

Produktbeschreibung

durfill ist ein gebrauchsfertiges Vergussystem zum Verfüllen von Hybridkonstruktionen aus Stahlblech oder Gusseisen. Die lediglich mit Wasser anzumischende Pulvermischung ergibt eine pumpfähige, selbstverdichtende, quellende und selbstentlüftende Gießmasse. Maschinenbauteile werden dadurch ausgesteift, dämpfen Schwingungen und haben eine höhere thermische Trägheit. Die Technologie basiert auf einem Spezialbindemittel der Dyckerhoff GmbH.

Materialkennwerte

Eigenschaft		Wert	Prüfvorschrift, Hinweise
Zugabewassermenge für 1 to Trockenbeton (abhängig von Mischanlage)		110–115 ltr./to ca. 255 ltr./m ³ 2.8 ltr. pro 25kg Sack	Setzmaß in Anlehnung an EN 1015-3 (Hägerrmann-Trichter) ohne Rütteln Ausbreitmaß > 240 mm. Wir führen gerne eine Einweisung durch.
Dichte	ρ_c	2.300 kg/m ³	
Druckfestigkeit, nach 28 d	f_{cm}	90 N/mm ²	am Prisma, Normlagerung
Biegezugfestigkeit, nach 28 d	f_{ctm}	10 N/mm ²	Dreipunktprüfung, am Prisma 40 x 40 x 160mm, nass
Statischer E-Modul	E_c	32.000 N/mm ²	DIN 1048 mit Zylinder Ø 150 x 300mm
Dynamischer E-Modul	E_c	40.000 N/mm ²	
Querdehnzahl	μ	0,20	nach EC-2 (DIN EN 1992-1-1)
Logarithmisches Dekrement Lehrsches Dämpfungsmaß	Λ	0,035 [-] D = 0,56 %	Probekörper 400 x 100 x 100 mm
Thermische Ausdehnung	α_T	$12,4 \cdot 10^{-6} K^{-1}$	bei 20°C
Wärmeleitfähigkeit	λ	2,7 W/mK	bei 20°C/65%
Spezifische Wärmekapazität	c_p	1,05 J/gK	bei 20°C
Temperaturbeständigkeit		bis 90°C	
Schalungsdruck auf umschließende Bauteile/Form		25 kN/m ³ x h [h=Höhe in m]	Flüssigkeitsdruck
Transportfähig nach		12 bis 16 h	abhängig von der Umgebungstemperatur
Empfohlene Ruhezeit vor Weiterbearbeitung		> 2 Wochen	abhängig von der Temperatur sowie der Güte der Präzisionsbearbeitung.
Größtkorn		4,5 mm	Flussöffnungen im Bauteil > Ø 100 mm
Fasern		faserfrei	
Beschichtung, Verklebung		möglich	z.B. mit Epoxy oder PU-Materialien
Einbauleistung, Einbauhöhe		[-]	abhängig von Mischer und Pumpe, keine betontechn. Begrenzung.
Verarbeitungszeit		ca. 60 min	abhängig von Umgebungstemperatur
Lagerung		12 Monate	trocken, in Originalverpackung
Gefahrenhinweise			siehe Sicherheitsdatenblatt

Ergiebigkeit

1 Tonne durfill Trockenpulver ergibt 440 Liter flüssige Vergussmasse und ca. 440 Liter Feststoff.

Mischen

Durfill mit der angegebenen Wassermenge vermischen. Das Material kann gegossen, geschüttet, geschaufelt oder gepumpt werden oder über Rinnen fließen. Ein Rütteln fördert die Entmischung, lediglich Stochern oder Klopfen ist möglich. Alle Geräte können mit Wasser und einer Bürste, alternativ mit einem Dampfstrahler gereinigt werden.

Durfill kann mit jedem Bohrmaschinenquirl, Freifallmischer, Labormischer oder Zwangsmischer angerührt werden. Am wirtschaftlichsten ist die Verwendung von Durchlaufmischern.

