

Materialkenndaten

Produktbeschreibung:

durfill ist ein Komplettsystem zum Verfüllen von Hybridkonstruktionen aus Stahlblech oder Gusseisen mit Vergussmasse. Die lediglich mit Wasser anzumischende Pulvermischung ergibt eine pumpfähige, selbstverdichtende und selbstentlüftende Gießmasse. Maschinenbauteile werden dadurch ausgesteift, dämpfen Schwingungen und haben einen geringeren Wärmegang. Basis der Technologie ist ein Bindemittel mit einem Spezialzement der Dyckerhoff GmbH.

Materialkenndaten:

Eigenschaft		Wert	Prüfvorschrift, Hinweise
Dichte	ρ_c	2.275 kg/m ³	
Druckfestigkeit, nach 28 d, nach 3 und 7 Tagen	f_{cm}	90 N/mm ² 70 / 80 N/mm ²	DIN EN 1015, am Prisma, Normlagerung
Biegezugfestigkeit, nach 28 d, nach 3 und 7 Tagen	f_{ctm}	10 N/mm ² 10 / 10 N/mm ²	DIN EN 1015, Dreipunktprüfung, am Prisma 40 x 40 x 160mm, Normlagerung
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	DAFStb-Rili, mit Ultraschall
Querdehnzahl	μ	0,20	nach EC-2 (DIN EN 1992-1-1)
Logarithmisches Dekrement	Λ	0,035 [-] (D = 0,56 %)	Probekörper 400 x 100 x 100 mm
Thermische Ausdehnung.	α_T	12,4 · 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	Veränderung der Werte bei höheren Temperaturen siehe EC-2-2 und EC-4-2
Schalungsdruck auf umschließende Bauteile/Form		25 kN/m ³ x h [h=Höhe in m]	Flüssigkeitsdruck sowie Druck durch ein Quellen des Materials von < 1,5%.
Transportfähig nach		12 bis 16 h	abhängig von der Umgebungstemperatur
Empfohlene Ruhezeit vor Weiterbearbeitung		> 2 Wochen	abhängig von der Temperatur sowie der erford. Güte der Präzisionsbearbeitung.
Größtkorn		4,5 mm Rundkorn	Flussöffnungen im Bauteil > Ø 100 mm; Transport durch Silozüge und Einblasen in stationäre Silos möglich.
Fasern		faserfrei	
Beschichtung, Verklebung		möglich	z.B. mit Epoxy oder PU-Materialien
Einbauleistung, Einbauhöhe		[-]	abhängig von Mischer und Pumpe, keine betontechnologische Begrenzung.
Verarbeitungszeit		ca. 60 min	abhängig von Umgebungstemperatur
Ergiebigkeit 1 to Trockenbeton		440 ltr.	fertiger Vergussbeton
Zugabewassermenge für 1 to Trockenbeton (abhängig von Mischanlage)		110–115 ltr./to ca. 255 ltr./m ³ 4,4 - 4,6 ltr. pro 40kg Sack	Setzmaß in Anlehnung an Beton-DIN EN 12350-5 ohne Schocken > 600 mm Setzmaß in Anlehnung an EN 1015-3 (Hägermann) ohne Rütteln > 240 mm. Wir führen gerne eine Einweisung durch.
Lagerung		3 Monate	trocken, in Originalverpackung
Gefahrenhinweise			siehe Sicherheitsdatenblatt

Verarbeitung

Konstruktive Voraussetzungen:

Für das Einfüllen und zum Durchfluss sind Öffnungen mit mindestens einer Größe von \varnothing 100mm vorzusehen. Übliche Abstände sind 2 m. Damit das im Vergussmaterial enthaltene Quellmittel wirken kann und einen dreidimensionalen Spannungszustand aufbauen kann, sind nur geschlossene Querschnitte (Bodenblech) zu verfüllen und ist das Ausgießen offener Kästen zu vermeiden. In diesem Falle sind Risse an der Oberseite des mit der Umgebungsluft exponierten Betons nicht zu vermeiden.

