeit auszeichnen. Wesentlich verbessert wurde auch die Alkalienbeständigkeit. Die klebfreie Oberfläche verhindert eine verstärkte Schmutzansammlung. Diese Harze wirken gegen die chemische Korrosion der Baustoffe und entziehen biologischen Schädlingen wie Moos, Flechten und Algen durch Trockenlegung des Untergrundes den Nährboden.

Dieser letzte Effekt wird bei einer Behandlung vermooster Dachziegel oder Klinker schnell sichtbar. Das Grün verblaßt, wird gelb und verschwindet schließlich nach völliger Austrocknung, wobei die Lösungsmittel die organische Substanz zusätzlich attackieren. Aus diesem Grunde sind bei Imprägnierarbeiten alle Pflanzen sorgfältig mit Folie abzudecken. Aber auch der physikalischen Zerstörung wird durch den Wasserentzug Einhalt geboten. Beim trockenen Werkstoff entfällt die Sprengwirkung, die bei der Umwandlung von Wasser in Eis entsteht und so große Drücke erzeugen kann, daß vor allem im Frost- und Tauwechsel ganze Gesteinsschichten abplatzen. Fachleute haben übrigens erstaunliche Druckwerte in der Größenordnung von zwei Tonnen pro Quadratzentimeter Steinfläche errechnet.

Da die modernen lösungsmittelhaltigen Silikonimprägnierungen nicht allein auf der Oberfläche der Baustoffe wirken, sondern in erster Linie in den Poren wirksam sind, bleibt ihr Schutzcharakter auch bei der im Laufe der Zeit unvermeidlichen Abtragung der unmittelbaren Oberfläche durch Schmirgelwirkung auf sehr lange Zeit voll erhalten. Experten rechnen mit einer Wirkungsdauer von über zehn Jahren. Durch die neuen Systeme ist bei einem eventuellen Nachlassen der Imprägnierwirkung jederzeit eine Nachbehandlung möglich, was die Emulsionssysteme früherer Zeit nicht erlaubten.

Das schließt auch die Möglichkeit ein, nach einer allgemeinen Grundbehandlung des Hauses, besonders kritische Stellen noch einmal nachzubehandeln. Auf diese Weise läßt sich der Werkstoff erfolgssicher und materialsparend einsetzen.

Bei der Sanierung von Bauschäden kann AQUOVOSS® folgende **Mängel beseitigen:**

- Wanddurchfeuchtungen
- Verschlechterung der Wärmedämmung
- Salzausblühungen
- Kalkauswaschungen
- Moosbewuchs
- feuchte Flecken

Gestoppt werden:

- chemische Korrosion
- Oberflächen-Zerstörung durch Eis und gesteigerte Verschmutzung.

AQUOVOSS® überbrückt Feinstrisse bis 0,2 Millimeter und blockt das Eindringen von Wasser auch hier ab. Es kann allerdings nicht bei Einwirkung von Druckwasser eingesetzt werden, so daß die Verwendung als Kellerisolierung entfallen muß. Hier hilft zum Beispiel GEVIVOSS® G 4 (siehe Seite 120) sowie andere sperrende Schicht- oder filmbildende Maßnahmen (siehe auch Polyester-Wanne auf Seite 57).

Die Anwendung von AQUOVOSS®

In der Praxis zeigt AQUOVOSS® durch seine einfache Verarbeitung weitere Vorteile. Das Material wird – nach Abkleben von lackierten Flächen und Glas sowie eventueller Reinigung stärker verschmutzter Oberflächen – mit einer lösungsmittelfesten Moltopren-Schaumrolle oder einer Gartenspritze aufgetragen.

Da AQUOVOSS® hauptsächlich in der Pore wirkt, muß ihm auch Zeit genug gegeben werden, in das Gefüge einzudringen. Während beim Streichen mit normalen Farben die Faustregel gilt „je dünner, desto besser und vor allem Läufer vermeiden“, verlangt eine AQUOVOSS®-Imprägnierung einen möglichst satten Auftrag, der einen ablaufenden Schleier erzeugt. Dieses „Fluten“ wird am besten durch den Einsatz einer Gartenspritze erreicht.

