



Wie erwerbe ich das richtige Werkzeug?

Für mit Spritzguss oder TSG (thermoplastischem Schaumguss) produzierte Teile benötigt man Werkzeuge. Doch wie wählt man das richtige Werkzeug aus? Diese Frage lässt sich (oft) nur schwer beantworten. Mit diesem Whitepaper wollen wir Ihnen dabei zur Hand gehen.

WERKZEUG

Ein Werkzeug ist grundsätzlich lediglich eine Form, um Spritzgussteile aus Kunststoff zu fertigen.

Sie beinhaltet einen Hohlraum (Kavität), der unter (hohem) Druck mit Flüssigkunststoff gefüllt wird. Danach kann das Produkt abkühlen und wird aus dem Werkzeug geworfen. Dieser Prozess kann wiederholt werden, sodass immer wieder Produkte mit den gewünschten Formen und Maßen entstehen.

Wenn Sie ein Kunststoffspritzguss- oder TSG-Produkt benötigen, ist ein maßgeschneidertes Werkzeug anzufertigen. An diesem Werkzeug – und der entsprechenden Investition – führt kein Weg vorbei. Die erste und wichtigste Frage dabei lautet: Welche Anforderungen muss dieses Spritzgusswerkzeug erfüllen?



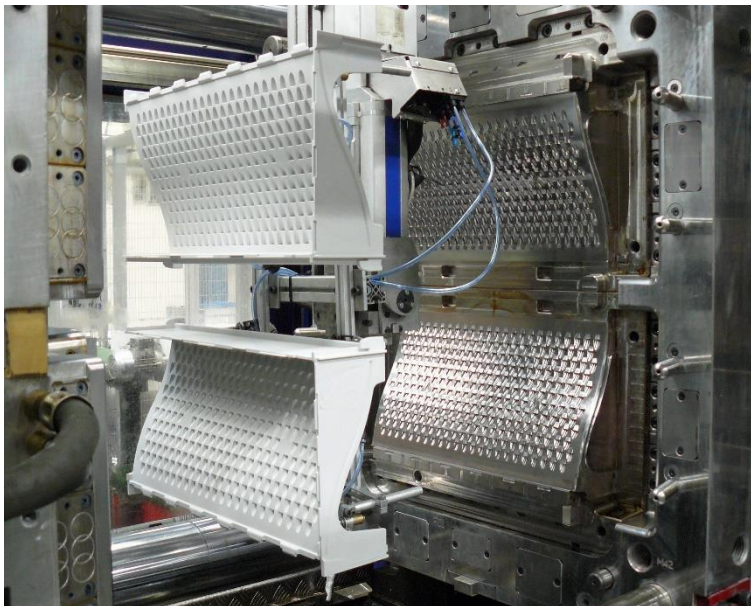
Ein Ingenieur hat (im Idealfall) die Anforderungen und Spezifikationen des zu fertigen Produkts in einem Dokument und/oder einer 2D-Zeichnung festgelegt. Außerdem ist vom Produkt eine 3D-Datei verfügbar. Diese wichtigen Teile muss der Einkäufer des Werkzeugs übermitteln, um an die Arbeit zu gehen. Genauso entscheidend sind die Anzahlen, Jahresmengen und Einkaufsbedingungen des zu produzierenden Erzeugnisses.

Bei Anbietern genau das richtige Spritzgusswerkzeug anzufragen, ist überaus schwierig. Oft unterscheiden sich die angebotenen Werkzeugpreise enorm, obwohl die Anbieter es doch mit derselben Anfrage zu tun hatten.

Wie kann man nun die Unterschiede zwischen den Angeboten korrekt beurteilen? Hierauf kommen wir in diesem Whitepaper noch zurück.

Einfach- oder Mehrfachwerkzeug oder ein Familienwerkzeug

Ein *einfaches Werkzeug* hat nur einen einzigen Hohlraum, der stets ein Produkt gleichzeitig formt. Im Stahl eines *Mehrfachwerkzeugs* befinden sich dagegen mehrere Kavitäten, um mehr von demselben Produkt oder mehrere Produkte gleichzeitig zu fertigen. Mehrere Kavitäten machen das Werkzeug komplexer im „Bau“ und folglich teurer. Weil sich mehrere Produkte gleichzeitig fertigen lassen, fällt indes der Preis pro Erzeugnis.



Ein Mehrfachwerkzeug an einer Spritzgussmaschine.

Zwei - in diesem Fall identische - Produkte werden durch Spritzguss gleichzeitig geformt und anschließend ausgeworfen.

