



**Abformungen
und
Reproduktionen**

**Formen- und Modellbauharze
Polyurethane · Epoxidharze · Silikone**

Abformungen und Reproduktionen



Hl. Willibrord

Inhalt

Abformungen und Reproduktionen	2-5
Welche Art von Formen gibt es?	6
Einsatzfähigkeit / Handhabung / Reparatur / Reproduktionen	7
Schritt für Schritt	8-13
Massivform - einteilig (Matrize)	14
Massivform - einteilig (Kastenform)	15
Massivform - zweiteilig	16-17
Mantelform - einteilig, Gießverfahren	18-19
Mantelform - zweiteilig, Gießverfahren	20-23
Mantelform - einteilig, Streich- und Spachtelverfahren, horizontal	24-25
Mantelform - zweiteilig, Streich- und Spachtelverfahren, vertikal	26-29
Terminologie des Formenbaues	30
Entscheidungshilfen zur Abformtechnik	31
Mischtabellen	32-33
Anwendungsbeispiele	34-35

Für Abformungen von Modellen mit elastischen Abformmassen zur Anfertigung von Replikaten bieten wir 2 Produktgruppen an, die grundsätzlich auf 2 verschiedenen Materialgrundlagen aufbauen:

- **Polyurethan-Elastomere (PUR)** und
- **Silikon-Elastomere (SI)**

Bei beiden handelt es sich um elastische, gummiähnliche 2-Komponenten-Kunststoffe, die bei Raumtemperaturen aushärten oder vernetzen (**RaumTemperaturVernetzend = RTV**) und die jeder für sich spezifische Eigenschaften bieten, die den Anforderungen an die jeweilige Abformung in unterschiedlicher Weise gerecht werden.

Der Unterschied für beide Ausgangsmaterialien liegt weniger in der Art der Verarbeitung als viel mehr in technisch/chemischer Hinsicht und im Preisgefüge.

Grundsätzlich kann man folgende Unterschiede auflisten:

- PUR ist im Regelfall preiswerter
- PUR ist beständiger gegen zementgebundene Materialien (Beton, Mörtel, Putze)
- PUR ist nur bis ca. 65 °C wärmebeständig
- SI ist im Regelfall selbsttrennend
- SI kann auf leicht feuchte Untergründe aufgebracht werden
- SI ist wärmebeständiger (bis zu ca. 200 °C, je nach Type)
- SI hat eine „weichere“ innere Struktur und eignet sich deshalb besser für filigrane Arbeiten

Bei den Silikon-Elastomeren unterscheidet man zudem noch zwischen

- **Kondensationsvernetzung (SI-KV)** und
- **Additionsvernetzung (SI-AV)**

Der Unterschied liegt darin, dass bei den KV-Typen während der Vulkanisation Alkohol abgespalten wird. Dieser Vorgang führt zu einem Masseverlust und

damit zu einem Schrumpf des Vulkanisats, der bis zu 5 % betragen kann. Außerdem sind die Formen erst einsatzbereit, wenn sich der Alkohol vollständig verflüchtigt hat. Entsprechend hängt die Dauer stark von der Art und Kompaktheit der Form ab. KV-Typen brauchen zudem für eine vollständige Durchhärtung geringe Mengen an Feuchtigkeit, sonst bleibt die der Luft ausgesetzte Oberfläche klebrig. Die Zugabe von Wasser hilft da allerdings nicht, sondern es muss die relative Feuchtigkeit erhöht werden durch Einsatz von z. B. Verdunstern oder Zerstäubern. Oft hilft es schon, wenn feuchte Tücher ausgelegt werden.

Die AV-Typen dagegen haben den Masseverlust in dieser Form nicht und sind in vielen Fällen auch direkt nach dem Aushärten einsatzbereit. Allerdings können bestimmte auf dem Modell anhaftende oder in der Luft befindliche Substanzen oder Werkstoffe die Funktion des Katalysators der AV-Typen beeinträchtigen und zu Reaktionsstörungen führen.

Obwohl es rein technisch möglich ist, von nahezu allen Untergründen sowohl eine PUR- als auch eine SI-Abformung vorzunehmen, so kann Tabelle 1 dennoch die Materialauswahl erleichtern.

In vielen Fällen ist nicht entscheidend, mit welchem Material sich das Modell besser abformen lässt, sondern aus welchem Material das Replikat später in der elastischen Form gegossen werden soll. Eine Entscheidungshilfe gibt Tabelle 2.

Untergrund

Voraussetzung für eine funktionsfähige Abformung ist die Beschaffenheit des Modells. Deshalb muss insbesondere der Untergrund beurteilt werden. Ideal ist ein sauberer, trockener, nicht saugender und fester Untergrund. Wenn diese Eigenschaften nicht gegeben sind, sollten Maßnahmen ergriffen werden, um diese Bedingungen zu erfüllen. Gelingt dies

nicht, sind Funktionseinschränkungen sowohl bei der Abformung selbst als auch bei der Herstellung der Replikat nicht auszuschließen.

Jede Maßnahme wird aber die Oberflächenbeschaffenheit des Modells verändern. Es ist deshalb zu prüfen, ob das sein darf oder ob das Modell im Urzustand erhalten bleiben muss, was eine Abformung verbieten könnte.

Welche Eigenschaften von Untergründen regelmäßig bei Abformungsarbeiten angetroffen werden und welche Maßnahmen zur Erreichung eines geeigneten Untergrundes ergriffen werden sollten, zeigt Tabelle 3.

Trennmittel

PUR erfordert zum sicheren Ablösen vom Modell generell ein Trennmittel. Auch für die Herstellung der Replikat müssen Trennmittel verwendet werden. Bevor das Elastomer in die Form gegossen oder an die Form angetragen wird, muss das Trennmittel absolut abgelüftet und trocken sein. Welche Trennmittel für welchen Einsatzzweck geeignet sind, bitten wir den Tabellen 4 und 5 zu entnehmen.

Obwohl SI im Regelfall selbsttrennend ist und sich somit ein Trennmittel erübrigt, können auf dem Modell befindliche Substanzen zu Anhaftungen führen. Es sollten deshalb immer entsprechende Vorversuche an einer geeigneten Stelle des Modells vorgenommen werden.

Bei Kunststoffen untereinander kann es selbst bei der Verwendung eines Trennmittels sowohl bei PUR als auch bei SI zu Unverträglichkeiten und damit zu Reaktionsstörungen (Inhibierungen) kommen. Deshalb ist auch in diesen Fällen ein Vorversuch immer empfehlenswert.

Untergrund	PUR-Abformung	SI-Abformung
Naturstein	X, eingeschränkt	X, eingeschränkt
Beton / Betonwerkstein	X	X
Mörtel / Putze	X	X
Gips	X, eingeschränkt	X
Ton / Lehm	X, eingeschränkt	X
Glas / Keramik	X	X
Holz / Holzwerkstoffe	X	X
Plastilin / Kitte	X	X
Harte Kunststoffe	X, eingeschränkt	X, eingeschränkt
Weiche Kunststoffe	X, eingeschränkt	X, eingeschränkt
Lack / Anstrich	X, eingeschränkt	X, eingeschränkt
Textilien / Leder	X	X
Papier / Pappe	X	X
Metalle	X	X, eingeschränkt

Tabelle 1

Replikat aus	PUR-Form	SI-Form
Gips	ja	ja
Mörtel / Beton	ja	eingeschränkt
Gießharze		
- Epoxidharz, kalthärtend	ja	eingeschränkt
- Methacrylat	eingeschränkt	eingeschränkt
- Polyester, ungesättigt	eingeschränkt	eingeschränkt
- Polyurethan	ja	eingeschränkt
- Silikon additionsvernetzt	nein	ja
- Silikon kondensationsvernetzt	ja	ja
Metalllegierungen	nein	eingeschränkt
Wachs	nein	ja

Tabelle 2

Zustand des Untergrundes	Maßnahme
sauber	versiegeln
verschmutzt / patiniert	reinigen, versiegeln
saugend	reinigen, versiegeln
nicht saugend	reinigen
trocken	reinigen, versiegeln
feucht	trocknen, reinigen, versiegeln
fest	reinigen, versiegeln
lose oder locker	reinigen, verfestigen, versiegeln
unbehandelt	reinigen, versiegeln
behandelt	reinigen, Verträglichkeit prüfen
lösemittelbeständig	reinigen
nicht lösemittelbeständig	reinigen, Verträglichkeit prüfen

Tabelle 3

Abformungen und Reproduktionen

Trennmittel für die Abformung (Modell : Elastomer)

Tabella 4

Untergrund	PUR-Abformung	SI-Abformung
Naturstein	Formenwachs	SI-Trennlack
Beton / Betonwerkstein	Formenwachs	nicht erforderlich
Mörtel / Putze	Formenwachs	nicht erforderlich
Gips	Polierwachs, wenn trocken	nicht erforderlich
Ton / Lehm	Formenwachs, wenn trocken	nicht erforderlich
Glas / Keramik	Formenwachs	SI-Trennlack
Holz / Holzwerkstoffe	Formenwachs	nicht erforderlich
Plastilin / Kitten	Formenwachs	nicht erforderlich
Harte Kunststoffe	Formenwachs, wenn lösemittelbeständig	nicht erforderlich, aber Gefahr von Inhibierungen
Weiche Kunststoffe	Formenwachs, wenn lösemittelbeständig	nicht erforderlich, aber Gefahr von Inhibierungen
Lack / Anstrich	Formenwachs, wenn lösemittelbeständig	SI-Trennlack bei Silicatfarben
Textilien / Leder	Formenwachs	nicht erforderlich
Papier / Pappe	Formenwachs	nicht erforderlich
Metalle	Formenwachs	nicht erforderlich, aber Gefahr von Inhibierungen

RECKLI-Formenwachs

Lösungsmittelhaltiges Edelhartwachs zur sicheren Trennwirkung bei der Herstellung von Formen oder Matrizen aus RECKLI-PUR-Elastomeren

RECKLI-Polierwachs

Lösungsmittelhaltiges, flüssiges Wachs zur Erzielung polierter Modelloberflächen, speziell auf Gips

RECKLI-SI-Trennlack

Wasserlöslicher Trennlack für stark saugende Untergründe zur Vermeidung möglicher Anhaftungen beim Einsatz von RECKLI-SI-Elastomeren, verhindert Verfärbungen auf den Originalen und lässt sich nach der Abformung wieder mit Wasser abwaschen

Trennmittel für die Herstellung der Replikat (Elastomerform : Replikat)

Tabella 5

Replikat aus	PUR-Form	SI-Form
Gips	Gips-Trennmittel GTM	nicht erforderlich
Mörtel / Beton	Trennwachs TL / TL-SO / TL-W	nicht erforderlich
Gießharze		
- Epoxidharz, kalthärtend	Formenwachs	nicht erforderlich
- Methacrylat	Formenwachs, eingeschränkt	eingeschränkt
- Polyester, ungesättigt	Formenwachs, eingeschränkt	eingeschränkt
- Polyurethan	Formenwachs	eingeschränkt
- Silikon additionsvernetzt	nicht möglich, inhibiert	eingeschränkt
- Silikon kondensationsvernetzt	nicht erforderlich	nicht erforderlich
Metalllegierungen	nicht möglich (Wärmebeständigkeit)	eingeschränkt
Wachs	nicht möglich (Wärmebeständigkeit)	nicht erforderlich

RECKLI-Trennwachs TL

Hochwertiges, lösungsmittelhaltiges Edelhartwachs zur sicheren Trennung von zementgebundenen Replikaten von RECKLI-PUR-Elastomerformen

RECKLI-Trennwachs TL-W

Wässriges, umweltfreundliches Trennmittel für zementgebundenen Mörtel und Beton auf RECKLI-PUR-Elastomerformen

RECKLI-Formenwachs

Zur sicheren Trennwirkung bei der Herstellung von Replikaten aus Kunstgießharzen auf RECKLI-PUR-Elastomerformen

RECKLI-Trennwachs TL-SO

Wie Trennwachs TL, jedoch mit zusätzlich chemisch wirkendem Effekt, wenn der Beton besonders lange auf der Elastomerform verbleiben soll

RECKLI-Gipstrennmittel GTM

Wässriges, umweltfreundliches Trennmittel für Replikat aus Gips auf RECKLI-PUR Elastomerformen

Lieferung und Lagerung

RECKLI-Zwei-Komponenten-Elastomere werden in Doppelgebinden oder als Gebindepaare verschiedener Größen einschließlich Härter geliefert. Bei Doppelgebinden ist der Härter in Plastikflaschen abgefüllt. Die Flaschen liegen im Deckel der Gebinde. Bei Gebindepaaren wird der Härter in separaten Kanistern geliefert. Angebrochene Gebinde müssen luftdicht wieder verschlossen werden.

