

Einsatz von Silikon in Kombination mit dem 3D-Drucker zur Formherstellung

Schokolade- und Gipsfiguren erstellen (Strobl 2023)

1) Schokolade „aus dem 3D-Drucker“ (Projekt BRG4-Logo, Weihnachtsschokolade)

Materialliste für ungefähr 100 BRG4-Schoko-Logos (in der Reihenfolge der Verwendung)

250 g Kochschokolade (z.B. Natur pur von SPAR, fairtrade, vegan, glutenfrei, bio, günstiger als Milka Alpenmilch)

Tischabdeckung/Tischtuch Muss mehrmals gewechselt werden, sonst unappetitlich!

Schürze

Küchenrolle

Einweghandschuhe

großes Messer mit großem Schneidebrett



Je kleiner die Stücke, desto schneller ist die Masse bereit. Ungeschmolzene Stücke ruinieren definitiv das Ergebnis! Die Schokolade mit einer Reibe zu reißen ist zwar möglich, aber unnötig anstrengend.

1 sehr großer Topf und 1 kleiner aber recht hoher Topf

Den kleinen Topf muss man in den großen Topf stellen können! Idealerweise ist der kleine Topf induktionsfähig damit Boden dick und schwer! Idealerweise hat der kleine Topf einen Deckel, damit man beim Hantieren mit Wasser keine Tropfen in die Schokolade spritzt!

Infrarot Thermometer-Pistole

Ohne genauere Temperatur-Messung begibt man sich auf dünnes Eis (ist aber möglich!)

Wasserkocher (mit Verlängerungskabel?)

Frischwasser/Wasserleitung

Wasserkübel (um ausgekühltes Wasser wegschütten zu können!)

Kochlöffel (idealerweise kein Holz sondern Plastik)

1 große Spritze (z.B. 60 ml)

Damit kann man überschüssiges Wasser aus dem großen Topf sauber in den Kübel umfüllen

Mehrere kleine Spritzen (idealerweise 10 ml)

Damit wird die Schokolade präzise in die Gießformen gespritzt. Leider verkleben die Spritzen recht schnell, vor allem wenn man sie nicht mit dem Kopf voran in den Topf hängt! Mit einer Drahtvorrichtung können die Spritzen am inneren Topfrand so aufgehängt werden, das sie in die Schokolade tauchen und diese warm bleibt. Die Spritzen können nicht ausgewaschen werden, weil sie nicht nass werden dürfen! Daher mindestens 10 Spritzen einplanen!

Gießformen („Die Häidln“)

Müssen absolut trocken sein (sauber sowieso)!

1 Buttermesser

Mehrere flache (!) Teller

Auf die man die fertig gegossenen Kandidaten in den Tiefkühler legt

Tiefkühler (alternativ Kühlschranks oder vorgekühlte Tiefkühlpatronen) mit Möglichkeit Teller/Bleche zu stapeln?

Silikon-Löffel

Damit möglichst wenig Schokolade in der Abwasch sondern in den Formen landet

Schale oder Topf

Zum Auskochen der benützten Gießformen

Spülmittel

Küchenzange

Damit kann man das heiße Wasser umrühren oder Gießformen herausfischen

Heftklammer-Maschine

Zellophan-Folie

Damit man die Schokolade verpacken kann. Gleich essen wäre schade!

Das Erstellen der Harzformen mittels 3D-Drucker für die Silikonformen

Da aus einer steifen Form (3D-Drucker) leider hineingegossenes Material nicht gut entformt werden kann, muss in 2 Schritten eine weiche Silikonform erzeugt werden.

Zum Herstellen von Silikonformen ist zuvor die richtige Wahl des verwendeten Resins wichtig. Aus uns nicht bekannten Gründen, kann es vorkommen, dass eine Resinart das Aushärten des Silikons blockiert. Wir haben mit der abgebildeten Resinart gearbeitet.



Schokoladeformen:

3D Druck:

Die harte Form aus der dann mit Silikon die weiche Schokolade-Gießform abgenommen wird, besteht aus zwei Teilen:

Der **Boden** enthält das Logo in Form von Extrusionskörpern. Dabei sollte die Extrusionstiefe weder zu groß noch zu klein sein. Ist sie zu tief, ergeben sich beim Entformen Probleme und die Gefahr, dass sich in den „tiefen Schluchten“ Luftblasen festsetzen, ist groß. Bei zu geringer Extrusionstiefe leidet die deutliche Sichtbarkeit. Es hat sich eine ungefähre Extrusionstiefe zwischen einem halben und einem ganzen Millimeter bewährt. An den Rändern sind 4 Noppen angebracht, damit beim Aufsetzen des Deckels eine Zwangsführung vorhanden ist.