Stark beanspruchte Bereiche wie 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. Es sind an Hochpunkten oder horizontalen Flächen Entlüftungsöffnungen ca. \varnothing 8 bis \varnothing 16mm 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. Luftblasen an kritischen Stellen können auch nachträglich verpresst werden, wenn man Gewindebohrungen für das Eindrehen von Verpressnippeln vorsieht.

Balkenförmige Bauteile müssen unterfüttert werden, damit die Bauteildurchbiegung durch das Gewicht des Frischbetons nicht einfriert und später zu 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.

Haftbrücke:

Für die Dämpfung ist der Verbund zwischen Stahl und Vergussmasse maßgebend. Aufgrund der thermischen und materialbedingten Verformungen beim Erhärten kann eine Ablösung des Betons von der Stahloberfläche – auch wenn diese gereinigt und gestrahlt ist - nicht ausgeschlossen werden. Es muss deshalb ein sicherer Verbund geschaffen werden:

- a) Mechanischer Verbund: angeschweißte Lochbleche als Steifen; Verschweißen von Kopfbolzen \varnothing 16mm; angeschweißte oder in Gewindebohrungen eingedrehte Schrauben M16, Länge ca. 70mm, angeschweißte Betonstähle \varnothing 16 mm, l = 100 mm usw. als mechanische Verbindungsmittel, welche sowohl die Haftzugkraft als auch die Scherbeanspruchung sicher tief in den Beton einleiten. Häufig werden auch Restbleche (Schwalbenschwänze) oder abgeschnittene Stücke von T- oder U-Profilen eingeschweisst. Übliche Rastermaße sind ca. 20cm x 20cm. Ein Entzundern, Entrosten oder Sandstrahlen der Stahloberfläche ist bei dieser Lösung nicht erforderlich. Je rauer die Oberfläche, desto besser. Die Oberfläche muss lediglich fettfrei sein, damit keine Trennschicht die Haftung des Betons am Stahl behindert.
- b) Haftbrücke: Ein 2-K-Epoxyharz wird auf die gestrahlte und fettfreie Stahloberfläche aufgetragen und in die feuchte Masse wird Gesteinskörnung eingestreut. Nach Antrocknen/Abbinden des Harzes kann verfüllt werden. Der Zementleim verbindet sich homogen mit der Gesteinskörnung.
- c) Nachträgliches, planmäßiges Verpressen der lokalen Einzelstellen, an denen sich geometrisch bedingt ein Spalt zwischen Beton und Stahloberfläche eingestellt hat.

Mischen und Einbau:

Durfill mit der angegebenen Wassermenge vermischen. Die Mischzeit richtet sich nach der verwendeten Mischtechnik. Es muss sich eine sämige, zusammenhängende, gießfähige, selbstverlaufende und selbstentlüftende Masse ohne Wasserabsonderung einstellen. 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.

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 (Prinzip a, mechanischer Verbund). In Anhängigkeit von der Schichtdicke sind Risse in der später auf den erhärteten Beton aufgetragenen Vergussmasse unvermeidlich.

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

Nachbehandlung:

Das Material ist für freie Sichtbetonflächen nicht geeignet. Rissbildung kann bei offenen Flächen auch durch sorgfältige Nachbehandlung 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. Bei Hochpräzisionsmaschinen ist eine Wartezeit von zwei Wochen erforderlich, damit auch Verformungen und Zwang aus dem Erhärtungsprozess des Zementes weitestgehend abgeschlossen sind.

Einbauteile:

Innenliegende Leerrohre müssen dicht sein, wir empfehlen zur Steckverbindung geeignete HT- oder KG-Rohre (Muffen mit Gummidichtungen) aus dem Baustofffachhandel. Dichte Elektrodosen zum Einbau in Beton (Spelsberg, Kaiser) sind im Elektrofachhandel erhältlich. Beachten Sie bei anderen Einbauteilen, dass sich der Vergussbeton während des Erhärtens auf ca. 60°C erwärmt.