Die in den Merkblättern angegebene Dauer der Lagerstabilität bezieht sich auf nicht angebrochene Gebinde bei Lagerung in geschlossenen Räumen mit Temperaturen von +18 °C. Wird die Lagerdauer überschritten oder ändern sich die Lagerbedingungen, so ist durch einen Vorversuch zu prüfen, ob die Reaktionsfähigkeit beeinträchtigt ist.

Verarbeitung

Grundsätzlich ist beim Umgang mit unseren 2-K-Elastomeren auf Sauberkeit zu achten und jeder Kontakt mit Feuchtigkeit zu vermeiden.

Die beiden Komponenten, Härter und Stammlösung, sind mengenmäßig genau aufeinander abgestimmt. Das Mischungsverhältnis berechnet sich stets nach Gewichtsteilen, nicht nach Raumteilen. Sollen Teilmengen verbraucht werden, so ist zur Einhaltung des Mischungsverhältnisses eine Waage unerlässlich. Entnommene Teilmengen nicht wieder zurückfüllen. Die Nichteinhaltung des korrekten Mischungsverhältnisses führt regelmäßig zu einer Unter- oder Übervernetzung des Vulkanisats, wodurch die Qualitätsparameter gravierend verändert werden, so dass die Abformung unbrauchbar sein kann.

Zum Vermischen der beiden Komponenten eignet sich eine langsam laufende Bohrmaschine mit Rührpaddel. Kleinmengen werden von Hand mit einem Spachtel oder Rührholz verrührt.

Vor dem Mischen wird die Stammlösung gründlich aufgerührt. Dann wird der Härter der Stammlösung im angegebenen Mischungsverhältnis zugegeben und beide Materialien homogen miteinander vermengt. Zur Vermeidung von Mischfehlern ist das Material von der Wandung des Rührgebendes mit in den Mischvorgang einzubeziehen. Es ist vorteilhaft, wenn der Mischansatz in ein weiteres Rührgefäß umgefüllt und noch einmal durchgemischt wird. Andernfalls empfehlen wir, in einem Mischgebinde den Härter vorzulegen und darauf die Stammkomponente zu gießen und beides homogen zu vermischen; beim Entleeren dann das vermischte Material nur auslaufen lassen und nicht von den Wandungen abkratzen.

Die Angabe der Verarbeitungszeiten in den Datenblättern beziehen sich auf eine Material-, Umgebungs- und Untergrundtemperatur von +21 °C und der jeweiligen Ansatzmenge. Höhere Temperaturen beschleunigen, tiefere Temperaturen verlangsamen den Abbindevorgang. Die Materialtemperatur der Elastomere sollte bei der Verarbeitung generell +18 °C nicht unter- und +30 °C nicht überschreiten. Bei hohen Temperaturen ist daher eine kühle Lagerung erforderlich, während bei tiefen Temperaturen durch ein Warmwasserbad (Gebinde dicht verschlossen in warmes Wasser stellen) eine günstige Verarbeitungstemperatur erreicht werden kann. Die Verarbeitungszeit ist auch abhängig von der Ansatzmenge und der Lagerdauer des Materials.

Generell sollte eine Verarbeitung der Elastomere unter +10 °C nicht erfolgen, da die Vulkanisation bei geringeren Temperaturen völlig „einschlafen“ kann.

Härter und Stammmaterial sind immer im Originalzustand zu verarbeiten. Niemals Füllstoffe oder Verdünnungen zugeben. Diese würden die physikalischen und chemischen Materialeigenschaften unkontrolliert ändern.

Schutzhinweis

Haut und Augen sind vor Härter- und Kunststoffspritzern zu schützen. Bitte beachten Sie die Hinweise zur Gefahrstoff- und Gefahrgutverordnung auf den Etiketten und die jeweiligen DIN-Sicherheitsdatenblätter.

Gerätereinigung

Zur Säuberung der Geräte und des Handwerkszeuges und zur Beseitigung von Verunreinigungen durch PUR ist RECKLI-EK-PU-Verdünnung zu verwenden. Es muss gründlich gereinigt werden. Einfaches Einlegen des Werkzeugs in die Verdünnung genügt nicht.

Auch die SI-Elastomere können im Frischzustand mit RECKLI-EK-PU-Verdünnung entfernt werden. Vorteilhafter ist es aber, die SI-Elastomere aushärten zu lassen, da sie durch den Selbstrenneffekt im Regelfall vom Untergrund abgezogen werden können.



Abformung eines Ichthyosauriers (Fischsaurier)

Welche Art von Formen gibt es?

Generell unterscheidet man zwischen Massivformen, die auch als Vollgussformen bezeichnet werden oder Mantelformen, die oft auch Haut- oder Strumpfformen genannt werden. Beide Formenarten können einteilig aber auch zwei- oder gar mehrteilig sein.

Einteilige Massivformen

Wenn ein Modell nur einseitig texturiert ist, ist die Abformung recht einfach. Nach der Modellvorbereitung setzt man um das Modell einen Rahmen, der ca. 8-10 mm über den höchsten Strukturpunkt des Modells heraus ragen sollte, versieht das Modell und den Rahmen, falls erforderlich, mit dem ausgewählten Trennmittel, lässt das Trennmittel vollständig abfließen bis es trocken ist und gießt das Elastomer nach dem fachgerechten Anmischen in diese Form. Nach dem Erhärten, in der Regel nach ca. 24 Stunden, kann die Elastomerform von dem Modell abgenommen und für das Gießen der Reproduktion vorbereitet werden. Diese Art von Formen bezeichnet man auch als Matrizen. Aufgrund der Elastizität dieser Matrizen kann das Modell nicht nur rechtwinklige Strukturversprünge, sondern sogar geringfügige Unterschneidungen aufweisen, ohne dass das zu gießende Replikat bei der Entformung beschädigt wird, wenn es die notwendige Festigkeit aufweist.

Wenn das Modell nicht nur an der Front, sondern auch an den Seiten strukturiert ist, kann bis zu einem gewissen Strukturierungsgrad ebenfalls eine Massivform zur Anwendung kommen. Man spricht dann auch von einer Kastenform. Wenn allerdings die Seiten dieses Kastens tiefer strukturiert sind, wird man das Replikat nicht mehr aus einer solchen Form „herausschälen“ können und man wird eine zwei- oder gar mehrteilige Form herstellen müssen.

Zwei- oder mehrteilige Massivformen

Diese Art von Formen verwendet man, wenn das Modell allseitig abgeformt wer-

den soll und keine zu starken Hinter- oder Unterschneidungen aufweist. Diese Formen erfordern immer die Überlegung, an welcher Schnittlinie die Formennaht entlang geführt werden und wo die Einfüllöffnung für das Gießmaterial des Replikats positioniert werden soll. Eventuell sind dann auch noch Entlüftungslöcher oder -kanäle anzuordnen. An den Stoßnähten von zwei- oder mehrteiligen Formen sollten im Regelfall Schlossausbildungen vorgesehen werden, um die Passgenauigkeit der Formteile zu erhöhen und ein Verrutschen und Verschieben beim Einfüllen des Reproduktionswerkstoffes zu verringern oder gar ganz zu vermeiden.

Mantelformen

Gelegentlich werden Mantelformen auch als Haut- oder Strumpfformen bezeichnet. Im Regelfall handelt es sich um dünnwandige Formen, die immer dann verwendet werden, wenn Elastomermaterial gespart werden soll oder wenn aus technischen Gründen eine dickwandige, kompakte Form zu Entschalungsproblemen führt und es aufgrund ihrer Massivität entweder zu Beschädigungen des Modells, der Form selbst oder des Replikats kommen kann. Mantelformen können sowohl im Gießverfahren als auch im Streich- und Spachtelverfahren hergestellt werden. Oft sind sie mehrteilig, sie können aber auch einteilig sein. Je nach Modellart werden sie liegend (horizontal) oder stehend (vertikal) ausgeführt. Wie bei den Massivformen sind auch bei mehrteiligen Mantelformen an den Stoßnähten Schlossausbildungen vorzusehen, um die Formteile besser aneinander passen zu können, die Dichtigkeit zu erhöhen und ein Verschieben der Formteile gegeneinander beim Eingießen des Reproduktionsmaterials zu vermeiden. Abhängig von der Größe erfordern Mantelformen im Regelfall eine Stütz- oder Trägerform, die die Massenkräfte des für das Replikat zu verwendenden Gießmaterials aufnehmen muss.

Stützformen

Stütz- oder auch Trägerformen sind an die Mantelformen angepasste Formen, die den dünnwandigen elastischen Formen beim Eingießen des Replikatwerkstoffes den notwendigen Halt geben. Sie können massiv oder auch dünnwandig ausgeführt werden. Abhängig von der Gestaltung der Mantelform können auch die Stützformen ein- oder mehrteilig sein. Vielfach verwendet man als Werkstoff für Stützformen Gips oder gar Beton. Der Nachteil von Gips und Beton ist das hohe Gewicht. Bei großvolumigen Modellen wird die Stützform aus diesen Materialien unterteilt werden müssen, obwohl die Beschaffenheit des Modells eine Unterteilung gar nicht erforderlich macht, weil sie sonst von Hand aber nicht mehr zu transportieren wäre. Alternativ werden deshalb hierfür auch faserverstärkte Kunststoffspachtel- oder -stampfmassen eingesetzt, die zwar auch massiv ausgeführt werden, regelmäßig aber leichter sind, oder man streckt gießbare Harze mit Leichtfüllstoffen, um das Gewicht zu reduzieren. Ebenfalls aus Gewichtsgründen werden aber auch faserverstärkte Laminier- und Spachtel-Kunstharze verwendet (Polyester, Epoxidharz), um dünnwandige, schalenförmige Stützformen herzustellen. Abhängig von der Art und Größe der Form werden diese dünnwandigen Schalen durch starre Bewehrungen wie Holz- oder Stahlleisten oder -bleche verstärkt und ausgesteift.



Edenkobener Kirchenglocke von 1624

Einsatzfähigkeit / Handhabung / Reparatur / Reproduktionen

Einsatzfähigkeit der Formen

Die Vulkanisate erreichen nach ca. 7 Tagen ihre endgültige Durchhärtung und damit die volle mechanische und chemische Belastbarkeit. Abhängig von dem verwendeten Elastomer und dem Werkstoff, aus dem das Replikat hergestellt werden soll, können die Elastomerformen aber bereits nach ca. 24 Stunden eingesetzt werden. Dies trifft vor allem bei Replikaten aus Gips oder Beton zu. Bei Abgüssen aus Kunstharzen muss eine frühere Verträglichkeit unbedingt vorher getestet werden.

Handhabung / Lagerung der Formen

Auch wenn die Abformung noch so sorgfältig ausgeführt wird, lässt sich nicht mit Sicherheit ausschließen, dass bei zwei- oder mehrteiligen Formen die Passgenauigkeit sowohl des Elastomers als auch der Stützformen im Laufe des Gebrauchs oder bei der Lagerung allein schon durch Temperaturschwankungen, Dehnungen und Stauchungen aufgrund der Belastung und auch infolge natürlicher Alterung nachlässt, so dass sich Gratbildungen an den Schloss-Nähten ergeben können, die ein Nacharbeiten der Replikate erforderlich machen.

Die Formen sollten bei Raumtemperaturen trocken und vor Sonneneinstrahlung geschützt gelagert werden. Zur Beibehaltung der Formenstabilität ist es vorteilhaft, in der Form ein Replikat zu belassen. Allerdings muss das Replikat erst wie üblich entformt werden und dann, wenn es seine endgültige Aushärtung erreicht hat, in die Form passgenau wieder zurückgelegt werden.

Reinigung der Formen

PUR-Formen lassen sich mit dem Trennmittel reinigen, das für die Entformung der jeweiligen Replikate verwendet wird. Dazu wird ein sauberer Lappen, der nicht flust, mit dem Trennmittel getränkt und die Form gründlich abgerieben. Die in den Trennmitteln enthaltenen Lösungsmittel

komplett ablüften und trocknen lassen, bevor die Form wieder eingesetzt oder eingelagert wird.

Si-Formen lassen sich mit klarem Wasser unter Zugabe von ein paar Spritzern Spülmittel leicht reinigen. Nach der Reinigung mit einem nicht flusenden Lappen wieder trocken reiben.

Reparatur der Formen

Grundsätzlich muss die Reparaturstelle frei von Öl-, Fett-, oder Wachsrückständen sein und es dürfen keine anderen Verschmutzungen anhaften. Vorteilhaft ist es, die zu reparierende Stelle mit Sandpapier aufzurauen. Dadurch wird der Verbund mit dem Reparaturmaterial entschieden verbessert.

Generell ist aber zu sagen, dass eine Reparatur niemals vollwertig eine unbeschädigte Form ersetzen kann. Es besteht immer die Gefahr, dass die Reparaturstelle den Belastungen durch den Guss der Replikate nicht standhält.