Sind mit einem Werkzeug mehrere unterschiedliche Produkte herstellbar, spricht man von einem *Familienwerkzeug*. Theoretisch ist ein Familienwerkzeug günstiger als mehrere einzelne Werkzeuge für die Teile.

Familienwerkzeuge sind also finanziell attraktiv, technisch aber eine echte Herausforderung. Unterscheiden sich die einzelnen Spritzgussteile im selben Werkzeug stark voneinander (in Material, Gewicht, Maß, Wandstärke), bedarf es vieler Kenntnisse, um alle Teile qualitativ korrekt zu produzieren. Es ist schließlich wichtig, den (flüssigen) Kunststoff so in den Hohlraum zu spritzen, dass er mit dem richtigen Druck optimal gefüllt wird. Für verschiedene Hohlräume kann folglich bspw. Druck oder Kunststoffmenge variieren. Ebenfalls nachteilig ist bei Familienwerkzeugen, dass sie alle Produkte in

your technology covered in plastics

derselben Stückzahl produzieren, obwohl vielleicht von einem Erzeugnis weniger benötigt wird. Theoretisch lassen sich beim Spritzguss eine oder mehrere Kavitäten verschließen. Dadurch ändert sich jedoch die Druckverteilung im Werkzeug, was sich stark auf die Qualität der anderen gegossenen Teile auswirken kann. Auch wird das Werkzeug dabei stärker belastet, als ursprünglich vorgesehen war.

Ein Spritzgusswerkzeug wird nicht aus Holz hergestellt

Die Werkzeuge müssen aus verschiedenen Materialien hergestellt werden. Das gewählte Material richtet sich – bei korrekter Kalkulation – nach den Anforderungen an das zu fertigende Spritzgussteil und der benötigten Produktzahl. Ein Probewerkzeug für wenige Stück wird bspw. aus Silikon hergestellt. Es ist schnell und (somit) relativ günstig zu fertigen, muss aber nicht lange Bestand haben. Mit Aluminiumwerkzeugen erzeugt man einfache Kunststoffteile bei einer Gesamtmenge von ungefähr 1.000 Stück. Große Auflagen, bspw. hunderttausende komplexe Teile, erfordern zumeist gehärteten Stahl, damit das Werkzeug nicht verschleißt, bevor alle Produkte hergestellt wurden.



Ein Praxisbeispiel: ein Aluminiumwerkzeug, aus dem sich das Produkt nur schwer entfernen ließ.

Dadurch ist das Werkzeug beschädigt worden. Beim Spritzguss fließt der Kunststoff nicht nur in die Kavität, sondern auch in Werkzeugschäden, was zu zerfaserten Kunststoffresten am Produkt führt.

Der Werkzeughersteller muss vorab für ein Werkzeug die richtige Materialart und (Oberflächen-) Härte bestimmen. Macht er hier Fehler, wird die Produktion u. U. langfristig verfälscht, und wird die Qualität der Spritzgussteile beeinträchtigt. Ein nicht zu unterschätzendes Problem! „Wer billig kauft, kauft zweimal“, erleben wir noch immer oft.

Irgendwo muss der Kunststoff ja in den Hohlraum des Werkzeugs

Zu den kniffligsten Fragen bei der Werkzeugherstellung zählt die Wahl des

Angussystems. Es sind grundsätzlich zwei Arten von Systemen einsetzbar: Heißkanal und Kaltkanal. Bei der Angusswahl sind mehrere

ANGUSS

„Angüsse“ sind jene Kanäle in einem Werkzeug, durch die der Kunststoff aus der Spritzgussmaschine in die Kavität gespritzt wird.

Faktoren zu beachten, wie die visuellen und mechanischen Anforderungen an das Produkt, die Lebensdauer des Werkzeugs und die Produktionskosten.

Folgende Tabelle zeigt die gebräuchlichsten Angüsse:

	Angusssystem	Abzeichnung/ Position am Produkt	Prozess (Spritzguss/ TSG)	Werkzeug- investition	Anmerkung
	Kaltkanal				
1	Kegel an der sichtbaren Produktseite	Außenseite, Zentrum des Produkts		+	Nachbehandlung/entfernen des Angusses erforderlich (höherer Produktpreis)
2	Kegel <i>nicht</i> an der sichtbaren Produktseite	Innenseite, Zentrum des Produkts		++ (höher als 1)	Komplexeres Werkzeug
3	Tunnel-Anguss an der sichtbaren Produktseite	Seitenrand oder im Loch (falls vorhanden), nicht im Zentrum des Produkts	Moldflow-Analyse optional	++	Keine Nachbehandlung am Produkt
4	Tunnel-Anguss <i>nicht</i> an der sichtbaren Produktseite	Nicht im Zentrum des Produkts	Moldflow-Analyse optional	++	Bspw. auf einer Rippe/einem Stift, die/der am/auf dem Produkt verbleiben kann
5	Filmanguss an der sichtbaren Produktseite	Seitenrand oder im Loch (falls vorhanden), nicht im Zentrum des Produkts	Moldflow-Analyse optional	++	Nachbehandlung/entfernen des Angusses erforderlich (höherer Produktpreis), oft erforderlich für die Produkteigenschaften
	Heißkanal				
6	Eine (1) Öffnung an der sichtbaren Produktseite	Außenseite (oft im Zentrum des Produkts)	Moldflow-Analyse optional	+	Keine Nachbehandlung (niedrigerer Produktpreis), Angussabzeichnung
7	Mehrere Öffnungen an der sichtbaren Produktseite	Außenseite	Moldflow-Analyse erforderlich	++	Keine Nachbehandlung (niedrigerer Produktpreis), mehrere Angussabzeichnungen
8	Eine (1) Öffnung <i>nicht</i> an der sichtbaren Produktseite	Innenseite (oft im Zentrum des Produkts)	Moldflow-Analyse optional	++	Anguss und Auswurfstifte an derselben Seite
9	Mehrere Öffnungen <i>nicht</i> an der sichtbaren Produktseite	Innenseite	Moldflow-Analyse erforderlich	+++	Anguss und Auswurfstifte an derselben Seite

Die Angussstelle auf dem Produkt richtet sich nach ästhetischen Erfordernissen, der Produktgeometrie, den mechanischen Anforderungen und dem zu verwendenden Material. Möglich sind verschiedenste Varianten. Aus diesem Grund sollte der Anguss (Typ und Position) möglichst in einem frühen Stadium besprochen werden, damit bei der Anforderung eines Werkzeugangebots schon eine richtige Entscheidung getroffen wurde.

MOLDFLOW-ANALYSE

Einen eigenständigen Bereich bildet hier die Moldflow-Analyse. Sie prognostiziert, wie der heiße, flüssige Kunststoff in das Werkzeug einströmt und dort erstarrt.

Zu [Moldflow-Analysen](#) finden Sie ebenfalls ein Whitepaper auf unserer Website.

Ein Heißkanalsystem ist jedoch zumeist etwas teurer als ein kalter Anguss. Dem gegenüber bietet ein Heißkanalsystem oft eine höhere Produktqualität und umgeht Nachbehandlungen (manuelle Beseitigung des Angusses auf dem Produkt). Langfristig kann ein Heißkanal somit vorteilhafter sein.

Die Wahl des Angussystems *muss sich ganz klar* nach den Anforderungen an das Produkt richten. Ein Haus baut man schließlich auch nicht aus Papier, nur weil das billig wäre.

HEISS oder KALT?

Beim Kaltkanalanguss verbleibt immer ein kleiner Stab Restkunststoff am Produkt. Sollte ein Anguss in einem Sichtteil des Produkts technisch erforderlich sein, kann er nach dem Spritzguss, bspw. durch Fräsen und/oder Lackieren, beseitigt werden.

Praktischer ist jedoch ein Anguss an einer nicht sichtbaren Stelle auf dem Produkt. Dann lässt sich das Stäbchen direkt nach dem Spritzguss maschinell oder manuell abbrechen. Oder Sie entscheiden sich für das Heißkanalverfahren!



Im Werkzeug bewegt sich etwas...

Nachdem der Kunststoff im Werkzeug erstarrt ist, muss das Spritzgussteil das Werkzeug verlassen. Wir nennen dies oft ‚auswerfen‘: Im Werkzeug verbaute Teile drücken das Produkt aus dem Hohlraum. Manchmal fällt das Produkt einfach auf ein laufendes Band, oder ein Roboter/Mitarbeiter greift es, um es abzulegen oder direkt einzupacken.

Oft wird hierfür das Produkt, direkt aus dem Werkzeug heraus, in eine einzige Richtung bewegt. Die einfachste Werkzeugkonstruktion ist folglich auch eine Konstruktion „Offen-Geschlossen“, wobei das Produkt in einer Richtung aus der Kavität genommen wird.