Nachträgliche Ertüchtigung

Durfill ist nicht geeignet um fertig aufgebaute Maschinen zu ertüchtigen, da durch das Verfüllen die Genauigkeit der Führungsbahnen verloren geht.

Berechnung

Einsatz als konstruktive Vergussmasse (Dickblechkonstruktion):

Die Stahlkonstruktion wird als alleine tragendes Bauteil betrachtet und mit Versteifungsrippen 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.

Einsatz als mittragender Verbundstoff (Dünnblechkonstruktion):

Die Stahlkonstruktion wird mit einer Dicke von 5 mm bis 8 mm als Verbundwerkstoff z.B. nach den Ansätzen des Eurocodes 4 (DIN EN 1994-1-1) berechnet. Zur zusätzlichen Ertüchtigung und in geringem Umfang zur Versteifung kann Bewehrungsstahl BSt 500 oder eine Stahlkonstruktion eingeschweißt werden. Durch den Verbund erhält der Verguss feine Risse, seine Steifigkeiten kann nach Eurocode 4 abgeschätzt werden.

- Literatur:
- Stahlbau Arbeitshilfe: Verbundbauweise, www.bauforumstahl.de, Düsseldorf
 - Normen Handbuch Eurocode 4 Verbundbau, Band 1, Beuth Verlag, Berlin
 - Minnert, Wagenknecht: Verbundbau-Praxis, Reihe Bauwerk BBB, Beuth Verlag
 - H. Grab, P.-H. Theimert: Beton im Werkzeugmaschinenbau, Auszug aus der Zeitschrift „Werkstatt und Betrieb“ 109 (1976) 4, Seite 195ff.

Dienstleister

Gerne benennen wir Ihnen regionale Dienstleister für

- Verfüllen von Bauteilen im Werk oder vor Ort beim Kunden
- Berechnung und Konstruktion von Bauteilen
- Komplette Fertigung von Sandwichkonstruktionen inklusive Schweißen, Verfüllen, Präzisionsbearbeitung und Lackierung

Entsorgung

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

Gebindeformen und Bezugsquelle

<p>Verguss „durfill“ inklusive Bindemittel, Gesteinskörnungen und Additiven als verbrauchsfertiges Produkt, welches lediglich mit Wasser angemischt wird.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Siloware 25 to pro LKW ▪ Sackware á 40 kg, Mindestbezugsgröße Palette mit 35 Sack entspricht 1,40 to verladen auf LKW oder gestaut für den Export im Überseecontainer Abgabe nur von ganzen Paletten 	<p>Bezug durch: durcrete GmbH Dr.-Ing. Bernhard Sagmeister Am Huttig 4, 65549 Limburg Tel.: +49 (0) 6431 58 40 376 Fax: +49 (0) 6431 58 40 377 Mail: info@durcrete.de Web: www.durcrete.de</p>
<p>Sackware á 5 kg oder á 25 kg als Einzelsäcke, für Warenmuster und für Probeverfüllungen</p>	<p>Bezug durch www.moertelshop.de Backstein Engineering GmbH Langgasse 21 D - 65510 Idstein E-mail: Sven.Backstein@moertelshop.com</p>