Der **Deckel** ist ringförmig und nicht geschlossen, damit etwaige Luftblasen beim Abnehmen mit Silikon entweichen können. Beim aufgesetzten Deckel sorgt der überstehende Außenrand dafür, dass die Krempe rund um das Logo (wichtig für die Formstabilität und das Handling!) eine gleichmäßige Dicke von etwa 1mm besitzt. Der in die entgegengesetzte Richtung ragende Überstand an der Innenringseite gibt die Silikondicke oberhalb des Logos vor.



Tipp fürs Modellieren: Die weiche Silikonform sollte im Idealfall überall gleich dünn sein. So kann die Form beim Herauslösen wie ein Kondom abgezogen werden! In Microstation kann man dafür das Tool shell outward verwenden, oder man skaliert das Objekt so, dass es überall gleichmäßig (in absoluten Zahlen) dicker wird.

Silikon:

Die **Silikonform**, wo danach die Schokolade hineingegossen wird, muss aus lebensmittelechtem Silikon gemacht werden. Als Vorbereitung wird dringend empfohlen, die beiden 3D-Formstücke auf der Innenseite mit einem Trennwachs zu lackieren.



Das erleichtert die anschließende Entformung des Silikons bzw. verringert später die Gefahr, dass die 3D-Formstücke unter dem Kraftaufwand des Öffnens zerbrechen! Bedenke aber, dass das Trennwachs 2 Stunden nach dem Auftrag ablüften muss!

Das Silikon besteht aus 2 Komponenten und sollte mit zwei Spritzen möglichst exakt in einem kleinen Plastikstamperl angerührt werden. Sobald die Komponenten verrührt werden, hat man nur 10 Minuten Zeit, bis die Masse merklich zäher wird!

Nun werden beide 3D-Druckformteile so wie in der ersten Abbildung ganz oben hingelegt und sowohl Boden als auch Deckel mit dem angemischten 2-Komponenten-Silikon vorsichtig begossen. (Tipp vom Profi: Klebe die Formen mit doppelseitigem Klebeband auf der Tischplatte fest, dann verrutschen sie beim Bestreichen nicht!) Um ein luftblasenfreies Ergebnis zu erzielen, muss nun unter einer Glasglocke mittels einer Vakuumpumpe so lange ein Unterdruck erzeugt werden, bis alle Luftblasen aus dem Silikon entweichen können (aber nicht zu lange vakuumisieren, sonst verdampft das Lösungsmittel!). Es kann sogar passieren, dass so viele Blasen aufsteigen, dass das Silikon für einen kurzen Augenblick zu schäumen beginnt! Anschließend wird der Deckel auf den Boden draufgesteckt, nötigenfalls wird etwas Silikon nachgegossen und nochmals vakuumiert. Die Adhäsion des Silikons an der harten Form sorgt dafür, dass dabei nicht allzu viel an Silikon verloren geht. Würde die von Anfang an zusammengesteckte Form gleich mit Silikon begossen werden, würden sich unweigerlich Luftblasen zwischen Deckel und Boden bilden, die schwer wegzubekommen sind.

Tipp vom Profi: Falls die flüssige Silikonmasse von seinem Eigengewicht durch den Spalt zwischen Boden und Deckel herausgedrückt wird, kann man mit Kinder-Plastilin eine dünne Wurst formen und den Spalt auf diese Weise abdichten.

Sofern das Silikon nicht ausreicht, abermals Silikon zugeben und vakuumieren. Mit einem stumpfen Messer oder einer Spachtel den Überschuss oben abziehen (Alternativ kann man später auch den ausgehärteten Gupf mit einem scharfen Messer kappen).

Das Silikon in den zusammengesteckten Formen 24 Stunden stehen gelassen, damit es sich vernetzen (aushärten) kann. Es empfiehlt sich, den kleinen Messbecher, aus dem man das angerührte Silikon entnommen hat, als Referenz für den Vernetzungsfortschritt zu testen!