Geeignete Reparaturmaterialien sind die Elastomere selbst, aus denen jeweils die Form hergestellt wurde.

Für PUR-Formen ist aber insbesondere RECKLI-Elastospachtel geeignet, ein eigens dafür hergestellter Reparatur- und Klebepachtel, der es ermöglicht, die Formen bereits nach ca. 6-8 Stunden wieder einzusetzen.

Für die SI-Formen eignen sich neben den jeweiligen 2-K-Silikon, aus denen die Formen hergestellt sind, auch handelsübliche Einkomponenten-Silikondichtungs- und Klebepasten, wobei sowohl bei den 2-K- als auch bei den 1-K-Silikon-Reparaturmaterialien mindestens eine Vulkanisationszeit von ca. 48 Stunden abgewartet werden sollte, bevor die Form wieder eingesetzt wird.

Reproduktionen

Die Reproduktionen von Modellen bezeichnet man auch als Kopien oder Replikate.

Die gebräuchlichsten Replikatwerkstoffe sind Gips oder Zementmörtel/Beton. Formen aus PUR-Elastomeren stellen für diese Replikatwerkstoffe kein Problem dar, wenn das jeweils geeignete Trennmittel verwendet wird. Bei SI-Elastomeren kann es bei Mörtel/Beton zu Abspaltungen in Form von weißlichen Ablagerungen auf den Replikaten kommen, wobei additionsvernetzende Typen dafür weniger anfällig sind als kondensationsvernetzende.

Bei allen Arten von Gießharzen als Reproduktionswerkstoff sollte in jedem Fall sowohl für PUR- als auch für SI-Formen ein entsprechender Vorversuch durchgeführt werden, da die Verträglichkeit von sehr vielen unterschiedlichen Parametern abhängig ist wie z.B. Füllgrad der Harze, Reaktivität, Wärmeentwicklung, Dauer der Aushärtung, Volumen des Replikats und auch die erwartete Einsatzhäufigkeit der Formen. Aufgrund der intensiven Reaktivität (Hitzeentwicklung) der Gießharze sind viele Typen nur für Replikate mit geringem Volumen geeignet. Es sollten deshalb unbedingt die Angaben des Herstellers beachtet werden.

Für Metalllegierungen oder heiß schmelzende Wachse kann der Einsatz von PUR-Formen allein schon wegen der geringeren Temperaturbeständigkeit nicht infrage kommen. Hierfür eignen sich eher SI-Formen.

Für Lebensmittel (Schokolade, Pralinen) sind PUR-Formen nicht geeignet. SI-Formen können bedingt hierfür verwendet werden, wenn sichergestellt ist, dass sämtliche flüchtigen Anteile aus den Formen entweichen sind. Im Regelfall hilft dabei, dass die SI-Form z.B. offen auf ca. 200 °C getempert wird.

Schritt für Schritt ...



1 | Festlegung der Trennlinien



2 | angespachtelter Trennlinien-Wulst



3 | geglätteter und versiegelter Trennwulst



4 | Aufstreichen der ersten Silikonschicht



5 | Aufgestrichene Silikonschicht



6 | Setzen von Schaumstoff-Füllungen in Hinter- oder starken Unterscheidungen



7 | Aufstreichen der zweiten Silikonschicht



8 | Fixierung der Schlossausbildung



9 | dritte Silikonschicht aufstreichen und glätten



10 | geglättete letzte Silikonschicht



11 | Einbetten von Halteschlaufen zur Fixierung in der Stützform

... vom Original ...



12 | Auftrag von Epoxi-GF-Spachtel



13 | geglättete Epoxi-GF-Schale



15 | fertige erste Formenhälfte



14 | Entfernen des Trennwulstes



16 | Abstützung und Verspannung der ersten Formenhälfte



17 | Aufstreichen der dritten Silikonschicht auf die zweite Formenhälfte



18 | Schaumstoff-Füllungen für den hinterschnittenen Faltenwurf



19 | Anspachteln der Aussteifung mit Stützmasse EP-F Type VB



20 | fertige Aussteifung



21 | Halbschale, gestürzt

... zur Reproduktion.



22 | Form fertig zum Reproduktionsguss



23 | Blick in die Form



24 | Abnehmen der Stützschaale vom Silikon-Mantel



25 | Abkrepeln des Silikon-Mantels vom Replikat

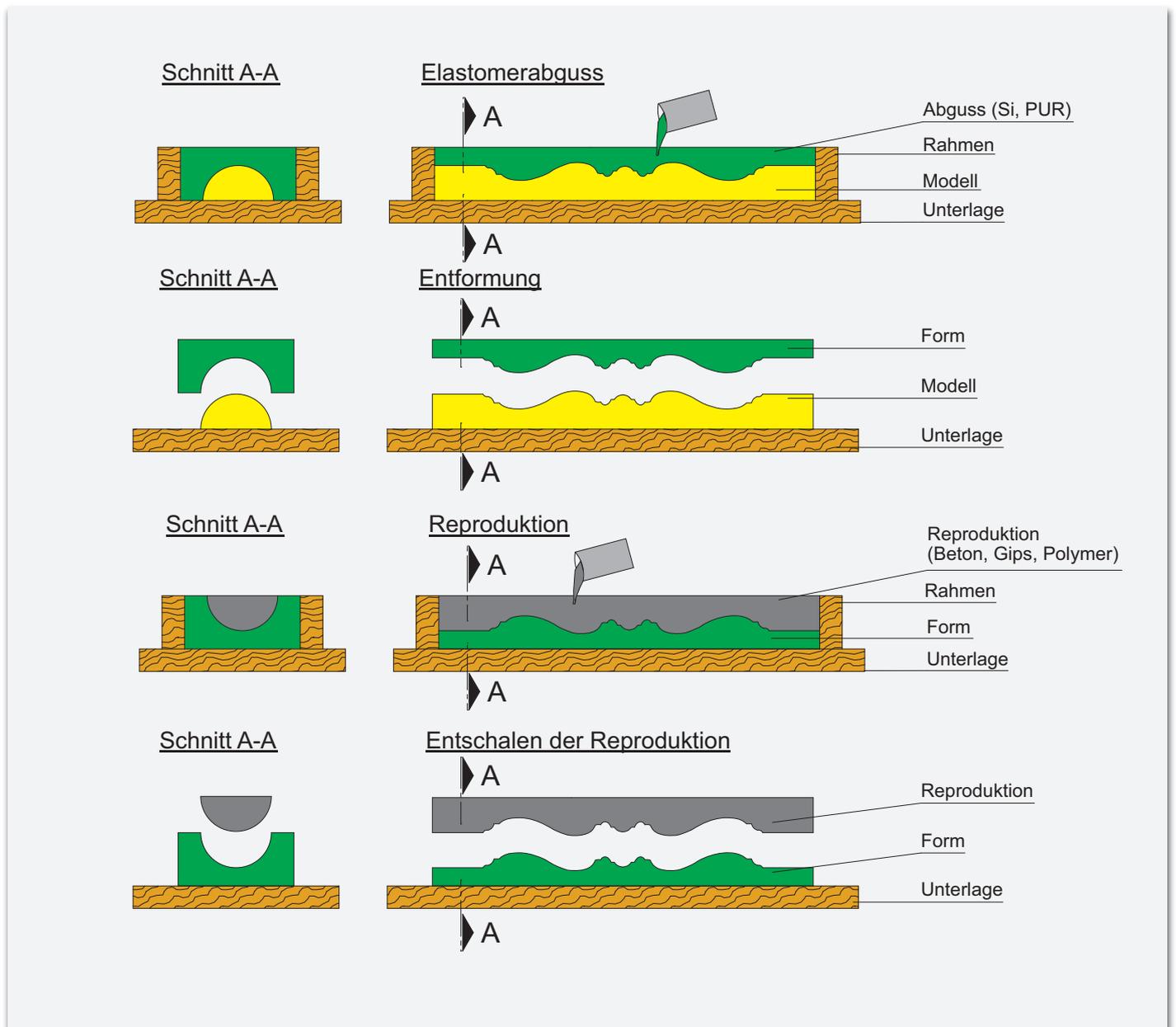


26 | Original und Replikat

Arbeitsschritte und graphische Darstellung

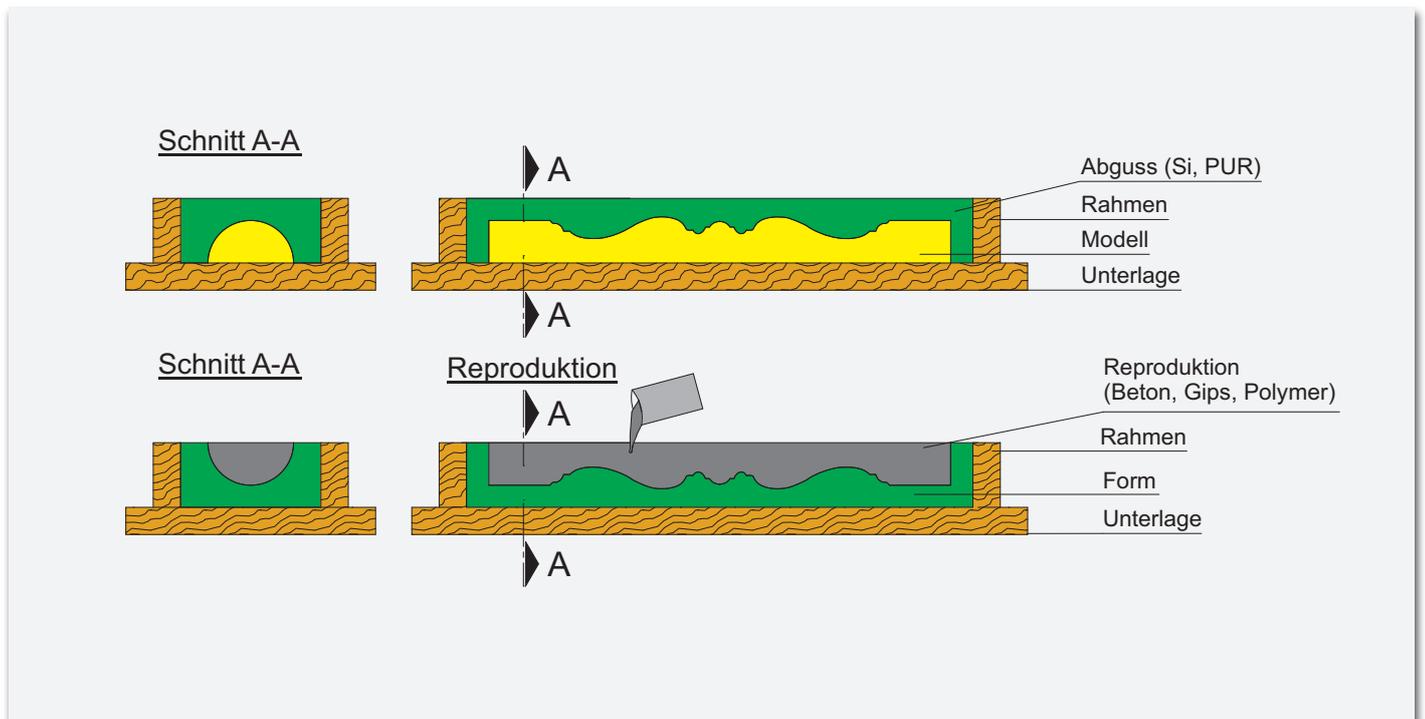
Massivform – einteilig (Matrize)

- Um das vorbehandelte Modell Absperrrahmen setzen und befestigen
- Rahmen mindestens 8 mm höher als der höchste Strukturpunkt im Modell
- Rahmen eventuell abdichten
- Falls erforderlich, Modell und Rahmen mit entsprechendem Trennmittel versehen
- Trennmittel trocknen lassen
- Elastomer anrühren und aus möglichst großer Höhe mit dünnem Strahl auf die tiefste Stelle des Modell gießen und von dort über das Modell fließen lassen
- Höchsten Modellpunkt ca. 8 mm überdecken
- Bei großflächigen Modellen das Elastomer eventuell verschliffen
- Nach dem Erhärten des Elastomers (ca. 24 Stunden) Rahmen entfernen
- Matrize oder Massivform vom Modell abziehen/abrollen



Massivform – einteilig (Kastenform)

- Vorbehandeltes Modell auf eine Bodenplatte legen/stellen und fixieren
- Um das Modell Absperrahmen setzen und befestigen
- Rahmenabstand zum Modell mindestens ca. 2 cm
- Rahmen mindestens 10 mm höher als der höchste Modellpunkt
- Stöße und Fugen des Rahmens abdichten
- Falls erforderlich, Modell und Rahmen mit entsprechendem Trennmittel versehen
- Trennmittel trocknen lassen
- Elastomer anrühren und aus möglichst großer Höhe mit dünnem Strahl in den Kasten in die tiefste Stelle des Modells gießen,
- Nur in die tiefste Stelle des Modells fließen lassen und von dort das Material über alle Modellbereiche steigen lassen
- Die höchste Modellstelle ca. 10 mm überdecken
- Elastomer erhärten lassen (ca. 24 Stunden)
- Rahmen entfernen
- Elastische Form vorsichtig vom Modell abziehen



Wichtiger Hinweis zur Vermeidung von Luftporen

Generell gilt, dass in die Matrix des Elastomers unvermeidlich eingerührte Luft oder dem Modell anhaftende, nicht verdrängte Luft oder aus dem Modell entweichende Luft zur Bläschenbildung an der Oberfläche der Elastomerform führen kann. Eingerührte Luft ließe sich wohl durch ein Vakuumverfahren evakuieren, was allerdings einen erheblichen Aufwand bedeutet, zusätzliche Kosten verursacht und bei größeren Formen kaum durchführbar ist. Durch Aufstreichen einer ersten Elastomerschicht mit einem kurzhaarigen Pinsel oder bei SI-Formen auch durch Einmassieren von Hand kann die Bläschenbildung erheblich verringert werden.