Mischer	Bezugsquelle
Mischer und Pumpe geeignet für Zementfließestrich, Größtkorn 4mm-5mm:	
<i>Mischer alleinstehend, für Sackware</i> PFT HM 2006 oder Lotus XXL bag m-tec Durchlaufmischer D30 WETMIX Bags	www.pft.de www.m-tec.gmbh www.wamgroup.de
<i>Pumpe alleinstehend</i> PFT ZP 3L m-tec P20 WM Variojet FU	www.pft.de www.m-tec.gmbh www.wernermaeder.de
<i>Mischpumpe (Mischer + Pumpe) für Sackware</i> PFT ZP 3 L Multimix vario m-tec duo-mix UMP 1 Standard plus Putzmeister MP25	www.pft.de www.m-tec.com www.deutsche-foerdertechnik.de www.putzmeister.com
Kleinsilos für Papiersäcke oder BigBags Material Container PFT Minitainer BigBag Entleerstationen Materialschlauch mind. Ø 35mm, besser Ø 50mm	www.m-tec.com www.pft.de www.wamgroup.de lokale Händler oder Hersteller



Das Material muss frisch in frisch eingefüllt werden. Falls z.B. durch einen Maschinenausfall die Oberfläche ansteift, muss diese im noch nicht verfestigten Zustand aufgeraut werden und Stahlstäbe zur Verbindung eingesteckt werden (mechanischer Verbund). In Anhängigkeit von der Schichtdicke sind in diesem Falle Risse in der später auf den erhärteten Beton aufgetragenen Vergussmasse unvermeidlich.

Beispiel: m-tec Mischpumpe mit Kleinsilo
(Foto: m-tec)

Einstellen der Konsistenz

Über die Wasserdosierung kann die korrekte Konsistenz eingestellt werden (siehe auch <https://youtu.be/9WS49CBzNnE> oder „durfill Mischanweisung“ auf dem YouTube Kanal der durcrete GmbH). Die Mischzeit richtet sich nach der verwendeten Mischtechnik. Es sollte eine sämige, zusammenhängende, gießfähige, selbstverlaufende und selbstentlüftende Masse ohne Wasserabsonderung entstehen.



Die richtige Konsistenz kann mit dem Setzmaß (ohne Rütteln) anhand des Hägermanntrichters kontrolliert werden. Ein Lehrvideo der Fa. Knauf finden Sie unter <https://youtu.be/cFBhyxiXhH0>. Nachfolgend eine Bezugsquelle für den Messtrichter Ø 70/100 mm, Höhe 60 mm.

Prüftechnik	Bezugsquelle
Prüftechnik zum Einstellen der Konsistenz: Mörtelprüfset: Trichter nach EN 1015-3, Art.Nr. B2904 und Plexiglasplatte 325mm/320mm Art.Nr. B29041	Form+Test Seidner, Riedlingen Web: www.formtest.de Empfohlenes Setzmaß: 240 bis 300mm

Nachbehandlung:

Bei Temperaturen unter 5°C findet keine Erhärtungsreaktion statt und verlängert sich die Wartezeit. Bei Frost friert der noch nicht abgebundene Beton und wird zerstört.

Das Material ist für freie Sichtbetonflächen nicht geeignet. Rissbildung kann bei offenen Flächen auch durch sorgfältige Nachbehandlung wie durch das Abdecken mit Folien oder Feuchthalten der Oberfläche nicht vermieden werden. Nach einer Nacht kann das Maschinenbauteil transportiert und z. B. auf dem Lagerplatz abgestellt werden. Eine Weiterbearbeitung ist bei normalen Maschinen nach 3 bis 4 Tagen möglich, wenn die Erhärtung weitestgehend abgeschlossen ist und der Beton abgekühlt ist. Unter der Voraussetzung von üblichen Hallentemperaturen ist bei Hochpräzisionsmaschinen eine Wartezeit von mehr als zwei Wochen erforderlich, damit auch Verformungen und Zwang aus dem Erhärtungsprozess des Zementes nahezu abgeschlossen sind.

Entsorgung

Feuchte Produkte und Produktschlämme sollte man aushärten lassen und flüssige Reste nicht in die Kanalisation oder Gewässer gelangen lassen. Unter Beachtung der örtlich behördlichen Bestimmungen sind die erhärteten Produkte als Betonabfall zu entsorgen. Bei Anfrage benennen wir Ihnen die AVV Abfallschlüssel.