Danach kann entformt werden: Dazu schiebt man vorsichtig (wie beim Öffnen einer Auster) ein Stanleymesser zwischen Deckel und Boden und öffnet langsam die harte Form und zieht anschließend die hautförmige Silikonform

ab. Das braucht zwar Kraft, darf aber die Form nicht beschädigen! Beim Wiederholten abnehmen von Silikonformen ist ein Brechen der Form allerdings irgendwann unvermeidbar. Prinzipiell kann aber die harte 3D-Druckform viele Male zum Erzeugen einer großen Anzahl von Silikonformen benützt werden!

Es kann sein, dass das fertig ausgehärtete Silikon klebrig bleibt, was einerseits unhygienisch aber auch sonst störend sein kann. Es hat sich bewährt, die Silikonform bei 80°C im Backofen für eine Stunde zu „backen“, um die Vernetzung weiter anzuregen (Bei Shore Härte 20 nur 50°C).

Beim Silikon ist außerdem die Wahl der passenden Shore Härte wichtig: Sie bestimmt, wie flexibel das ausgehärtete Silikon letztendlich ist. Je kleiner der Wert, desto elastischer lässt sich die Form verformen. Für Gipsformen, die beim Herausstülpen der ausgehärteten Masse besonders flexibel sein müssen, empfiehlt sich ein Shore-Wert um 20. Die Schoko-Formen haben einen Wert um die 30-40 (bei Shore Härte 40 ist es für die Kinder allerdings schon ein erheblicher Kraftaufwand um die Luftblasen herauszudehnen!)

Das Schokoladegießen - Worauf es ankommt

Drei Eigenschaften sind beim Ergebnis entscheidend und machen das Gießen von Schokolade zu einer Wissenschaft:

- Festigkeit:** Das Schokostück soll sich angreifen lassen, ohne sofort aufzuweichen und zu verschmieren
- Luftblasen:** Schade um die Details in der Gießform (z.B. Text), wenn Luftblasen (sowohl in der Gießform als auch in der Schokoladenmasse!) das Ergebnis ruinieren.
- Oberfläche:** grauweiße Schlieren oder gar Bröckel beeinflussen nicht den Geschmack, sehen aber derart unappetitlich aus, dass man es nicht essen möchte!



Puncto **Festigkeit** empfehle ich die Verwendung von Kochschokolade. Diese ist zwar bei der Verarbeitung bedeutend härter, allerdings bleibt die Form auch bei einer Zimmertemperatur von 25 °C stabil. Bei der klassischen Alpenmilch können 25 °C schon zu viel sein: Eine Stunde nachdem die fertig gegossenen Schokolade-Stücke aus dem Kühlschrank genommen werden, sind sie so weich, dass sie im schlimmsten Fall sogar am Teller festkleben! Daher rate ich von Alpenmilch ab (oder man versucht, ob es im Winter besser klappt?).

Luftblasen in der Schokolade werden durch Ziehen der mit Schokolade befüllten Gießform größtenteils beseitigt. Die Formen können dabei Dank des genialen Materials um fast 100 % in alle Richtungen gedehnt werden. Zusätzlich empfiehlt es sich, mit den Fingern auch von unten die Details noch weiter auszudehnen! Außerdem hilft es, die gefüllte Form auf die Tischplatte zu schmettern. Durch die Erschütterung treten die letzten Luftblasen an die Oberfläche!

Wirklich kompliziert wird es, wenn es um die **Oberfläche** geht, denn es war naiv von mir zu glauben, die Schokolade müsse einfach nur irgendwie heiß gemacht werden, umrühren und fertig! Die Lösung ist das **Temperieren der Schokolade**:

Das Temperieren von Schokolade ist notwendig, damit sich beim Abkühlen in der Schokolade die richtige Kristallform bildet. Deshalb ist Vorkristallisieren eigentlich der bessere Ausdruck dafür. In der Literatur wird aber meist der Begriff Temperieren verwendet. Ist die Schokolade geschmolzen und hat sie eine Temperatur von über 35°C so enthält sie keine Kristalle. Kühlt die Schokolade ab so entsteht je nach Temperatur eine von 6 verschiedenen Kristallformen. Davon ist aber nur eine Form gewünscht, da nur diese die gewünschten positiven Eigenschaften beim Endprodukt bietet. Während die schlechten Kristallformen bei Temperaturen über 27°C wieder schmelzen, besteht die erwünschte β -Form bis 34°C (bei dunkler Schokolade). Man erwärmt die Schokolade also wieder auf die jeweilige Verarbeitungstemperatur und erhält so eine Schokolade, in der nur die gute Kristallform vorhanden ist. Es muss darauf geachtet werden, dass die temperierte Schokolade nicht wieder zu heiß wird. Sonst schmelzen die guten Kristalle ebenfalls und ein erneutes Temperieren ist notwendig. Die maximalen Temperaturen für die temperierte Schokolade sind 34,5°C für dunkle Schokolade, 32,5°C für Milkschokolade und 31,5°C für weiße Schokolade. Da die maximalen Temperaturen vom Fettgehalt der Schokolade abhängig sind, können die Werte bei unterschiedlichen Schokoladen leicht schwanken.