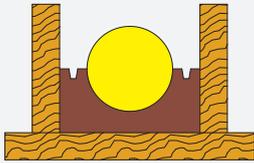
Außerdem gilt für Massiv-Formen: das Elastomer aus möglichst großer Höhe mit dünnem Strahl in die tiefste Stelle des Modells gießen und von dort aufsteigen und über das gesamte Modell fließen lassen.

Arbeitsschritte und graphische Darstellung

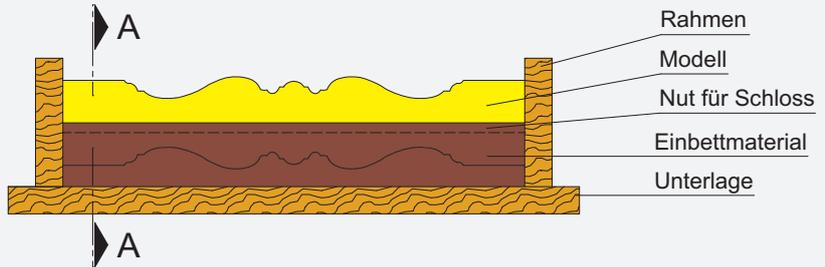
Massivform – zweiteilig, Gießverfahren

- Trennlinien am Modell festlegen
- Vorbehandeltes Modell auf eine Bodenplatte legen/stellen und fixieren
- Um das Modell herum Absperrrahmen setzen und befestigen
- Rahmenabstand zum Modell mindestens ca. 2 cm (seitliche Begrenzungen)
- Rahmen mindestens 10 mm höher als höchster Modellpunkt
- Stöße und Fugen des Rahmens abdichten
- Einzubettende Modellhälfte bis zur Trennlinie eventuell mit einer Folie schützen
- Einbettmaterial (Sand, Gips, Mörtel, Kitt, Knetwachs, Ton, Plastilin usw.) bis zur höchst möglichen Trennlinie auffüllen, anspachteln, andrücken
- Einbettmaterial erstarren lassen und eventuell entlang der Trennlinie nacharbeiten
- Am Einbettmaterial Schlösser (Leisten, Stifte, Schnüre, Kalotten, Vertiefungen) anbringen, um eine bessere Passgenauigkeit der Formenhälften zu ermöglichen
- Einfüll- und erforderliche Entlüftungsröhrchen für den späteren Replikatwerkstoff setzen und befestigen
- Falls erforderlich, Modell, Sichtflächen des Einbettmaterials und Rahmen mit entsprechendem Trennmittel versehen
- Trennmittel trocknen lassen
- Elastomer anmischen und mit dünnem Strahl aus möglichst großer Höhe in die Kastenform fließen lassen
- Immer nur an einer Stelle gießen, möglichst an der tiefsten in der Form und das Material über alle Modellbereiche fließen lassen
- Die höchste Modellstelle ca. 10 mm überdecken
- Elastomer erhärten lassen (ca. 24 Stunden)
- Komplette Form mit dem Modell auf den Rücken legen
- Kastenrahmen und Boden abnehmen
- Einbettmaterial und Schutzfolie entfernen
- Fertige erste Formenhälfte nicht vom Modell abnehmen
- Modell zusammen mit der ersten Formenhälfte auf den Rücken legen
- Boden und Kastenrahmen wieder montieren
- Alle sichtbaren Flächen der ersten Formenhälfte mit entsprechendem Trennmittel einstreichen, um ein Aneinanderkleben der beiden Formenhälften zu vermeiden
- Falls erforderlich, das Modell und auch den Schalungsrahmen wieder mit Trennmittel versehen
- Trennmittel trocken lassen
- Eventuell wieder Einfüll- und/oder Entlüftungsröhrchen für den späteren Replikatwerkstoff setzen und fixieren
- Elastomer anmischen und mit dünnem Strahl aus möglichst großer Höhe in die Kastenform fließen lassen
- Immer nur an einer Stelle gießen, möglichst an der tiefsten in der Form und das Material über alle Modellbereiche fließen lassen
- Die höchste Modellstelle ca. 10 mm überdecken
- Elastomer erhärten lassen (ca. 24 Stunden)
- Schalungsrahmen entfernen
- Obere und untere Formenhälfte vom Modell abziehen
- Falls vergessen wurde, Einfüll- und Entlüftungsröhrchen vorzusehen, an entsprechender Stelle Löcher durch das Elastomer bohren

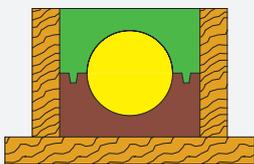
Schnitt A-A



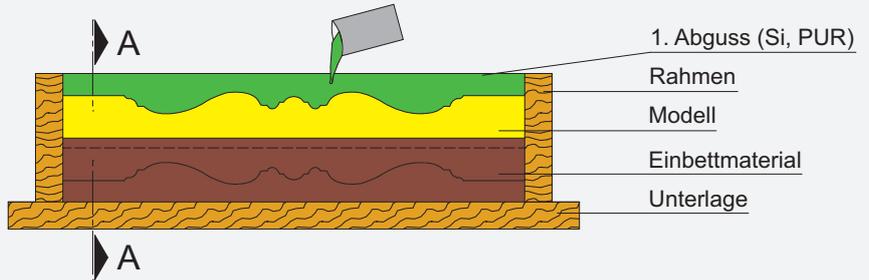
Teilung des Abgusses mit Einbettmaterial



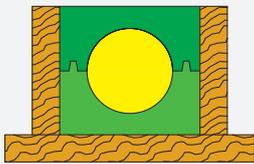
Schnitt A-A



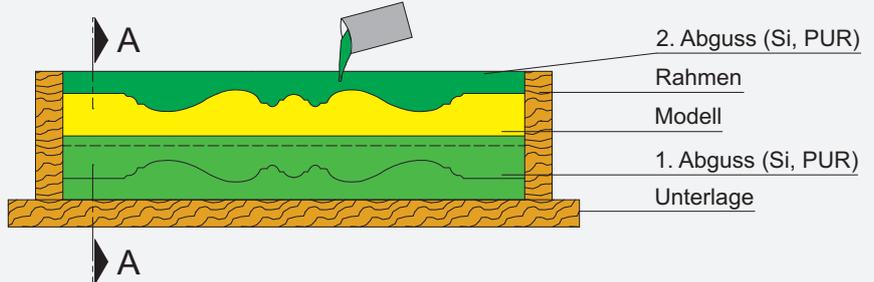
Elastomerabguss der ersten Formenhälfte



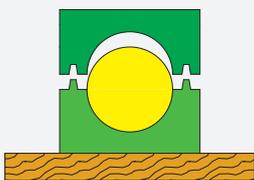
Schnitt A-A



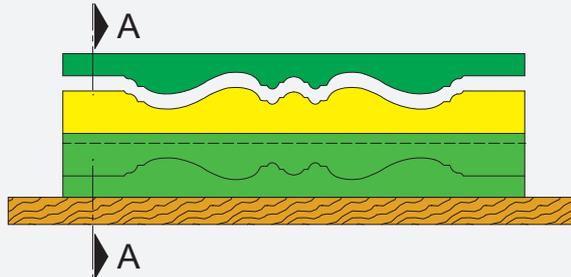
Elastomerabguss der zweiten Formenhälfte



Schnitt A-A



Entschalung der zweiteiligen Form



Massivform zweiteilig

Arbeitsschritte und graphische Darstellung

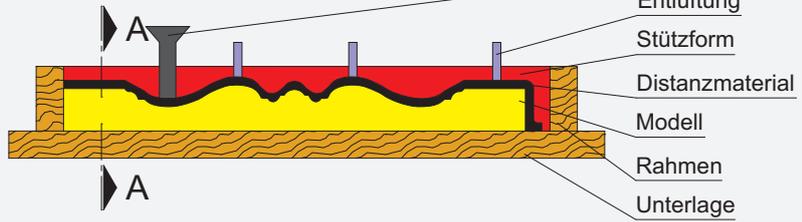
Mantelform – einteilig, Gießverfahren

- Vorbehandeltes Modell auf einer Unterlage fixieren
- Modell mit Trennmittel versehen oder dünne Folie auflegen
- Distanzmaterial (Ton, Kitt, Plastilin) in einer Dicke von ca. 10 mm aufragen
- Schalungsrahmen zum Eingießen des Stützformmaterials um das Modell bauen, fixieren und abdichten
- Ausreichende Höhe des Rahmens und Abstand vom Modell beachten (ca. 3 cm, abhängig von dem Stützformmaterial)
- Rücken des Distanzmaterials mit Trennmittel bestreichen
- In den Schalungsrahmen Stützformmaterial (Gips, Mörtel, Kunstharze) gießen
- oder Stützschaale aus faserverstärkten Kunststoffen (Polyester, Epoxide) aufspachteln, hierbei erspart man sich den Schalungsrahmen
- Versteifungen an der Kunststoffstützschaale anarbeiten (Holzleisten, Eisenprofile)
- Einfüll- und Entlüftungsröhrchen anordnen und fixieren
- nach dem Erhärten des Stützformmaterials den Schalrahmen entfernen,
- Lage der Stützform am Untergrund exakt markieren,
- Stützform abnehmen
- Distanzmaterial entfernen
- Falls keine Einfüll- und Entlüftungsröhrchen gesetzt wurden, Stützform an den entsprechenden Stellen durchbohren (Gießbohrungen an der möglichst tiefsten Stelle des Modells, Entlüftungsbohrungen an den höchsten Stellen)
- Das Modell mit Trennmittel bestreichen, falls erforderlich
- Die Stützform innen mit Trennmittel bestreichen, falls erforderlich
- Trennmittel trocknen lassen
- Elastomer anrühren und eine erste Schicht auf das Modell mit Kurzhaarpinsel aufstreichen, SI-Elastomere können auch von Hand einmassiert werden
- Gegossene Stützform über das Modell stülpen und exakt an der Markierung der Bodenplatte positionieren
- Schalungsrahmen wieder montieren
- oder gespachtelte Kunststoff-Stützschaale positionieren und fixieren
- Angerührtes Elastomer mit dünnem Strahl (Trichter) in das Gießloch eingießen
- Durch leichtes Vibrieren oder Hin- und Herschütteln der Form kann das Elastomer besser entlüften und die Luftbläschen aus den Steigeröhrchen entweichen
- Material solange eingießen, bis es an den Entlüftungslöchern zu sehen ist
- Elastomer erhärten lassen (ca. 24 Stunden)
- Stützform und Mantelform vom Modell abnehmen
- Mantelform vom Modell abziehen und in die Stützform zurück legen
- Mantelform auch nach der Herstellung der Replikate immer wieder in die Stützform zurück legen, um Deformationen besonders an noch nicht voll ausreagierten Mantelformen zu vermeiden

Schnitt A-A



Stützform, massiv
(Gips, Beton, Polymer)



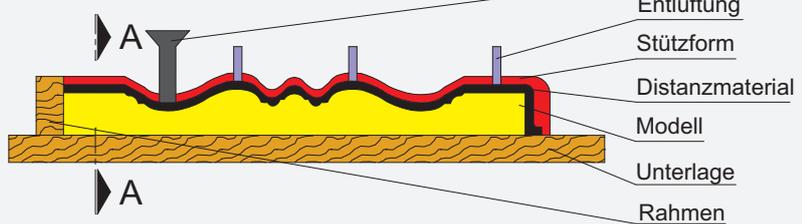
Schnitt A-A



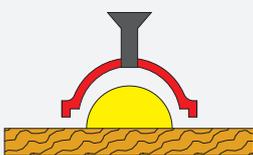
alternativ:

Stützform, GFK-Schale

(Polymer-Stampfmasse, -Spachtel, -Laminat)

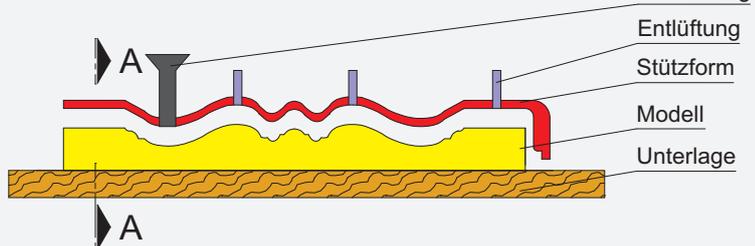


Schnitt A-A



Entformung

(Entschalte GFK-Stützschaale, Distanzmaterial entfernt)

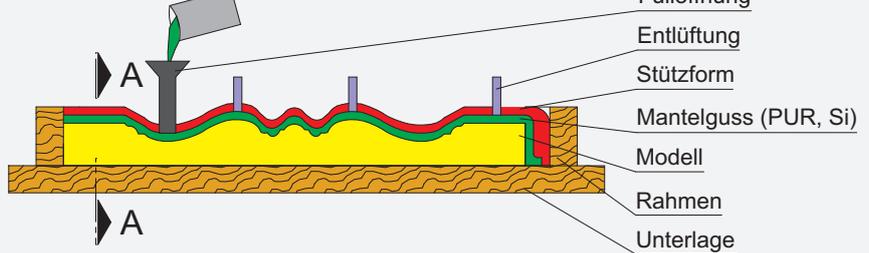


Schnitt A-A

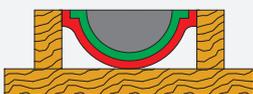


Elastomerabguss

(PUR, Si)

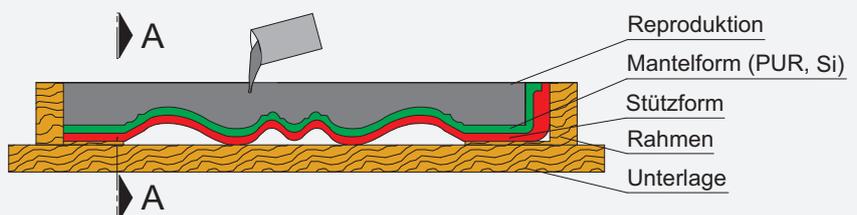


Schnitt A-A



Reproduktion (Kopie, Replikat)

(Gips, Beton, Polymer)



Arbeitsschritte und graphische Darstellung

Mantelform – zweiteilig, Gießverfahren

- Vorbehandeltes Modell auf eine Unterlage legen/stellen und fixieren
- Trennlinie am Modell festlegen und markieren
- Modelldurchbrüche möglichst gleich groß vorsehen
- Linie möglichst nicht über glatte Flächen, sondern entlang von Kanten laufen lassen
- Um das Modell herum Absperrrahmen setzen, befestigen und abdichten (ca. 5 cm Abstand zwischen Modell und Rahmen)
- Rahmen mindestens 3 cm höher als höchster Modellpunkt
- Falls möglich, Modell mit der geplanten Einfüllöffnung für das Replikatmaterial an den Rahmen anstoßen lassen

Einbettvorgang

- Einzubettende untere Modellhälfte bis zur Trennlinie eventuell mit einer Folie schützen
- Einbettmaterial (Sand, Gips, Mörtel, Ton, Kitt, Plastilin, Knetwachs usw.) bis zur höchst möglichen Trennlinie auffüllen, anspachteln, andrücken
- Wenn ein Sandbett vorgesehen ist, das Sandbett mit einer obersten Schicht Gips als Glättungsschicht versehen
- Einbettmaterial erhitzen lassen und eventuell entlang der Trennlinie nacharbeiten
- Am Einbettmaterial Schlösser (Leisten, Stifte, Schnüre, Kalotten, Vertiefungen) anbringen, um eine bessere Passgenauigkeit der Formhälften (-teile) zu ermöglichen
- Einfüll- und erforderliche Entlüftungsröhrchen für den späteren Replikatwerkstoff setzen und befestigen
- Falls erforderlich, Modell, Sichtflächen des Einbettmaterials und Rahmen mit Trennmittel bestreichen
- Trennmittel trocken lassen

Ende Einbettvorgang

Arbeitsschritte 1. Formenhälfte

- (1) Eventuell zusätzlich dünne Folie auflegen, um eine Verschmutzung des Modells durch das Distanzmaterial zu vermeiden
- (2) Distanzmaterial (Ton, Kitt, Plastilin) in einer Dicke von ca. 10 mm auf die Modellhälfte auftragen
- (3) Eventuell Ankerpunkte oder -profile anformen zum besseren Halt der Mantelform in der Stützform
- (4) auch Unter- und Hinterschneidungen vollständig mit dem Distanzmaterial abdecken
- (5) Zur besseren Trennung vom Stützformmaterial das Distanzmaterial mit Trennmittel versehen
- (6) Trennmittel trocknen lassen
- (7) Stützformmaterial aufgießen (Gips, Mörtel, Kunstharze)
- (8) oder Stützform aus faserverstärkten Kunststoffen (Polyester, Epoxide) aufspachteln, hierbei erspart man sich den Schalungsrahmen
- (9) Versteifungen an der Kunststoffstützform anarbeiten (Holzleisten, Eisenprofile)
- (10) Nach dem Erhitzen den Rahmen entfernen, die Stützform und das Distanzmaterial und eventuell die Schutzfolie von der ersten Modellhälfte abnehmen
- (11) Wenn keine Einfüll- oder Entlüftungsröhrchen gesetzt wurden, entsprechende Löcher in die Stützform bohren
- (12) Gießöffnung an der tiefsten Stelle, Entlüftungsbohrungen an den höchsten Stellen des Modells anordnen
- (13) Falls erforderlich, auf das Modell und auf die Innenseite der Stützform Trennmittel auftragen
- (14) Trennmittel trocknen lassen
- (15) Elastomer anrühren und mit Kurzhaarpinsel als erste Schicht auf die Modellhälfte aufstreichen
- (16) Rahmen wieder montieren
- (17) Stützform passgenau wieder über das Modell stülpen und fixieren
- (18) mit dünnem Strahl aus möglichst großer Höhe das Elastomer in die Füllöffnung gießen (Trichter)
- (19) Falls möglich, Form leicht schütteln/vibrieren, so dass das Elastomer ohne Einschluss von Luftlinsen in alle Details der Modelloberfläche fließen kann
- (20) Solange eingießen bis das Elastomer an den Luftlöchern zu sehen ist
- (21) Elastomer erhitzen lassen (ca. 24 Stunden)
- (22) Rahmen entfernen
- (23) Form auf den Rücken legen

- (24) Einbettmaterial entfernen
- (25) Erste Hälfte der Stützform und die erste Hälfte der Mantelform verbleiben auf dem Modell
- (26) Rahmen wieder montieren
- (27) Falls erforderlich, zweite Modellhälfte und die sichtbaren Flächen der ersten Stützformhälfte und den Rahmen mit Trennmittel versehen
- (28) Trennmittel trocken lassen

Arbeitsschritte 2. Formenhälfte

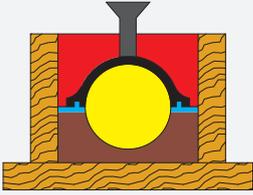
- (1-22) Arbeitsschritte identisch mit 1. Formenhälfte
- (23) Stützform- und Mantelformhälften vom Modell abnehmen
- (24) Mantelformhälften passgenau wieder in die Stützformhälften zurück legen
- (25) Stützformhälften passgenau zusammen klammern (Gips, Mörtel) oder verschrauben (Polyester/Epoxid)
- (26) Mantelform auch nach der Herstellung der Replikat immer wieder in die Stützform zurück legen, um Deformationen besonders an noch nicht voll ausreagierten Mantelformen zu vermeiden



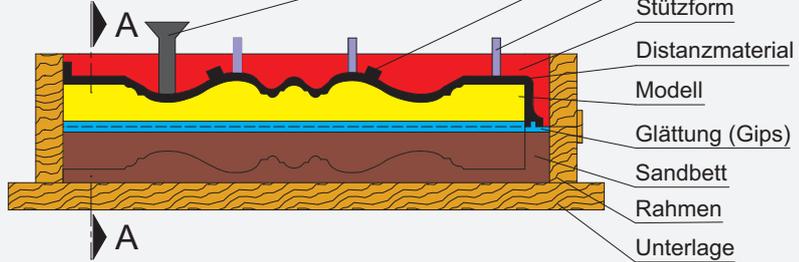
Entschalung einer einteiligen Massivform aus SI-Elastomer

Mantelform - zweiteilig, Gießverfahren

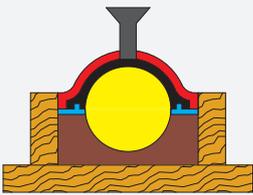
Schnitt A-A



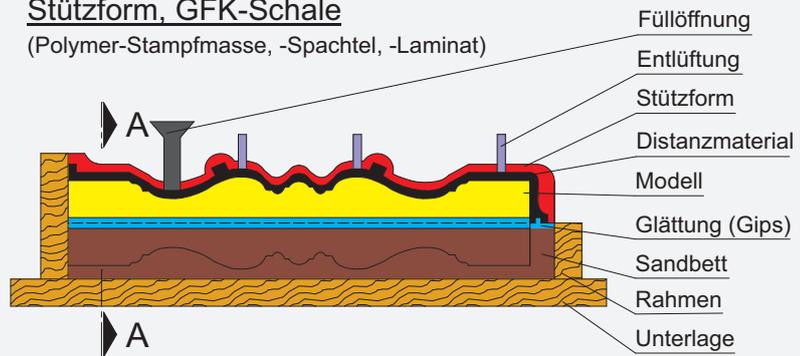
Stützform, massiv
(Gips, Beton, Polymer)



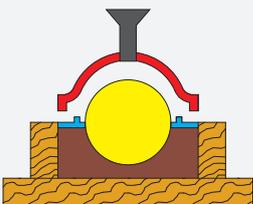
Schnitt A-A



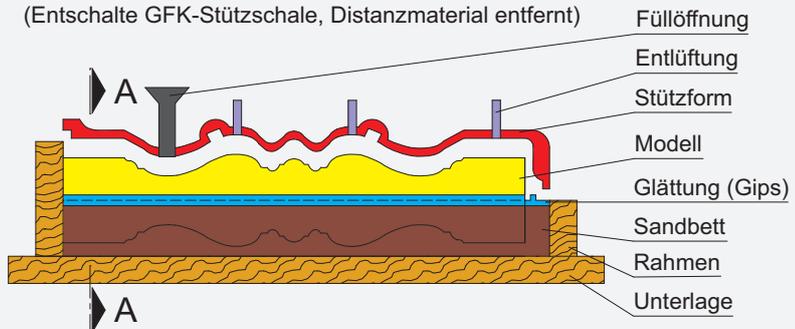
alternativ:
Stützform, GFK-Schale
(Polymer-Stampfmasse, -Spachtel, -Laminat)



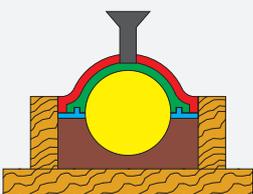
Schnitt A-A



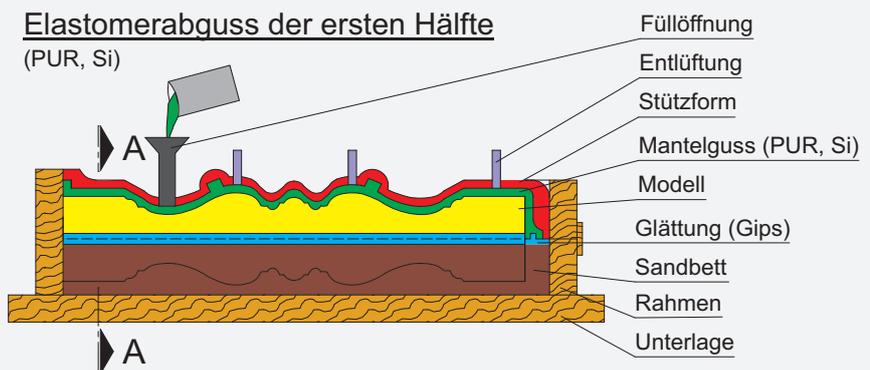
Entformung der ersten Hälfte
(Entschalte GFK-Stützschale, Distanzmaterial entfernt)