Konstruktionshinweise

Stark beanspruchte Bereiche wie die Basis für Linearführungsschienen sollen beim Befüllen unten oder seitlich liegen und das Bauteil am späteren Boden befüllt werden. Durch die selbstverdichtenden Eigenschaften steigt die Luft nach oben und muss entweichen können. An Hochpunkten oder horizontalen Flächen sind Entlüftungsöffnungen von ca. Ø 8 bis Ø16mm vorzusehen, an denen auch das vollflächige Verfüllen kontrolliert werden kann. Wenn diese Bohrungen mit einem Gewinde versehen sind, kann beim Verfüllen durch das Eindrehen einer Schraube das Austreten des Materials verhindert werden. Alternativ kann ein Steiger verwendet werden. Durch eine schräge Lagerung des Bauteiles (z.B. durch ein Kantholz) kann man Entlüftungsöffnungen leicht erhöht anordnen.

Innenliegende Leerrohre müssen dicht sein, wir empfehlen zur Steckverbindung geeignete HT- oder KG-Rohre (Muffen mit Gummidichtungen) aus dem Baustofffachhandel. Beachten Sie bei anderen Einbauteilen, dass sich der Vergussbeton während des Erhärtens auf ca. 60°C erwärmt. Aluminium reagiert mit der frischen Vergussmasse und kann nicht verwendet werden.

Für das Einfüllen und zum Durchfluss sind Öffnungen mit mindestens einer Größe von Ø 100mm und einem Abstand von ca. 2 m vorzusehen. Damit das im Vergussmaterial enthaltene Quellmittel wirken kann und ein dreidimensionalen Spannungszustand aufgebaut werden kann, sollten nur geschlossene Querschnitte (Bodenblech) verfüllt werden und das Ausgießen offener Kästen vermieden werden. In diesem Falle können Risse an der Oberseite des mit der Umgebungsluft exponierten Betons nicht vermieden werden.

Balkenförmige Bauteile müssen unterfüttert werden, damit die Bauteildurchbiegung durch das Gewicht des Frischbetons nicht einfriert und später zu einem erhöhten Bearbeitungsaufwand führt. Dünne Seitenwände können sich, infolge des Flüssigkeitsdruckes, ausbeulen. Bei Präzisionsmaschinen sind nachträglich alle Öffnungen mit sichtbaren Betonflächen mit eingeschweißtem Blech, eingeklebten Kunststoffdeckeln oder einer Epoxy- oder PU-Beschichtung dicht zu verschließen, damit kein Wasser eindringen kann.

Reparaturen



Foto: remmers

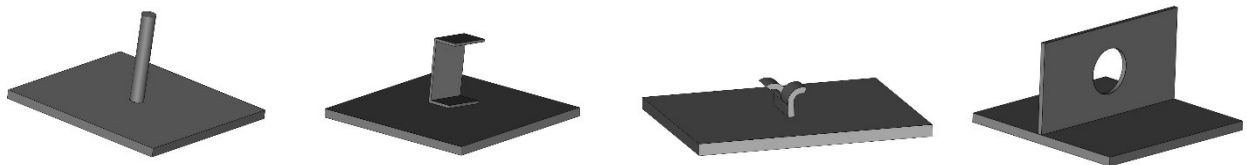
Wandablösungen oder Luftblasen an kritischen Stellen können auch nachträglich verpresst werden. An der betroffenen Stelle bohrt man ein Loch in die Stahlwandung und schneidet dort ein Gewinde ein. Dann kann man einen HD-Kegeelnippel einschrauben und mittels einer Handpresse Epoxidharz injizieren.