Die ideale Verarbeitungstemperatur ist für:

- Dunkle Schokolade 31°C - 32°C
- Milkschokolade 29,9°C - 30,5°C
- Weiße Schokolade 29,5°C - 29,9°C

Wichtig: die Schokolade ist nicht besonders tolerant. Ein Grad mehr oder weniger kann schon das Ergebnis komplett verändern!

In der Praxis bieten sich daher zwei Möglichkeiten, um die Verarbeitungstemperatur zu erreichen:

Variante 1: Nachschub

Zu der etwa 35 °C warmen Schokolade wird rund 30 % gehackte Schokolade (Zimmertemperatur) untermischt. Dieser Nachschub bringt einerseits jede Menge gute Kristalle mit, außerdem wird dadurch die Masse ungefähr auf eine günstige Verarbeitungstemperatur herabgesetzt!

Variante 2: Temperatur-Achterbahn (meine Empfehlung!)

Die gehackte Schokolade bei 35-40 °C (kleiner Topf in großem Topf mit warmen Wasser) zum Schmelzen bringen. Das kann je nach Menge 20 Minuten lang dauern. Ist die Masse vollständig geschmolzen, nimmt man den kleinen Topf aus dem Wasserbad und kühlt die Schokolade auf unter 28,5 °C runter. Das regelmäßige Rühren ist wichtig, damit die Masse gleichmäßig abkühlt und außerdem keine Klumpen am Rand entstehen! Außerdem unterstützt das Rühren die Kristallbildung. Hat die Schokolade eine Temperatur unter 28,5°C erreicht, sind ausreichend Kristalle (gute wie schlechte) vorhanden. Die Masse wird nun langsam auf die Verarbeitungstemperatur der jeweiligen Schokolade erwärmt (zum Beispiel 31°C für dunkle Schokolade). Dabei schmelzen die unerwünschten Kristalle wieder auf und man hat eine schön vorkristallisierte Schokolade, mit der man weiterarbeiten kann.

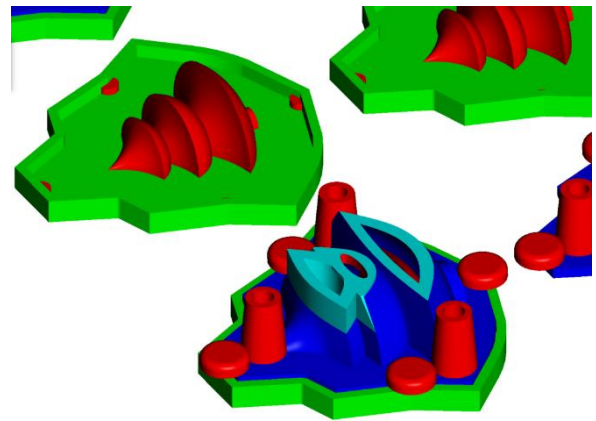
Weitere Tipps und Erfahrungsberichte:

- Das Wasserbad zuerst auf 45° erwärmen und dann den Topf mit der gehackten Schokolade reinstellen.
- Kein Stress! Solange die Schokolade nicht weit über 45 °C erhitzt wird, ist der Kristallisierungsprozess zu jedem Zeitpunkt reversibel! Es macht der Schokolade also nichts, wenn man die Temperatur nicht sofort perfekt erwischt, sondern mehrmals rauf und runter erhitzt!