Systempartner und Bezugsquellen

Material	Bezugsquelle
Verkauf und Vermietung von Materialsilos (z.B. 20 m ³ oder 28 to) für Werk trockenbeton inklusive Anlieferung und Aufstellen. Erforderliche Aufstellfläche ca. 3 m x 3 m, z. B. auf 50 cm dicker Betonplatte oder befestigtem Hof.	quick-mix Kruft GmbH & Co KG Bundesstraße 256, 56642 Kruft Ansprechpartner: Herr Rudi Theisen Tel.: +49 (0) 2652 81390 Web: www.quick-mix.de
Mischer und Pumpe geeignet für <u>Fließestrich</u> : Mischpumpe (ein Gerät) für Siloware z.B. m-tec QLMP-FE bis zu 100l/min Mischer und Pumpe (zwei Geräte) für Siloware z.B. Knauf PFT HM5 und ZP 3 XXL bis 90 l/min z.B. Mischer und WM Variojet FU bis 30 l/min Mischpumpe (ein Gerät) für Sackware z.B. UMP1 Standard plus bis 24 l/min z.B. m-tec duo mix 2000 Durchlaufmischer für Silo und Sackware (ohne angeschlossene Pumpe) z.B. WETMIX unterschiedliche Varianten z.B. Knauf PFT HM 2002 bis 30 l/min	www.m-tec.com m-tec, Neuenburg www.pft.de Knauf PFT, Iphofen www.werner-mader.de Mader, Erbach www.deutsche-foerdertechnik.de Bautzen www.m-tec.com m-tec, Neuenburg www.wamgmbh.de WAM, Altlußheim www.pft.de Knauf PFT, Iphofen
Prüftechnik zum Einstellen der Konsistenz: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mörtelprüfset: Trichter nach EN 1015-3, Art.Nr. B2904 und Plexiglasplatte 325mm/320mm Art.Nr. B29041 ▪ 	Form+Test Seidner, Riedlingen Web: www.formtest.de Empfohlen Setzmaß: 240 bis 300mm
Haftbrücke auf Stahl mit Einstreuung von Gestein z.B. Epoxydharzgrundierung EG, Art.Nr. 32434 z.B. Quarzsand QS, Art. Nr. 09660 alternativ trockene Splittkörnungen Ø 2 bis 5 mm	quick-mix Gruppe GmbH & Co KG Web: www.quick-mix.de Bezug durch Baustofffachhandel
Reparatur von Hohlstellen durch Verpressen Direktvertrieb von Reaktionsharzen, Packern, Pumpen, Mischtechnik, Prüfgeräte und Zubehör.	Desoi GmbH Web: www.desoi.de mit Webshop/Katalog

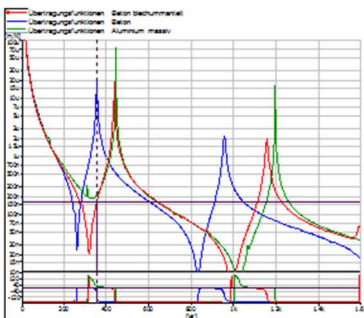
durfill ist speziell für den Maschinenbau konzipiert. Es entspricht nicht EN 206/DIN1045 sowie der DAfStb.-Richtlinie „Vergussbeton“ und kann deshalb in Deutschland nicht als Baustoff eingesetzt werden.

Wirksamkeit und Effekte

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

Material		
<u>Nanodur-Beton 40 x 40 x 700mm</u>		
1. Eigenfrequenz	354 Hz	
Dämpfung D in [%]	0,56 %	
Logarithm. Dekrement Λ	0,035	
<u>Blechhohlprofil mit durfill 40 x 40 x 700mm</u>		
1. Eigenfrequenz	437 Hz	
Dämpfung D in [%]	0,38 %	
Logarithm. Dekrement Λ	0,024	
<u>Vollaluminiumstab 40 x 40 x 700mm</u>		
1. Eigenfrequenz	445 Hz	
Dämpfung D in [%]	0,1 %	
Logarithm. Dekrement Λ	0,006	