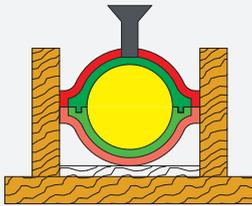
Schnitt A-A



Elastomerabguss der ersten Hälfte
(PUR, Si)

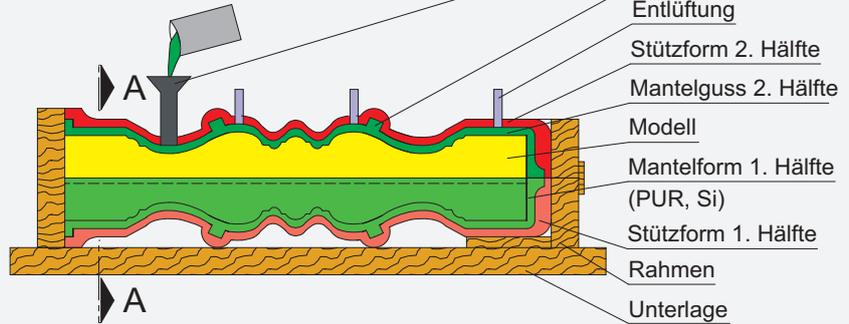


Schnitt A-A

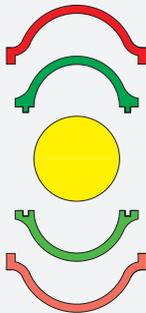


Elastomerabguss der zweiten Hälfte

nach Drehung um 180° (PUR, Si)

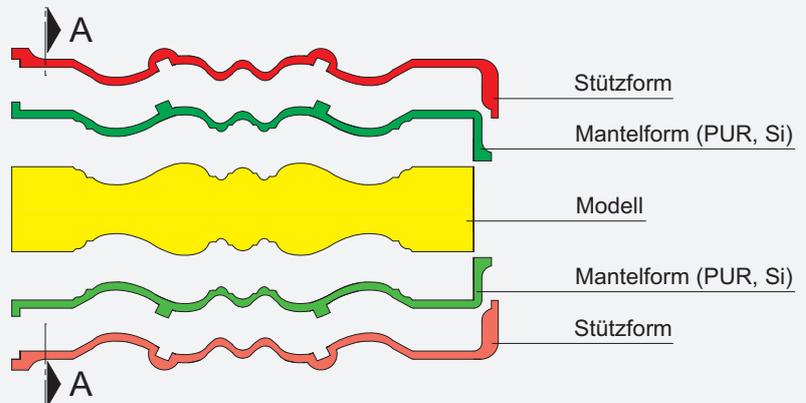


Schnitt A-A



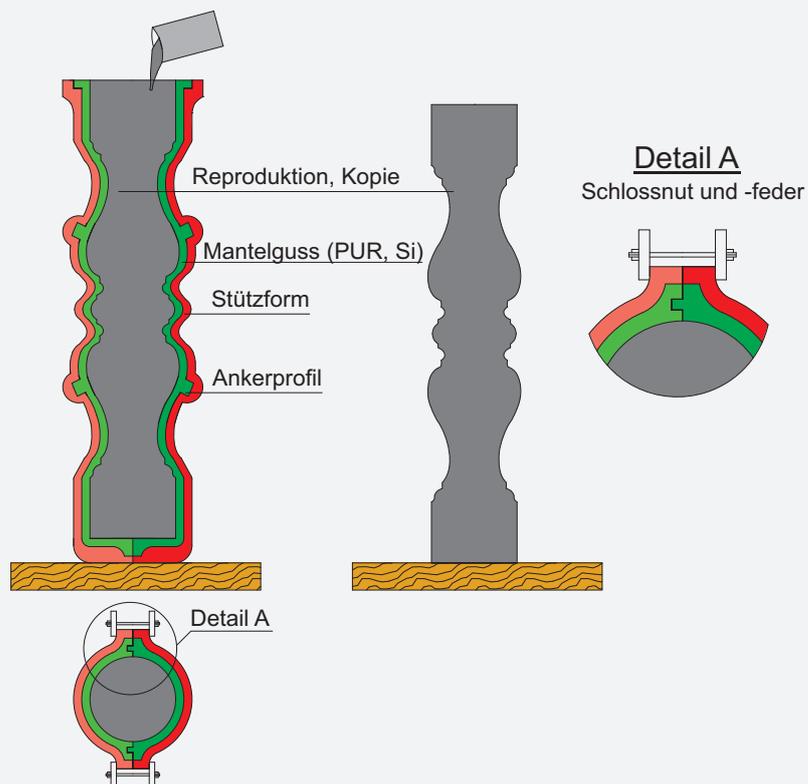
Entformung mehrteilig

Entschalen der GFK-Stützschaale und Elastormantelform



Reproduktion

(Beton, Gips, Polymer)



Arbeitsschritte und graphische Darstellung

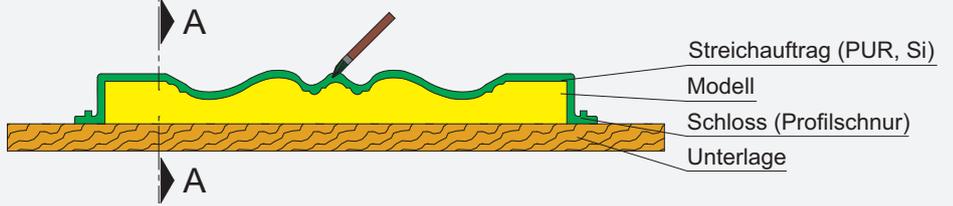
Mantelform – einteilig, Streich- und Spachtelverfahren, horizontal

- Vorbehandeltes Modell auf einer Unterlage fixieren
- Falls erforderlich, Modell mit Trennmittel versehen
- Elastomer anrühren
- Durch Zugabe von Verdicker leicht thixotrop einstellen oder bereits thixotropes Material verwenden
- Flüssiges oder leicht thixotropes Elastomer mit einem kurzhaarigen Pinsel auf das Modell aufstreichen, bei SI-Elastomeren kann die erste Schicht auch von Hand einmassiert werden
- Diese dünne Streichschicht anreagieren lassen, so dass es von der nachfolgenden Schicht nicht mehr verdrängt werden kann aber noch klebrig ist
- Elastomer für die nächste Schicht einfärben, um eine bessere Kontrollmöglichkeit für die Dicke des Auftrages zu haben
- Standfestes Elastomer auf die noch klebrige Schicht mit einem Spachtel ca. 5-15 mm dick aufspachteln
- In Vertiefungen Schaumstofffüllungen einpassen, um großes, sperriges Volumen zu vermeiden
- Vorteilhaft ist es, eine dritte Schicht, zur Schichtenkontrolle wieder im Originalfarbton aufzuspachten, dann braucht die zweite Schicht nur ca. 3-5 mm stark zu sein
- Letzte Schicht so glätten, dass sich keine Grate, Überwürfe, Unter- oder Hinterschneidungen ergeben, so dass sich die Mantelform nicht in der späteren Stützform verklemt
- Bei großen/tiefen Hinterschneidungen den inneren Bereich der Hinterschneidung auch glatt ausführen, um später separate Keile und/oder Plomben anfertigen und in die feste/starre Stützform einfügen zu können
- Zur Fixierung und zum besseren Halt in der Stützform in die letzte Elastomer-Schicht Schlösser einarbeiten (trapezförmige Wulste, Erhebungen oder Vertiefungen/Knöpfe, Halteschlaufen)
- Elastomer-Schichten erhärten lassen (ca. 24 Stunden)
- Zur Anfertigung der Stützform/-schale Mantelform nicht vom Modell abziehen
- Rücken der Mantelform mit entsprechendem Trennmittel versehen, falls erforderlich
- Bei Hinterschneidungen und Durchbrüchen Keile/Plomben aus Werkstoff der Stützform (Gips, faserverstärkte Kunstharze) aufspachteln (Epoxid/Polyester) und eventuell Passungen für die nachfolgende Stützform anordnen
- Plomben hart werden lassen
- Plomben auf der Mantelform sitzen lassen
- Nochmals Trennmittel auftragen
- Stützform aufspachteln
- Falls erforderlich, Stützform durch angespachtelte Holzleisten oder Stahlprofile aussteifen
- Stützform erhärten lassen
- Stützform und Plomben vom Rücken der Mantelform abnehmen
- Mantelform vom Modell abziehen und in die Stützform zurück legen
- Mantelform auch nach der Herstellung der Replikate immer wieder in die Stützform zurück legen, um Deformationen besonders an noch nicht voll ausreagierten Mantelformen zu vermeiden

Schnitt A-A



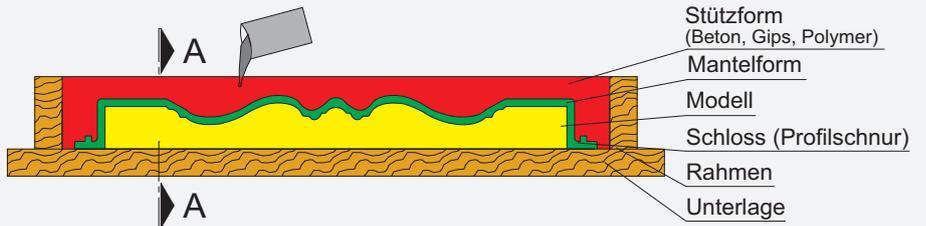
Streichauftrag
(PUR, Si)



Schnitt A-A



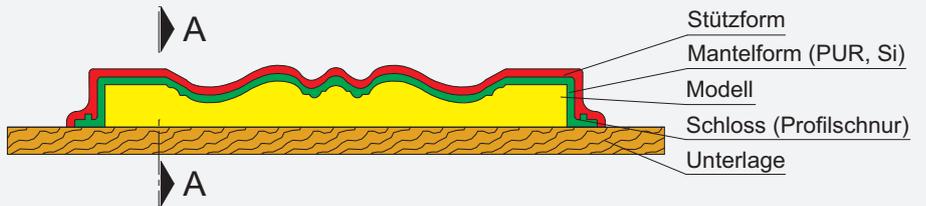
Stützform, massiv



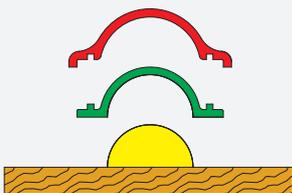
Schnitt A-A



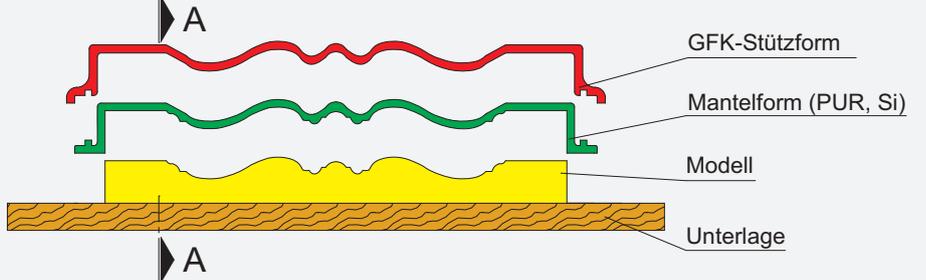
alternativ:
Stützform, GFK-Schale
(Polymer-Stampfmasse, -Spachtel, -Laminat)



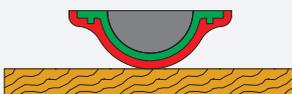
Schnitt A-A



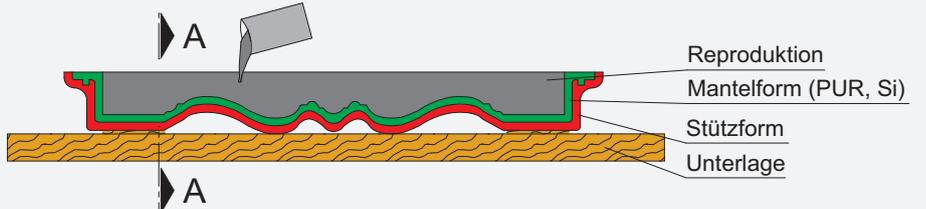
Entformung
Entschalte GFK-Stützschale, Mantelform



Schnitt A-A



Reproduktion
(Gips, Beton, Polymer)



Arbeitsschritte und graphische Darstellung

Mantelform – zweiteilig, Streich- und Spachtelverfahren, vertikal

- Vorbehandeltes Modell auf eine Unterlage stellen/legen und fixieren
- Trennlinie festlegen und markieren
- Möglichst gleich große Formenhälften wählen
- Linie möglichst nicht über glatte Flächen, sondern entlang von Kanten laufen lassen
- Modelldurchbrüche möglichst gleich groß teilen

Falls Modell eingebettet werden kann (im Regelfall kleine Modelle):

- Einbettvorgang siehe zweiteilige Mantelform im Gießverfahren (Seite 20)