Material	Bezugsquelle
M6 HD-Kegeelnippel mit Dichtkonus und Gewinde, Schmiernippel, Fettnippel	www.remmers.com www.desoi.de
Handhebelpressen, Injektionspumpen, Injektionsschläuche, niedrigviskoses Epoxidharz als Injektionsharz	www.remmers.com z.B. Remmers ST 100 www.webac.de z.B. WEBAC 4110 www.koester.eu z.B. KB-Pox IN www.mc-bauchemie.de z.B. MC-Injekt 1264 www.desoi.de oder beim örtlichen Baustofffachhändler

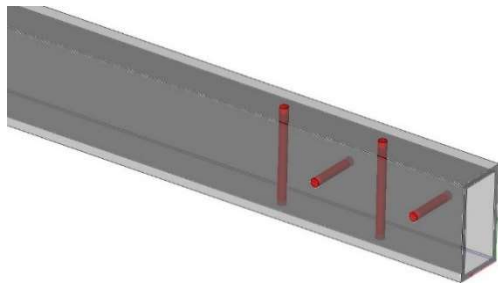
Schubverbund

Für einen guten Verbund muss zum einen die Verfüllmasse gegen die Wandung gepresst werden, damit sie sich beim Schwinden/Schrumpfen des Betons während des Erhärtens nicht ablöst. Dies wird durch ein Quellmittel erreicht. Zum anderen wird bei einer Belastung die Fuge zwischen Stahl und Füllmasse flächig auf Gleiten oder gegeneinander Verschieben beansprucht. Um einen guten Verbund und somit eine optimale einheitliche Tragwirkung zu gewährleisten, müssen deshalb sowohl bei Biege- als auch bei Zug- oder Druckgliedern zusätzliche konstruktive Maßnahmen ergriffen werden.

Bei flächigen Querschnitten schweißt man ca. alle 200 x 200mm eine Verbundnocke auf.

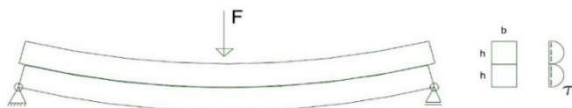


Für den Verbund eignen sich eingeschweißte, gelochte Steifebleche; verschweißte Kopfbolzen Ø 16mm; angeschweißte oder in Gewindebohrungen eingedrehte Schrauben M16, Länge ca. 70mm, angeschweißte Betonstähle Ø 16 mm, l = 100 mm usw. Häufig werden auch Restbleche (Schwalbenschwänze) oder abgeschnittene Stücke von T- oder U-Profilen eingeschweißt. Ein Entzundern, Entrosten oder Sandstrahlen der Stahloberfläche ist bei dieser Lösung nicht erforderlich. Je rauer die Oberfläche, desto besser ist es. Die Oberfläche muss lediglich fettfrei sein, damit keine Trennschicht die Haftung des Betons am Stahl behindert. Die Oberfläche darf beim Betonieren feucht sein.

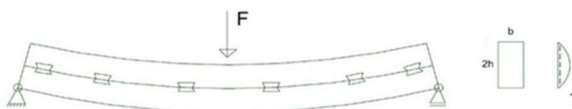


Bei Hohlprofilen ist ein Einschweißen nur schwer möglich. Deshalb bohrt man abwechselnd alle 100mm horizontale und vertikale Löcher, durch welche man Gewindestangen Ø 16 mm oder Bewehrungsseisen Ø 16 mm hindurchsteckt und anheftet. Es reicht, wenn dies am Anfang und am Ende der Profile erfolgt, da im mittleren Drittel die Schubkräfte in der Regel nur gering sind. In Edelstahl bieten sich eingeschraubte Bolzen an.

Die statische Wirkung der Schubnocken zeigt die folgende Berechnung der Steifigkeit.



$$I = 2 \times b \times h^3 \times \frac{1}{12} = \frac{1}{6} \times b \times h^3$$



$$I = b \times (2h)^3 \times \frac{1}{12} = \frac{2}{3} \times b \times h^3$$

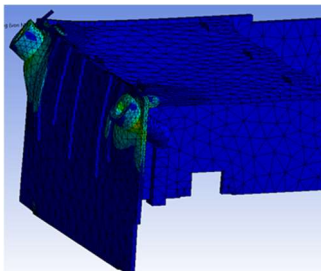


Berechnung

Belastungen werden sowohl vom Stahl- als auch vom Füllbeton abgetragen. Die Verteilung hängt von der Steifigkeit der Einzelbauteile und somit wesentlich von der Dicke der Stahlplatten ab. Verformungen, Spannungen und Eigenfrequenzen können anhand von FEM-Berechnungen ermittelt werden. Die auftretenden Schubkräfte können bestimmt und die Schubverdübelung entsprechend bemessen werden.