Übertragungsfunktionen der drei untersuchten Proben

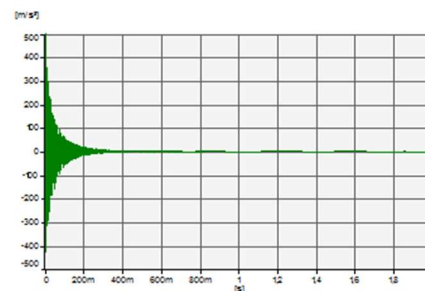


Erste Resonanzfrequenz der drei untersuchten Materialproben

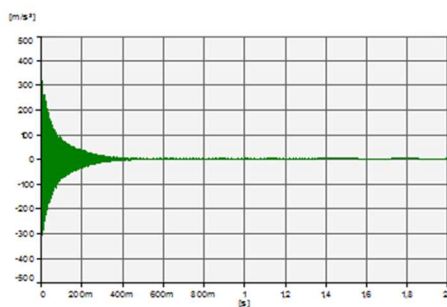
Material	Eigenfreq.	Dämpfung
Beton	354 Hz	0,56 %
Beton Blechmantel	437 Hz	0,38 %
Aluminium	445 Hz	0,1 %

Als Proben wurden jeweils massive Materialproben mit einem Querschnitt von 700x40 mm untersucht. Der Blechmantel hatte eine Wandstärke von 1,5 mm.

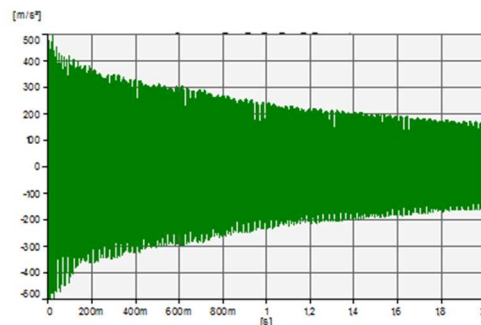
Abklingkurve Beton



Abklingkurve Beton blechummantel



Abklingkurve Aluminium



Hochschule Reutlingen
Reutlingen University

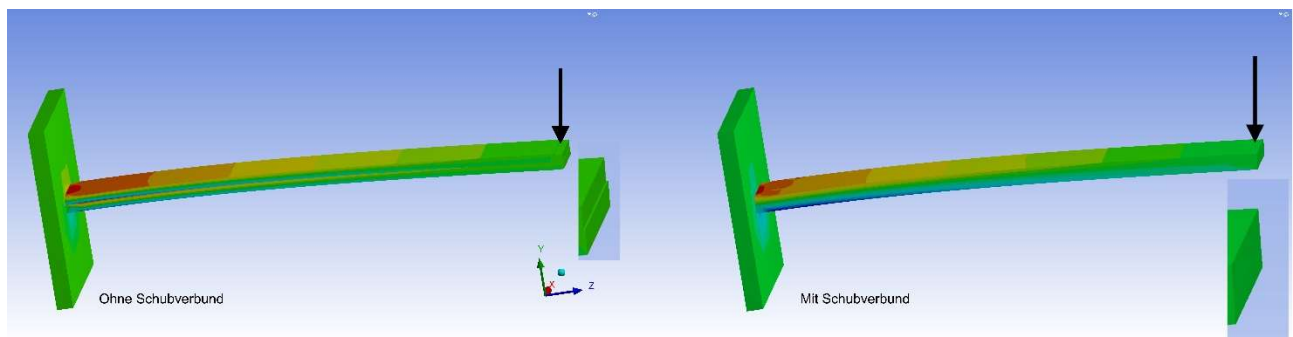
Hochschule Reutlingen
Reutlingen University

Fraunhofer IWU: „Dämpfungsmessungen an Stahlprofilen mit unterschiedlichen Füllstoffen, Projekt 121878 vom 31. Mai 2017. Der Bericht zeigt, dass durfill besser dämpft als viele andere auf dem Markt erhältlichen Produkte. Download unter <http://durcrete.de/downloads/>

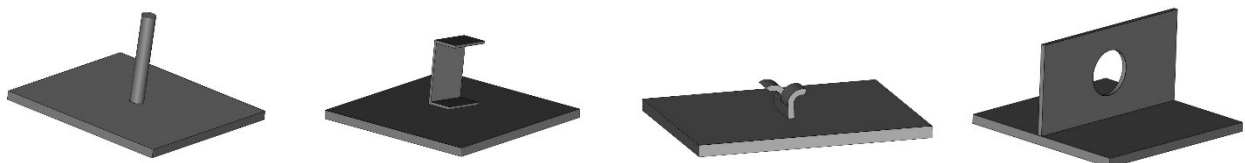
Schubverbund

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 Beanspruchung durch Last 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/Druckgliedern folgende konstruktive Maßnahmen ergriffen werden.