Falls nicht eingebettet, sondern nur abgestellt wird:

- Stehend abformen (vertikal)
- Falls erforderlich, Trennmittel auf das Modell auftragen
- Trennmittel trocknen lassen
- Aus Knetmasse (Plastilin) oder aus Gips einen Abstell-Wulst entlang der Trennlinie anlegen, andrücken und glätten
- Wulst mindestens ca. 3-5 cm breit und ca. 3-5 cm dick
- Am Wulst Schlösser (Leisten, Stifte, Schnüre, Kalotten, Vertiefungen) anbringen, um eine bessere Passgenauigkeit der Formenhälften (-teile) zu ermöglichen
- Einfüll- und/oder erforderliche Entlüftungsröhrchen für den späteren Replikatwerkstoff setzen und befestigen

Gleichbleibende Arbeitsschritte nach dem Einbetten oder Abstellen:

1. Formenhälfte

- (1) Elastomer anrühren
- (2) Durch Zugabe von Verdicker leicht thixotrop einstellen oder bereits thixotropes Material verwenden
- (3) Flüssiges oder leicht thixotropes Elastomer mit einem kurzhaarigen Pinsel auf das Modell und den Wulst aufstreichen, bei SI-Elastomeren kann die erste Schicht auch von Hand einmassiert werden
- (4) Diese dünne Streichschicht anreagieren lassen, so dass es von der nachfolgenden Schicht nicht mehr verdrängt werden kann aber noch klebrig ist
- (5) Elastomer für die nächste Schicht einfärben, um eine bessere Kontrollmöglichkeit für die Dicke des Auftrages zu haben
- (6) In Vertiefungen Schaumstofffüllungen einpassen, um großes, sperriges Volumen zu vermeiden
- (7) Standfestes Elastomer auf die noch klebrige Schicht mit einem Spachtel ca. 5-15 mm dick aufspachteln
- (8) Vorteilhaft ist es, eine dritte Schicht, zur Schichtenkontrolle wieder im Originalfarbton aufzuspachteln, dann braucht die zweite Schicht nur ca. 3-5 mm stark zu sein
- (9) Letzte Schicht so glätten, dass sich keine Grate, Überwürfe, Unter- oder Hinterschneidungen ergeben, so dass sich die Mantelform nicht in der späteren Stützform verklemmt
- (10) Bei großen/tiefen Hinterschneidungen den inneren Bereich der Hinterschneidung auch glatt ausführen, um später separate Keile und/oder Plomben anfertigen und in die feste/starre Stützform einfügen zu können
- (11) Zur Fixierung und zum besseren Halt in der Stützform in die letzte Elastomer-Schicht Schlösser und Ankerprofile oder Halteschlaufen einarbeiten (trapezförmige Wulste, Erhebungen oder Vertiefungen/Knöpfe, Halteschlaufen)
- (12) Elastomer-Schichten erhärten lassen (ca. 24 Stunden)
- (13) Zur Anfertigung der Stützform/-schale Mantelform nicht vom Modell abziehen
- (14) Rücken der Mantelform mit entsprechendem Trennmittel versehen, falls erforderlich, und trocknen lassen
- (15) Bei Hinterschneidungen Keile/Plomben aus Werkstoff der Stützform (Gips, faserverstärkte Kunstharze) aufspachteln (Epoxid/Polyester) und eventuell Passungen für die nachfolgende Stützform anordnen
- (16) Plomben auf der Mantelform sitzen lassen
- (17) Nochmals Trennmittel auftragen und trocknen lassen
- (18) Stützform aufspachteln
- (19) Falls erforderlich, Stützform durch angespachtelte Holzleisten oder Stahlprofile aussteifen
- (20) Stützform erhärten lassen

Weiterer Arbeitsgang bei eingebetteten Modellen:

- Form auf den Rücken legen
- Rahmen und Einbettmaterialien entfernen
- Erste Hälfte der Stütz- und Mantelformen auf dem Modell belassen

Bei abgestelltem Modell:

- Abstell-Wulst entfernen

Gleichbleibende weitere Arbeitsschritte nach dem Entfernen der Einbett- oder Abstellmaterialien:

2. Formenhälfte

- Falls erforderlich, Modell und sichtbare innere Flächen der ersten Formenhälften und Wulst mit Trennmittel versehen
- Trennmittel trocknen lassen
- (1-20) Arbeitsschritte identisch mit 1. Formenhälfte
- (21) Stützform- und Mantelformhälften vom Modell abnehmen
- (22) Mantelformhälften passgenau wieder in die Stützformhälften zurück legen
- (23) Stützformhälften passgenau zusammen klammern (Gips, Mörtel) oder verschrauben (Polyester/Epoxid)
- (24) Mantelform auch nach der Herstellung der Replikate immer wieder in die Stützform zurück legen, um Deformationen besonders an noch nicht voll ausreagierten Mantelformen zu vermeiden

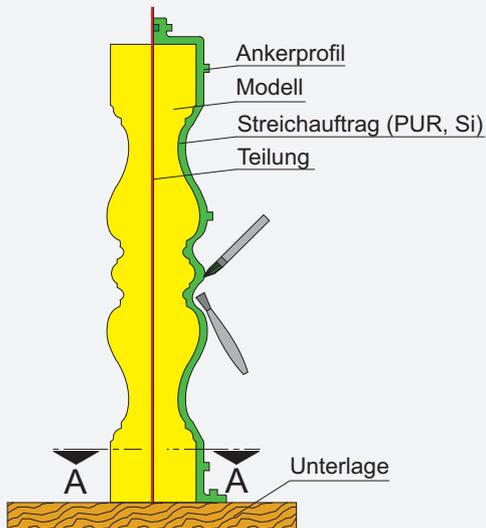


Mit PUR-Elastomer abgeformtes Ginko-Blatt - Betonrelief

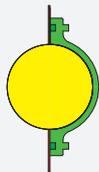
Mantelform – zweiteilig, Streich- und Spachtelverfahren, vertikal

Streichauftrag

(PUR, Si)

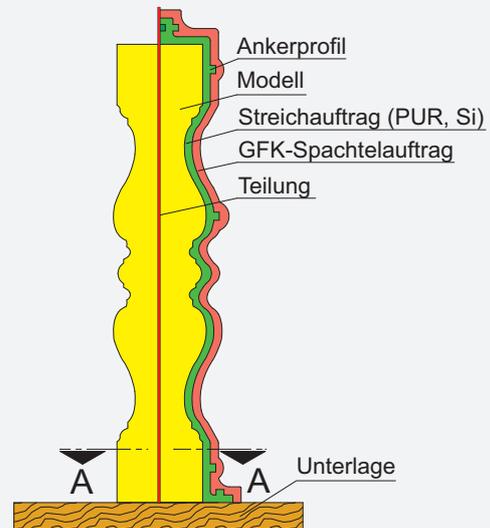


Schnitt A-A

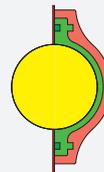


GFK-Spachtelauftrag

(Polymer-Stampfmasse, -Spachtel, -Laminat)

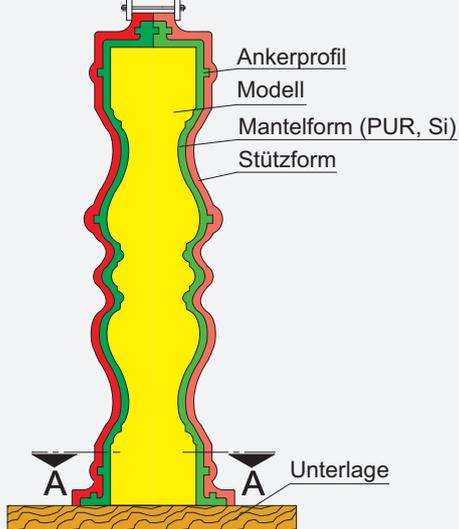


Schnitt A-A



Mantelform

(PUR, Si)

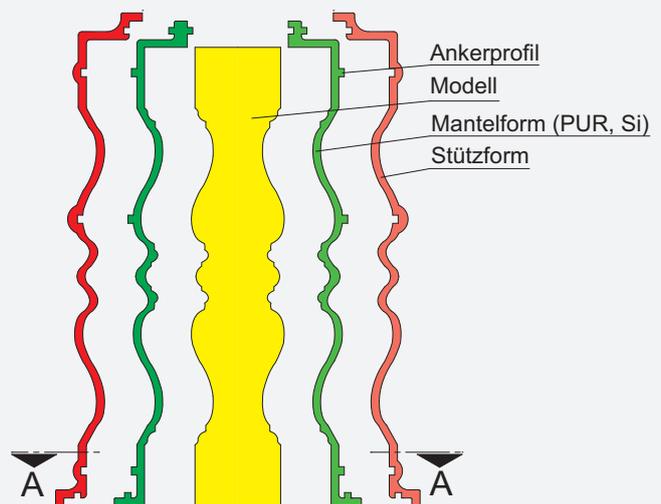


Schnitt A-A

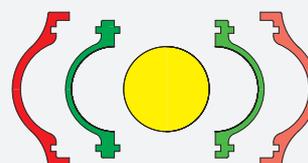


Entformung

Entschalte GKF-Stützschaale, Elastomerform

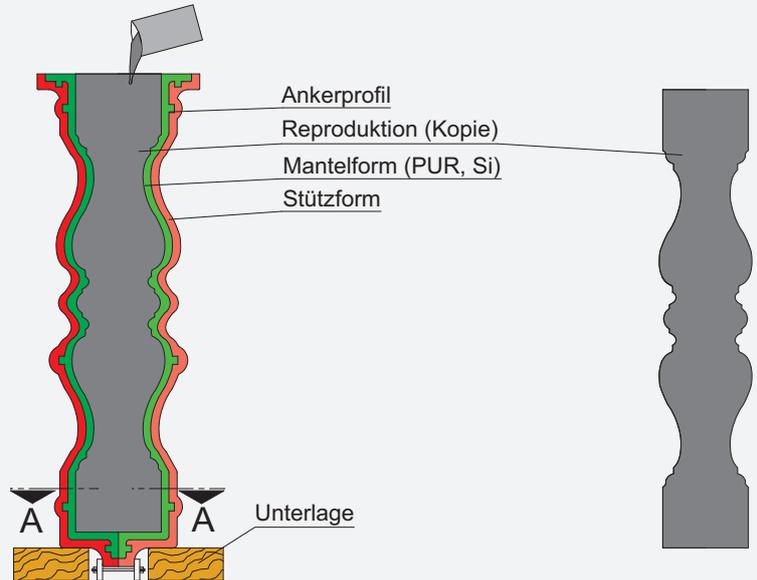


Schnitt A-A



Reproduktion (Kopie)

(Gips, Beton, Polymer)



Schnitt A-A



Schnitt A-A



Entschalung einer 2-teiligen Mantelform aus PUR-Elastomer



2-teilige Mantelform mit Stützformen

Terminologie des Formenbaues

Abformmaterial

Material, welches im Gieß-, Streich- oder Spachtelverfahren zur Herstellung einer Form verwendet wird.

Anker / Fixierung / Schloss

formschlüssige Verbindungselemente, die die Passgenauigkeit zwischen mehrteiligen Formen, sowie zwischen Form und Stützschalung gewährleisten.

Armierung

Verstärkung von Formen und Stützschalungen durch Einbettung oder Anbringung von Geweben, Drähten, Gittern, Hölzern usw.

Distanzmaterial

Ton, Lehm, Kitt, Plastilin, Gips oder andere spachtelbare Werkstoffe, die als Platzhalter zwischen dem Modell und der Stützschalung bei der Herstellung einer Mantelform im Gießverfahren dienen und wodurch die Dicke des Mantels bestimmt wird.

Einbettmaterial

Wird bei der Herstellung der ersten Hälfte einer 2- oder mehrteiligen Massivform benötigt. Im Regelfall handelt es sich um ofentrockenen Sand mit einer abschließenden Spachtelung aus Gips oder Zementmörtel, in den die erste Modellhälfte bis zur festgelegten Trennlinie eingebettet wird. Als Einbettmaterial kann aber auch das Distanzmaterial verwendet werden.

Form

in Abhängigkeit vom Modell eine elastische oder gegebenenfalls starre Einrichtung zur Formgebung von Reproduktionswerkstoffen.

Gießrahmen

Hilfsrahmen, als Behältnis ausgebildet, in den gießfähige Abformmaterialien eingegossen werden.

Mantelform

dünnwandige, 5-20 mm starke Form, die durch Gießen oder im Streich-/Spachtelverfahren hergestellt wird.

Massivform

dickwandige Form mit hoher Eigenstabilität, die durch Gießen hergestellt wird.

Modell

der abzuförmende und anschließend zu reproduzierende Gegenstand.

Reproduktion / Kopie / Replikat

eine originalgetreue Kopie des Modells.