Dickblechkonstruktion: Die Stahlkonstruktion wird als allein tragendes Bauteil betrachtet und ohne Berücksichtigung des Betonquerschnittes berechnet und zum Beispiel gegen Ermüdung ausgelegt. Der Beton wird nur zur Beschwerung, zur Abstimmung der Eigenfrequenz, zur Schwingungsdämpfung und zur Reduzierung von Schallemissionen verwendet.

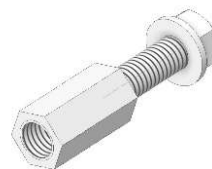
Dünnblechkonstruktion: Die Stahlkonstruktion wird mit einer Dicke von 5 mm bis 8 mm als Verbundwerkstoff berechnet. Zur zusätzlichen Ertüchtigung und Versteifung kann Bewehrungsstahl BSt 500 oder eine Stahlkonstruktion eingeschweißt werden. Durch den Verbund erhält der Verguss feine Risse, der E-Modul des Betons oder die Kontaktsteifigkeit sollte deshalb im Rahmen einer Berechnung angemessen abgemindert werden.



Transportanker sollten nach der Maschinenrichtlinie ausgelegt werden. Bei einer Verankerung im Beton sind geprüfte Anker vorzuziehen. Vor allem bei großen Bauteilen empfiehlt sich eine Verankerung an der stählernen Gehäuseaußenseite mit Weiterleitung der Kräfte bis auf die Unterseite. Die Nachweise für den Transportzustand sind meist maßgebend für die maximal aufzunehmenden Spannungen.

Gewindehülsen

In Dünnblechkonstruktionen müssen Zuglasten tief in die Vergussmasse eingeleitet werden. Dazu eignen sich „Hülsendübel“ oder „Gewindedübel“ von Bauzulieferern. Höhere Gewindegenauigkeiten bieten bei kleinen Schraubendurchmessern „Abstandsbolzen“ mit Innen- und Außengewinde mit zusätzlich einer Scheibe und Sechskantmutter auf dem Außengewinde. Bei großen Schraubendurchmessern verwendet man eine „Langmutter“ oder „Distanzmuffe“ mit einer eingedrehten Sechskantschraube inkl. Scheibe.

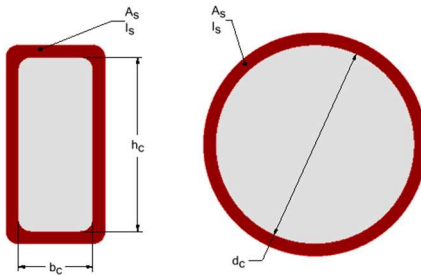


Retrofit :

Da die Genauigkeit von bestehenden Führungsbahnen durch die Verformungen beim Verfüllen verloren geht, eignet sich durfill nicht für die Ertüchtigung fertig aufgebauter Maschinen.

Steifigkeitsverbesserung bei Hohlprofilen

Um die konstruktiven Vorteile gegenüber den Zusatzkosten infolge Verfüllens abzuwägen, wird nachfolgend ein Rechenschema für die Steifigkeitswerte EA und EI gezeigt. Die Berechnung geht von doppelsymmetrischen Querschnitten, elastischen Materialeigenschaften und vollkommenem Verbund aus.



E-Modul Stahl: $E_s = 210.000 \text{ N/mm}^2 = 21.000 \text{ kN/cm}^2$
E-Modul Beton: $E_c = 32.000 \text{ N/mm}^2 = 3.200 \text{ kN/cm}^2$

Aus Tabellenwerken ablesen:

Stahlfläche A_s in $[\text{cm}^2]$
Trägheitsmoment Stahlprofil I_s in $[\text{cm}^4]$
Bei Rechteck: Breite/Höhe des Betons b_c, h_c in $[\text{cm}]$
Bei Kreis: Durchmesser des Betons d_c in $[\text{cm}]$