Als Richtwert für die Imprägnierung gilt der Verbrauch. Als Mindestwert für eine ausreichende Imprägnierungswirkung sind etwa 200 g/m² zu veranschlagen. Bei sehr harten Klinkern gelingt es nur, diese Menge in zwei Arbeitsgängen aufzusprühen, beziehungsweise aufzutragen. In diesem Falle wird der Zweitaufrag (naß in naß) mit einer 15-minütigen Wartezeit vollzogen. Bei porösen Werkstoffen (Putz oder weicher Ziegel) sind Verbrauchswerte bis zu 500 g/m² ermittelt. Gewerbliche Malerbetriebe haben bei ihren Nachkalkulationen bei allen gebräuchlichen Fassaden-Werkstoffen einen Maximalverbrauch von 250 g/m² errechnet.

Sollte nach einer Silikonbehandlung aus irgendeinem Grunde ein Anstrich mit Dispersionsfarbe wünschenswert erscheinen, so ist dies in der Regel ohne Komplikationen möglich.

Lagerfähigkeit

Bei normaler Temperatur, d. h. bei Lagerung unter 30 °C, sind die verschlossenen Gebinde mindestens zwölf Monate lagerfähig.

Tip: Sollte trotz aller Vorsichtsmaßnahmen einmal etwas Silikonimprägnierung auf lackierte Flächen geraten sein und dadurch eine Verlaufstörung bei einer späteren Überholungslackierung erfolgen, so läßt sich dies durch Zugabe von wenigen Tropfen Silikonöl zum Lack beheben.

Silikon-Fugenmassen

Weit verbreitet auf dem Sanitär-fugensektor sind Ein-Komponenten-Silikonkautschukmassen, die mit Luftfeuchtigkeit aushärten. Sie werden in Kartuschen und Tuben geliefert und nach Reinigung und Trocknung des Untergrundes aufgespritzt. Zur Glättung der Oberfläche fährt man mit dem nassen Finger unter leichtem Druck über den roh aufgetragenen Kautschukstrang. Dabei ist es günstig, den Finger öfter neu zu befeuchten. Es geht aber auch mit einem kleinen ebenfalls mit Wasser als Trennmittel benetzten Plastikspachtel. Bei tiefen Fugen empfiehlt es sich, die Masse lieber zweimal aufzutragen als alles in einem Arbeitsgang aufzulegen. Vor dem Glätten sollte man bis zu fünf Minuten verstreichen lassen. Dann reißt die Masse nicht so leicht in der Oberfläche auf und es wird kein Material vergeudet.

Silikonkautschuk ist ein hochwertiges Produkt und daher nicht gerade billig. Es gibt auch andere Fugenmassen, die auf den ersten Blick für den gleichen Einsatzzweck geeignet scheinen. Sie sind jedoch anstelle von teurem Silikonkautschuk auf billigeren PVC- oder PVA-Dispersionen aufgebaut, die nach einiger Zeit vergilben, verspröden und schrumpfen. Sie werden unter Umständen dadurch teurer, da eine Erneuerung schon nach kurzer Zeit notwendig wird. Beim Einkauf sollte dies bedacht werden.

Während Silikonkautschuk als Fugenmasse eine ausgezeichnete Haftung zu glattem Untergrund wie Glas und Keramik aufweist, sind diese Massen relativ schlechte Hafter und eignen sich deshalb auch nicht als Dichtungs- und Klebmittel für Glas, Kacheln und elastische Metallverbindungen. Mit hochwertigem Silikonharz lassen sich dagegen rahmenlose Aquarien bauen und auch große Scheiben zuverlässig eindichten.

Das Härungsverhalten

Silikonfugenmassen härten von der Oberfläche her unter dem Einfluß von Luftfeuchtigkeit. Diese Härtung schreitet etwa 0,5 Zentimeter pro Tag fort, kann aber bei hoher Feuchtigkeit in der Luft oder Einwirkung von Feuchtigkeit aus dem Untergrund erheblich beschleunigt werden. Im Handel finden sich zahlreiche Typen, die aufgrund verschiedener Härtungssysteme auch unterschiedlich riechen (zum Beispiel nach Essigsäure oder Schwefelwasserstoff).