- Schokolade und Wasser vertragen sich überhaupt nicht! Nur ein Tropfen Wasser kann die gesamte Charge zunichte machen (!), weil dann die Schokolade verklumpt und sich nicht mehr verarbeiten lässt! Daher besonders aufpassen, wenn man mit dem Wasserkochen heißes Wasser in den großen Topf nachschüttet. Es empfiehlt sich, den kleinen Topf dabei abzudecken!
- Keine ungeschmolzenen Stücke zulassen! Wer es eilig hat, sollte daher besonders klein geschnittene Schokolade verwenden!
- Beim Befüllen der Formen mit der Spritze darauf achten, dass man mit dem spitzen Spritzenkopf nicht zu fest wie ein Specht Dellen in die Form drückt. Das Silikon ist zwar robust (bis zu 180 °C erhitzen!), allerdings kann die Form beschädigt werden! Die Schokolade bildet später jede noch so kleine Unebenheit auf der Oberfläche ab!
- Es macht keinen Unterschied, ob man die Schokolade für 20 Minuten in den Kühlschrank oder 10 Minuten in den Tiefkühler kaltstellt.
- Beim Herausdrücken der Schokolade aus den Formen unbedingt Handschuhe verwenden, damit man die Schokolade nicht mit den warmen Fingern erwärmt und verschmiert! Außerdem die Form zunächst an den Enden nehmen und stark anziehen, damit sich die Schokolade löst. Wenn man gleich herausschält, besteht die Gefahr, dass die Schokolade bricht.
- Eine Tafel 250 g Schokolade reicht für rund 60 BRG4-Logos. Eine Rippe (4 Stück Schokolade) reicht für ca. 8-9 Stück. Für den Tag der offenen Tür empfiehlt es sich z.B., zwei Tafeln einzuschmelzen. So lassen sich die Spritzen auch angenehm aufziehen. Wir haben ca. 60 Stück Schokolade mit Gästen gemacht. Weitere 40 Stück zum selber Naschen oder für die Helfer:innen, um sie bei Laune zu halten.
- Die Verwendung von Öl, Butter oder gar Butterspray ist weder beim Einkochen noch bei der Oberflächenverarbeitung von Vorteil. Im Gegenteil: In der Schokolade bewirkt das Öl, dass die Schokolade nicht ordentlich aushärtet und wenn man es nachträglich aufträgt, graut die Schokolade sogar noch schneller und heftiger aus!
- Das warme Wasser im großen Topf sollte nicht zu hoch gefüllt sein, denn es darf zu keinem Zeitpunkt die Gefahr bestehen, dass das Wasser in den Schoko-Topf überschwappt, denn dann ist die ganze Schokolade unbrauchbar.
- Schokolade bekommt nur jemand, der sich mindestens 1 Station angesehen hat. Nur Schoki abholen und dann wieder verschwinden „spielt nicht“!



Wir haben auch **Formen mit Weihnachtsmotiven** gebaut und diese mit Schokolade ausgegossen. Damit die Formen beim Befüllen stabil stehen, gibt es „Füße“. Diese „Kamine“ sind bei der Herstellung der Silikonformen die Ausweichstellen etwaiger Luftblasen. Hier ein paar Abbildungen:



2) Gips-/Zementform

Beim Herstellen von Silikonformen für Gips- bzw. Zementkörper ist es nicht nötig, lebensmittelechten Silikon zu nehmen. Wir haben den abgebildeten Silikon benutzt. Die Vorteile sind: Geringere Kosten und schnelle Vernetzungszeit (ca. ½ Std.).



WAGNERSIL 22 NF (1 kg) | Premium Dubliersilikon | Mischverhältnis 1:1 | Abformsilikon | Silikon-Kautschuk | zur Herstellung für Silikonformen mit Epoxidharz, Gips, Wachs uvm. | DIY
Besuche den WAGNERSIL-Store
4,7 ★★★★★ 1.356 Sternebewertungen
Amazon's Tipp für "wagnersil"
50+ Mal im letzten Monat gekauft

Preis: 44,98€
Preisangaben inkl. USt. Abhängig von der Lieferadresse kann die USt. an der Kasse variieren. [Weitere Informationen.](#)

Materialliste:

Schachfigur aus dem 3D-Drucker (mit modellierter Abtropfwanne und Loch auf Unterseite!)

Tischtuch / Abdeckplane

Zeitungspapier / Toilettenpapier / Küchenrolle



Silikon (beide Komponenten in Spritzen)

Messbecher / Plastikstamperl

Schaschlikspieß zum Verrühren aber auch später um Form zu drehen und auch um Luftblasen aus flüssigem Gips zu stochern

Einweg-Borstenpinsel (der wird das nicht überleben!)