Profil	Stahl ohne Füllung		mit Füllung	
	$E_s A_s$ in $[\text{kN}]$	$E_s I_s$ in $[\text{kNcm}^2]$	EA in $[\text{kN}]$	EI in $[\text{kNcm}^2]$
Rechteck	$21.000 \times A_s$	$21.000 \times I_s$	$E_s A_s + 3.200 \times b_c \times h_c$	$E_s I_s + 3.200 \times b_c \times h_c^3 / 12$
Beispiel Hohlprofil 180x100x6,3	$21.000 \times 33,3 = 699.300$	$21.000 \times 1.407 = 29.547.000$	$699.300 + 3.200 \times 8,74 \times 16,74 = 1.167.484$ Verbesserung 50%	$29.547.000 + 3.200 \times 8,74 \times 16,74^3 / 12 = 40.480.180$ Verbesserung 37%
Kreisquerschnitt	$21.000 \times A_s$	$21.000 \times I_s$	$E_s A_s + 3.200 \times (d_c/2)^2 \times \pi$	$E_s I_s + 3.200 \times 0,05 \times d_c^4$
Beispiel Hohlprofil 88,9x4	$21.000 \times 10,7 = 224.700$	$21.000 \times 96,3 = 2.022.300$	$224.700 + 3.200 \times (8,09/2)^2 \times 3,14 = 389.189$ Verbesserung 73%	$2.022.300 + 3.200 \times 0,05 \times 8,09^4 = 2.707.652$ Verbesserung 34%

Gewicht Rechteckprofil ohne Füllung: 26,1 kg/m
Gewicht Kreisprofil ohne Füllung: 8,4 kg/m

mit Füllung: 59,8 kg/m
mit Füllung: 20,2 kg/m



Gebindeformen und Bezugsquelle

Verguss „durfill“ inklusive Bindemittel, Gesteinskörnungen und Additiven als verbrauchsfertiges Produkt, welches lediglich mit Wasser angemischt wird.	Bezug und Beratung durch: durcrete GmbH Am Huttig 4, 65549 Limburg Tel.: +49 (0) 6431 58 40 376 Mail: info@durcrete.de Web: www.durcrete.de
Abgabe nur von ganzen Paletten	
Sackware à 5 kg oder à 25 kg als Einzelsäcke, für Warenmuster und für Probeverfüllungen	Bezug durch Webshop: www.moertelshop.de E-mail: Sven.Backstein@moertelshop.com

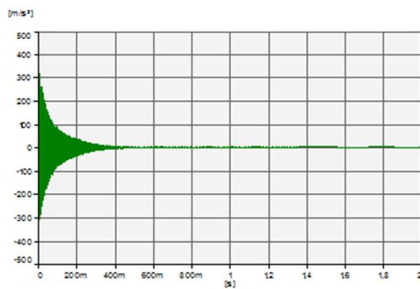
durfill ist speziell für den Maschinenbau konzipiert. Es entspricht **nicht** EN 206/DIN1045 sowie der DAFStb.-Richtlinie „Vergussbeton“ und kann deshalb in Deutschland nicht als Baustoff eingesetzt werden.

Dämpfung

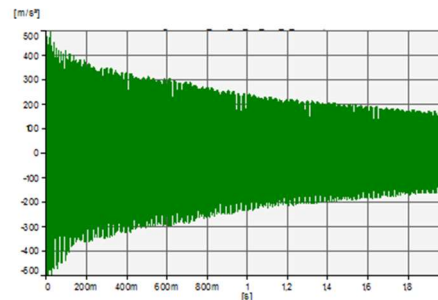
Vergleichende dynamische Untersuchungen durch Prof. Nebeling, Hochschule Reutlingen, 2014

Material		
Blechhohlprofil mit durfill 40 x 40 x 700 mm		
1. Eigenfrequenz	437 Hz	
Dämpfung D in [%]	0,38 %	
Logarithm. Dekrement Λ	0,024	
Vollaluminiumstab 40 x 40 x 700 mm		
1. Eigenfrequenz	445 Hz	
Dämpfung D in [%]	0,1 %	
Logarithm. Dekrement Λ	0,006	

Abklingkurve Beton blechummantelt



Abklingkurve Aluminium



Das Fraunhofer IWU hat 2017 „Dämpfungsmessungen an Stahlprofilen mit unterschiedlichen Füllstoffen“ durchgeführt. Download unter <http://durcrete.de/downloads/>