Reproduktionswerkstoff

das im Regelfall gießfähige Material, aus dem die Reproduktion hergestellt wird.

Stützform / Stützschalung

eine starre Stütze der elastischen Form, die geeignet ist, alle bei der Abformung und Reproduktion auftretenden Kräfte aufzufangen.

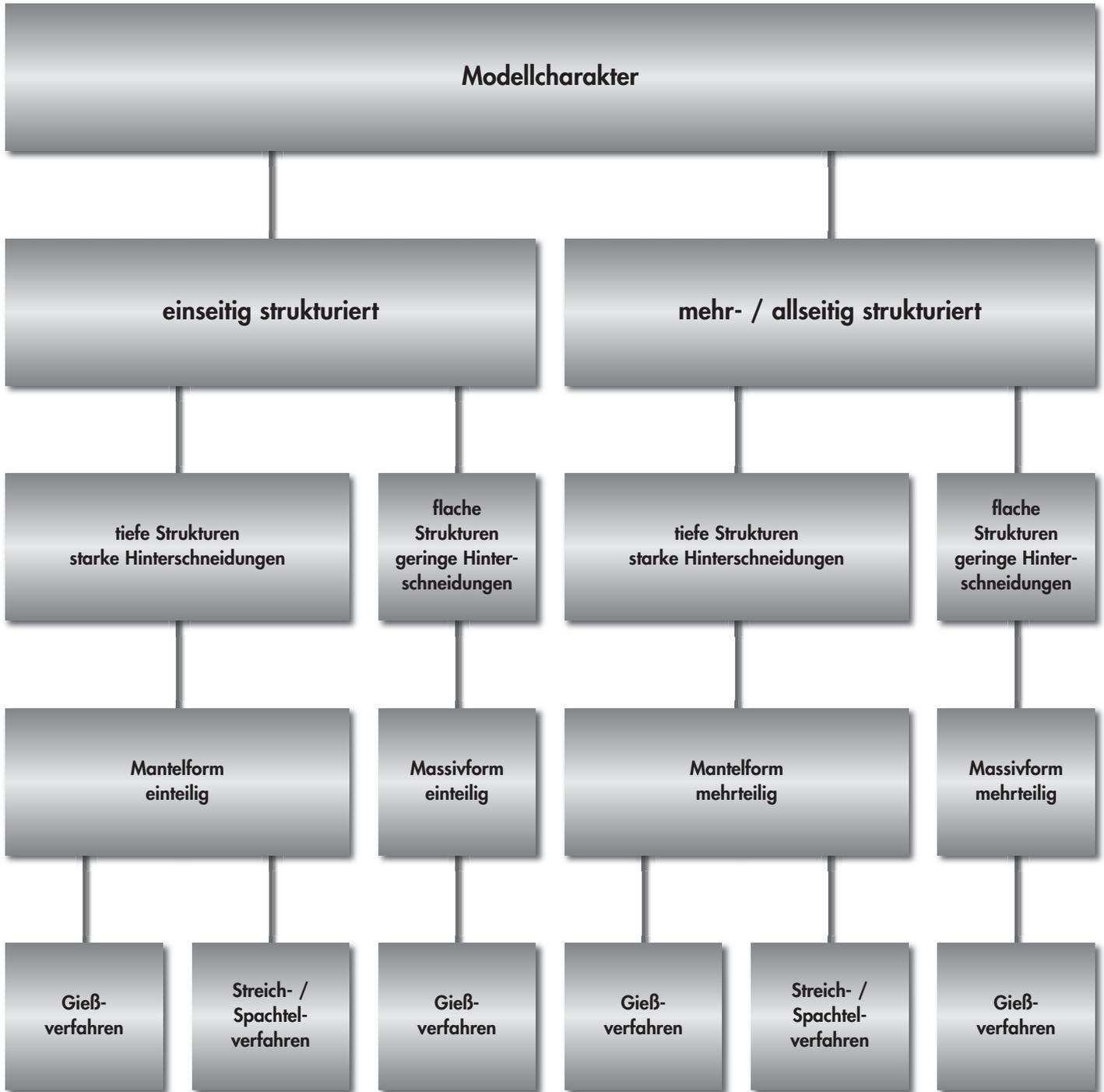
Trennlinie

eine am Modell gedachte Linie als Abgrenzung zwischen zwei Formteilen.



Rekonstruktion eines Waldelefanten

Entscheidungshilfen zur Abformtechnik



Vorteile Massivformen

- geringer Arbeitsaufwand
- hohe Eigenstabilität besonders bei PUR-Elastomer-Formen
- einfache Schalungstechnik bei der Formherstellung sowie bei späterer Reproduktion
- hohe Verschleißfestigkeit bei Reproduktionen mit großen Stückzahlen

Vorteile Mantelformen

- geringer Materialeinsatz
- geringe Entschalungskräfte durch verbesserte Ausnutzung der materialspezifischen Eigenschaften
- Möglichkeit zur Herstellung von komplizierten Formen mit extremen Hinter-/Unterschnidungen
- geeignet als Abformtechnik von großvolumigen Objekten

Mischtabellen

Mischungsverhältnis in Gewichtsteilen			
8 : 1		10 : 1	
Stamm	Härter	Stamm	Härter
50 g	6,25 g	50 g	5,00 g
100 g	12,50 g	100 g	10,00 g
200 g	25,00 g	200 g	20,00 g
300 g	37,50 g	300 g	30,00 g
400 g	50,00 g	400 g	40,00 g
500 g	62,50 g	500 g	50,00 g
600 g	75,00 g	600 g	60,00 g
700 g	87,50 g	700 g	70,00 g
800 g	100,00 g	800 g	80,00 g
900 g	112,50 g	900 g	90,00 g
1000 g	125,00 g	1000 g	100,00 g
1100 g	137,50 g	1100 g	110,00 g
1200 g	150,00 g	1200 g	120,00 g
1300 g	162,50 g	1300 g	130,00 g
1400 g	175,00 g	1400 g	140,00 g
1500 g	187,50 g	1500 g	150,00 g
1600 g	200,00 g	1600 g	160,00 g
1700 g	212,50 g	1700 g	170,00 g
1800 g	225,00 g	1800 g	180,00 g
1900 g	237,50 g	1900 g	190,00 g
2000 g	250,00 g	2000 g	200,00 g
2500 g	312,50 g	2500 g	250,00 g
3000 g	375,00 g	3000 g	300,00 g
3500 g	437,50 g	3500 g	350,00 g
4000 g	500,00 g	4000 g	400,00 g
4500 g	562,50 g	4500 g	450,00 g
5000 g	625,00 g	5000 g	500,00 g
6000 g	750,00 g	6000 g	600,00 g
7000 g	875,00 g	7000 g	700,00 g
8000 g	1000,00 g	8000 g	800,00 g
9000 g	1125,00 g	9000 g	900,00 g
10000 g	1250,00 g	10000 g	1000,00 g

Tabelle 1 geht von einem vorliegenden Stammgewicht aus und addiert den zugehörigen Härter.

Mischungsverhältnis in Gewichtsteilen

8 : 1			10 : 1		
Gesamtansatz	Stamm	Härter	Gesamtansatz	Stamm	Härter
50 g	44,44 g	5,55 g	50 g	44,45 g	4,55 g
100 g	88,88 g	11,11 g	100 g	90,90 g	9,10 g
200 g	177,77 g	22,22 g	200 g	181,80 g	18,20 g
300 g	266,00 g	33,00 g	300 g	272,75 g	27,25 g
400 g	355,00 g	44,00 g	400 g	363,65 g	36,35 g
500 g	444,00 g	55,00 g	500 g	454,55 g	45,45 g
600 g	533,00 g	66,00 g	600 g	545,45 g	54,55 g
700 g	622,00 g	77,00 g	700 g	636,35 g	63,65 g
800 g	711,00 g	88,00 g	800 g	727,25 g	72,75 g
900 g	800,00 g	100,00 g	900 g	818,20 g	81,80 g
1000 g	888,00 g	111,00 g	1000 g	909,10 g	90,90 g
1100 g	977,00 g	122,00 g	1100 g	1000,00 g	100,00 g
1200 g	1066,00 g	133,00 g	1200 g	1090,90 g	109,10 g
1300 g	1155,00 g	144,00 g	1300 g	1181,80 g	118,20 g
1400 g	1244,00 g	155,00 g	1400 g	1272,75 g	127,25 g
1500 g	1333,00 g	166,00 g	1500 g	1363,65 g	136,35 g
1600 g	1422,00 g	177,00 g	1600 g	1454,55 g	145,45 g
1700 g	1511,00 g	188,00 g	1700 g	1545,45 g	154,55 g
1800 g	1600,00 g	200,00 g	1800 g	1636,35 g	163,65 g
1900 g	1688,00 g	211,00 g	1900 g	1727,25 g	172,75 g
2000 g	1777,00 g	222,00 g	2000 g	1818,15 g	181,85 g
2500 g	2222,00 g	277,00 g	2500 g	2272,75 g	227,25 g
3000 g	2666,00 g	333,00 g	3000 g	2727,25 g	272,75 g
3500 g	3111,00 g	388,00 g	3500 g	3181,80 g	318,20 g
4000 g	3555,00 g	444,00 g	4000 g	3636,35 g	363,65 g
4500 g	4000,00 g	500,00 g	4500 g	4090,90 g	409,10 g
5000 g	4444,00 g	555,00 g	5000 g	4545,45 g	454,55 g
6000 g	5333,00 g	666,00 g	6000 g	5454,50 g	545,50 g
7000 g	6222,00 g	777,00 g	7000 g	6363,60 g	636,40 g
8000 g	7111,00 g	888,00 g	8000 g	7272,70 g	727,30 g
9000 g	8000,00 g	1000,00 g	9000 g	8181,80 g	818,20 g
10000 g	8888,00 g	1111,00 g	10000 g	9090,90 g	909,10 g

Tabelle 2 geht von einem benötigten Gesamtansatz aus und gibt die Einzelgewichte der Stamm- und Härterkomponente an.

Anwendungsbeispiele



PUR-Elastomer-Form mit Gitterornament



Fertige Gitter-Betonelemente



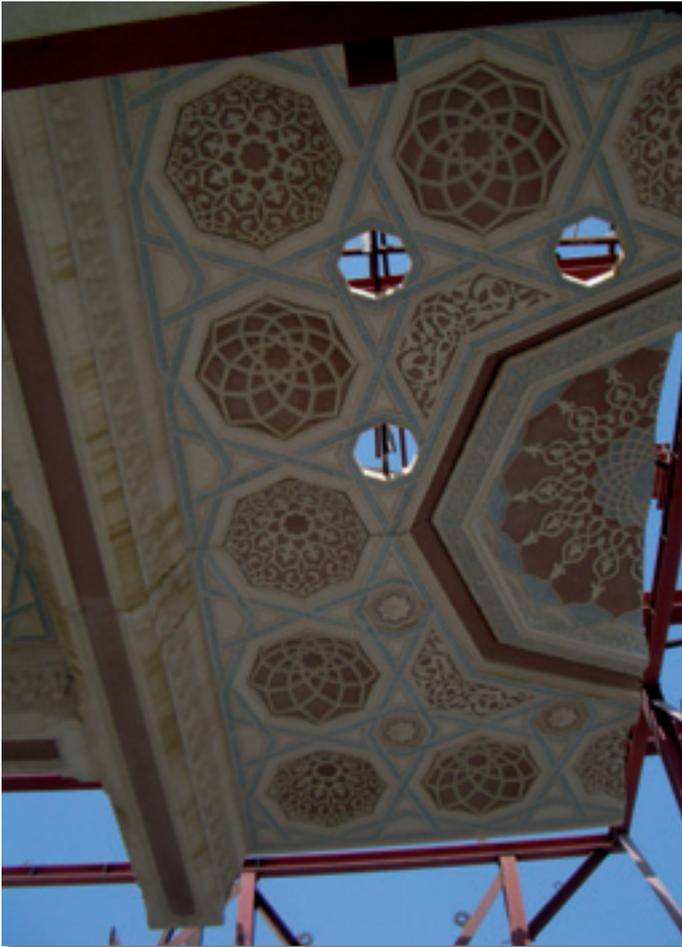
Modell einer Felsformation



Errichtete Beton-Fels-Wand



*Rankenornament - CNC-Frästechnik
PUR-Elastomer-Formen - Weißbetonelemente*



Betondeckenuntersicht mit arabischen Ornamenten



Palmenschaft und Früchte sind Betonreplikat



Stadtplan Naumburg



1171 / 09/14 / MW



RECKLI.DE

RECKLI®
DESIGN YOUR CONCRETE

RECKLI GmbH
Industriestraße 36
44628 Herne
Germany
T +49 2323 17 0 60
F +49 2323 17 06 50
info@reckli.de