Haarföhn (Verlängerungskabel?)

Alabaster-Gips oder Schnellzement (exaktes Wasser/Gips Verhältnis beachten!)

Tipp: Umrechnen Masse zu Volumen!)

Wasser

Becher/Schale zum Anrühren

Spachtel

Teelöffel



Silikonform erstellen:

Silikon anrühren und dann sofort mit dem Bepinseln der ersten Schicht der Figur beginnen, da sich das Silikon nur 10 Minuten lang zufriedenstellend verarbeiten lässt! Für eine rund 6 cm hohe Schachfigur braucht man rund 8 cm³ Silikon (für eine Schicht!). Bei der ersten Silikonschicht besonderes Augenmerk auf Fugen und kleine Details im Objekt legen. Luftblaseneinschlüsse vermeiden! Die gesamte Figur sollte fein benetzt sein! 3D-Modell dann auf den Schaschlikspieß stecken und 3-4 Minuten lang föhnen. Das verringert die Vernetzungszeit! Sofort kann nun die nächste Schicht angerührt werden. Jetzt kann der Auftrag wesentlich schneller und dicker erfolgen als beim ersten Mal. Unter Berücksichtigung der Schwerkraft arbeiten, damit nicht zu viel Masse in der Auffangwanne oder gar auf dem Tisch landet (Figur drehen und schwenken!). Idealerweise ist zum Schluss der Auftrag überall annähernd gleich dick. Je nach Objekt bedarf es rund 2 oder 3 Schichten, deren Auftrag jeweils damit endet, dass er geföhnt wird. Das vernetzte Silikon kann nach dem Föhnen angefasst werden.

Gipsform erstellen:

Alabaster-Gips (oder noch besser: Schnellzement, weil er schneller abbindet und danach fester ist) anrühren, wobei ein exaktes Verhältnis zwischen Wasser und Gips einzuhalten ist! Tipp vom Profi: Zuerst das Wasser in die Schale geben! Anstatt den Gips sofort mit einer Spachtel einzurühren, soll das auf das Wasser gestreute Pulver selbstständig absumpfen! Erst dann die Masse mit der Spachtel verrühren. Auf diese Weise härtet der Gips nicht sofort aus und lässt sich leichter verarbeiten.

Gipsmasse mit einem Teelöffel in die Form eingießen, dabei die Form nicht sofort randvoll befüllen, sondern zuerst nur zur Hälfte. Dann mit den Fingern Luftblasen herausmassieren, außerdem die ganze Form immer wieder auf den Tisch bumpen lassen, sodass Luftblasen aufsteigen können. Bei verwinkelten Formen kann es auch helfen, wieder mit dem Schaschlikspieß herumzustochern – ohne



aber dabei noch mehr Luft einzuschleusen! Schließlich die Form randvoll ausgießen und Überschuss mit einer Teigkarte oder Kreditkarte glatt abstreichen. Zur Lagerung während des Befüllens und Aushärtens, kann man vorbereitete Pappkartonbecher benützen. Diese schneidet man gemäß Abbildung zu, um die Formen kopfüber hineinzuhängen (Dabei jedoch nicht auf Öffnungen auf der Seite vergessen, damit man die Figuren zusätzlich föhnen kann!). Den Gips rund 5 Minuten weiter aushärten lassen. Die Reaktion ist exotherm und braucht keinen Sauerstoff (deswegen so genial!). Die Gießform sollte sich nun warm anfühlen. Dann mit dem Haarföhn 3-5 Minuten föhnen. Die Form kann dabei sogar schon aufrecht auf den Tisch gestellt werden! Schließlich die Form für weitere 30 Minuten aushärten lassen.

Beim Herausstülpen der Form kann man einerseits „den Rock lüften“ und nachföhnen, falls man sich nicht sicher ist, ob die Aushärtung abgeschlossen ist. Außerdem empfiehlt es sich, die Form aus dem Silikon herauszublasen, damit Details wie z.B. die Königskrone nicht im finalen Moment herausbricht. Dafür muss man mit aller Kraft in das bereits ausgestülpte Silikon pusten. Etwaige Luftblaseneinschlüsse können nachgekittet werden. Ebenso können die ganz ausgehärteten Figuren (24h !) auch bemalt werden. Eine Silikonform kann öfters benützt werden, wenn man sie nicht zu brutal behandelt!