Nach der Härtung sind Ein-Komponenten-Silikonkautschukmassen physiologisch unbedenklich. Ihr großer Vorteil liegt in dem breiten Temperaturbereich, in dem diese Massen ihre günstigen Eigenschaften weitgehend beibehalten. Der Bereich kann von -50°C bis $+150^{\circ}\text{C}$ reichen. Auch chemischen Beanspruchungen sind diese Massen sehr gut gewachsen.

Zwei-Komponenten-Silikonkautschuk

Während die Ein-Komponenten-Silikonkautschuktypen entsprechend ihrem Einsatzzweck gute Hafter sind, zeichnen sich die Zwei-Komponenten-Massen durch die gegenteilige Eigenschaft – nämlich in sehr gutes Trennvermögen – aus. Sie werden deshalb vornehmlich als Formmaterial für kalthärtende Abgußmaterialien verwendet. Als weitere positive Merkmale sind die strukturgetreue Wiedergabe selbst geringster Maserungen (zum Beispiel bei Holz) und die hohe Elastizität zu nennen, die das problemlose Entformen auch hinterschnittener Abgüsse zuläßt. Die hohe Temperaturbeständigkeit erlaubt zudem sogar Abgüsse mit niedrigschmelzenden Metallen (zum Beispiel Zinn), wobei ein Abpulvern der Formoberfläche mit feinstem Metallpulver oder Siliziumkarbidstaub die Temperaturbeanspruchung verringern kann.

Zu den Nachteilen zählen neben dem Preis die leichte Neigung zum Ein- und Weiterreißen, weshalb sich verstärkende Einlagen empfehlen, und die Lösungsmittelaufnahme, die zu Quellerscheinungen bei Polyesterabgüssen führt. Diese Quellung bildet sich allerdings nach einiger Ruhezeit zurück, hinterläßt aber trotzdem Lösungsmittelreste wie Styrol, die mit der Zeit innerhalb der Formenwand erhärten und zu einer Versprödung der Formoberfläche führen. Dies steigert die ohnehin vorhandene Reißgefahr der Form.

Die Erwärmung der Form auf 60 bis 80 °C kann diesem unerwünschten Effekt entgegenwirken, denn sie hat eine schnellere Härtung bei Polyesterabgüsse zur Folge und verringert so die Einwirkzeit des Styrols.

Abformmassen auf Silikonkautschukbasis werden in Zwei-Komponenten-Form geliefert. Sie besitzen ein spezifisches Gewicht von 1,2 g/cm³. Die SICOVOSS®-Gießmasse wird durch Zugabe von 3 bis 5 Gewichtsprozenten Härter innerhalb von 15 bis 60 Minuten vulkanisiert. Die Eigenfarbe ist weißgrau. Die Masse ist gießfähig, neigt aber zum Einschluß von Luftblasen. Dieser Eigenschaft muß bei der Verarbeitung Rechnung getragen werden.

Die Arbeit mit SICOVOSS®-Gießmassen

Zunächst wird das abzuformende Modell auf einer ebenen Platte fixiert und mit einem Rahmen versehen. Dieser soll mindestens zwei Zentimeter Abstand vom Modell haben. Der Härter wird gründlich in die SICOVOSS®-Masse eingerührt und das Gemisch zunächst einmal mit einem Pinsel dünn auf die Modellfläche aufgestrichen. Auf diese Weise erhält man eine luftblasenfreie Formenfläche. Das restliche Volumen wird mit der Gießmasse aufgefüllt und beginnt zu härten. Bei großflächigen Formen sollte in die noch flüssige Gießmasse ein Gewebe zur Verstärkung eingedrückt werden.



Dekorationselemente aus Silikonkautschukformen

Von einem Holzoriginal wurde ein Abdruck mit Hilfe von Silikonkautschuk abgenommen. In dieser Kautschuk-Negativform wurden dann Fertigteile aus Polyesterharz und Glasmatte hergestellt. Zur Herstellung von Fertigteilen sind jedoch auch andere Werkstoffe geeignet. Es können dafür z. B. auch Schaumstoffe verwendet werden, die durch Auffüllen mit Quarz künstlich schwerer und damit „solider“ gemacht werden.