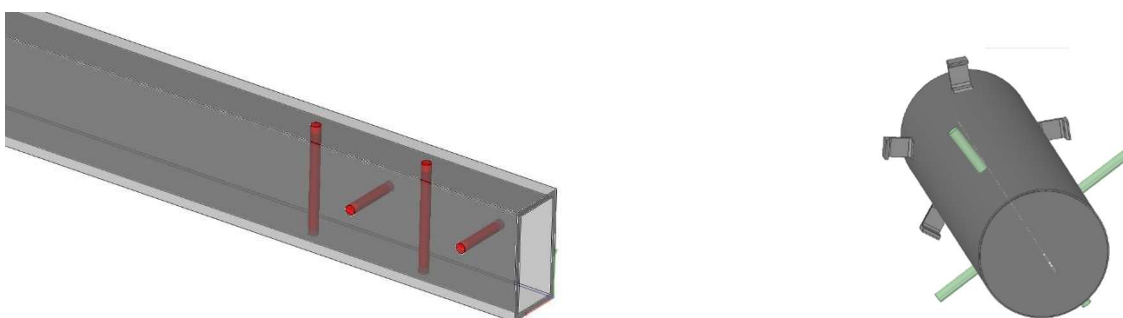
Das Wirken des Schubes kann man sich sehr gut an einem Kragarm verdeutlichen, der entweder aus zwei aufeinander gelegten Brettern (linkes Bild) oder einem gut verbundenen, verdübelten Querschnitt (rechtes Bild) besteht.



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



Bei rechteckigen oder kreisförmigen Hohlprofilen ist ein Einschweißen nicht möglich. Deshalb bohrt man abwechselnd alle 100mm horizontale und vertikale Löcher, durch welche man Gewindestangen \varnothing 16mm oder Bewehrungsseisen \varnothing 16mm 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.



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 vollkommenen 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

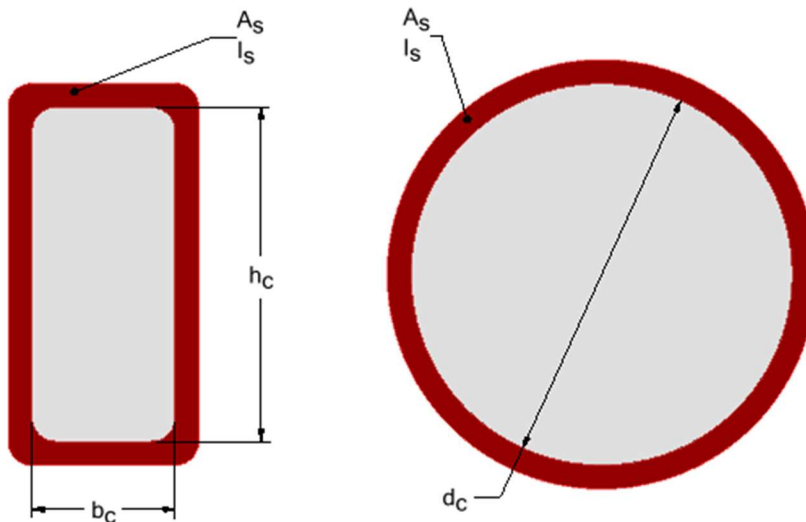
I_s in $[\text{cm}^4]$

Bei Rechteckquerschnitt Breite/Höhe des Betons

b_c, h_c in $[\text{cm}]$

Bei Kreisquerschnitten 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%