Nach frühestens 24 Stunden kann die so gewonnene Form abgenommen werden. Nach weiteren zwei Tagen ist sie so gut durchgehärtet, daß sie zum Abgießen auch mit Polyesterharz verwendet werden kann. Wegen der Lösungsmittelaufnahme empfiehlt es sich, aus doppeltem Grunde die **frische** Silikonkautschukform bei der Arbeit mit **Polyesterharz** auf eine erhöhte Temperatur zu bringen.

Je nach Größe der Form und Abformwerkstoff werden bis zu 500 Entformungen erreicht. Bei der Arbeit mit Polyurethanschäumen ist wegen der guten Haftung dieser Kunststoff-Familie nach mehreren Entformungen ein zusätzliches Trennmittel zu empfehlen, da die selbsttrennende Wirkung des Silikons bei dieser Materialgruppe nach mehrmaligem Einsatz nicht mehr ausreichend sein kann.

Im Baubereich finden solche Massen als Formwerkstoff zur Herstellung von Dekorationsteilen aus Polyester wie Türdrückern, Namensschilder, Leuchtenteile, Kunstglasscheiben und ähnlichen Teilen Verwendung.

Kalthärtende Kunststoffe für den Bausektor – Polyester-, Polyurethan,- Epoxidharze, Silicone

Ersprobt, handwerksgerechte Systeme für Neubau, Altbausanierung und Fertigbau.

Kostengünstig, erfolgssicher und dauerhaft bauen mit kalthärtenden Kunststoffen der

VOSSCHEMIE

Materialien, Werkzeuge, Hilfsstoffe und technische Beratung aus einer Hand.

Das gesamte VOSSCHEMIE-Programm finden Sie nicht nur in unserem Stammwerk in Uetersen, sondern zu Originalpreisen auch in unseren Filialbetrieben.

Sie sparen Frachtkosten, wenn Sie Ihre Materialien von der Ihnen nächstgelegenen VOSSCHEMIE-Niederlassung beziehen.

Prompte Belieferung durch:

im Inland:

BERLIN: VOSSCHEMIE – Martin Luther & Voss KG, Heerstraße 340, 1000 BERLIN 20, Tel.: 0 30 – 3 61 51 53 + 3 61 80 11-12

FRANKFURT: VOSSCHEMIE – Bleier & Voss OHG, Schleißner Straße 4, 6078 NEU ISENBURG, Tel.: 0 61 02 – 60 29 + 2 24 45

DUSSELDORF: VOSSCHEMIE, Felderhof 7, 4030 RATINGEN, Tel.: 0 21 02 – 4 40 81-83

NÜRNBERG: VOSSCHEMIE, Zweibrückener Str. 77, 9500 NÜRNBERG, Tel.: 09 11 – 66 28 67

ROSENHEIM: VOSSCHEMIE – Geier & Voss OHG, An der Staatsstraße, 8201 KOLBERMOOR, Tel.: 0 80 31 – 9 10 11-13

Im Ausland:

BELGIEN: VOSSCHEMIE POLYESTER DE MOOR, Sergeyselstraat 2, 2200 ANTWERPEN-BORGERHOUT, Tel.: 0 31 – 36 83 67

ENGLAND: VOSSCHEMIE – Bondaglass & Voss Ltd., 158–164 Ravenscroft Road, BECKENHAM, KENT, 01 – 7 78-00 71/3

FRANKREICH: VOSSCHEMIE – Soloplast Vosschemie S.A.R.L., Av. de la Monta, 38 120 St. EGREVE-GRENOBLE, Tel.: 76 – 75 42 38

HOLLAND: VOSSCHEMIE – Romar-Voss KG, Molenweg 20, 5434 ROGEL-ROERMOND, Tel.: 0 47 49 – 15 19

ÖSTERREICH: VOSSCHEMIE – Voss & Makri G.m.b.H., Ruckergasse 61, 1120 WIEN 12, Tel.: 02 22 – 85 51 31-32

VOSSCHEMIE

Partner von Handwerk und Industrie

Postfach 124 · 2082 UETERSEN · Tel.: 0 41 22 – 20 85 · Telex: 02 18 526

Die praktische Bewahrung:

8.000 qm kunststoffbeschichtete Dachflächen seit 10 Jahren im Dauertest auf den Werkhallen und Bürogebäuden der VOSSCHEMILE – Uetersen.