Spritzgussprodukte, die Löcher oder Ausbuchtungen erfordern, benötigen ein kompliziertes Werkzeug. Bei ihrer Entnahme aus dem Werkzeug werden zuerst sog. Schieber umgestellt, welche die schwierigen Teile des Produkts freilegen. Erst danach öffnet sich das gesamte Werkzeug. Schieber können sich in Spritzgusswerkzeugen auf 2 Arten bewegen:

1. durch mechanische Verschiebung, oder
2. durch einen oder mehrere Zylinder, der/die die Schieber bewegt/bewegen.

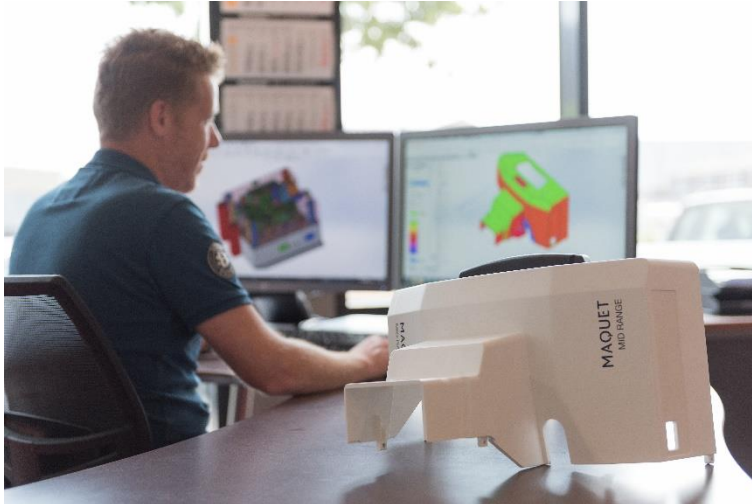
Beide Systeme haben Vor- und Nachteile. Wenn möglich, sind Schieber oder Zylinder völlig zu vermeiden: Je mehr bewegliche Teile ein Spritzgusswerkzeug umfasst, desto mehr kann kaputtgehen. Es ist teilweise der blanke Horror, wenn ein Schieber während der Produktion nicht richtig positioniert, ist und sich das Werkzeug öffnet – ganz so, als ob sich Ihr Fahrradschloss unterwegs schließt! Um das zu verhindern, ist eine Werkzeugsicherung kein überflüssiger Luxus.

Sie sollten (wenn möglich) das Werkzeug für Ihr Spritzgussprodukt intelligent anpassen, um Schieber zu vermeiden. Oft ist auch eine Nachbehandlung möglich: Ein Loch können Sie auch im Nachhinein bohren. Damit sparen Sie Werkzeugkosten ein (müssen allerdings zusätzliche Arbeiten ausführen)

Was bekomme ich für mein Geld?

Wie gesagt, unterscheiden sich die Angebote für Werkzeuge oft stark. Um sie gut vergleichen zu können, sollen Sie auf folgende Punkte achten:

Begleitung vor, während und nach der Werkzeugherstellung



Werkzeuge sind komplexe und oft kostbare Geräte, die lange und zuverlässig eingesetzt werden müssen, um Spritzgussteile zu formen. Sie müssen dabei viele Spezifikationen erfüllen. Begleitung ist während des ganzen Prozesses nützlich, vom Produktentwurf über den resultierenden Werkzeugentwurf, die Herstellung und die Testphase

bis zur Abnahme des Werkzeugs in der Praxis beim Werkzeughersteller. Dabei gilt immer: Vertrauen ist gut, Kontrolle ist besser! Welche Art der Begleitung bietet der Werkzeughersteller in seinem Angebot an?

Leistet das Werkzeug gute Dienste?

Und dann steht der Stahlblock da. Das alleine bringt noch nichts, und es ist auch nicht sofort klar, ob das Werkzeug die vorab festgelegten Anforderungen erfüllt. Werden Freigabeprodukte mitgeliefert, um eine gute Produktqualität zu belegen? All diese Fragen gilt es zu beantworten. Auch zeigt sich oft: „Wer billig kauft, ...

Läuft beim ersten Mal. Oder auch nicht.

Wäre das nicht schön: Das Werkzeug produziert sofort hervorragende Produkte. Dass alles gleich optimal läuft, passiert aber selten. Wenn man jedoch die Werkzeugherstellung präzise vorbereitet, und den Produktentwurf extrem kritisch beurteilt, können Fehler vermieden werden, und kommt man dem fast perfekten Werkzeug und dem fast perfekten Produkt näher.

Änderungen und Optimierungen sind aber meist unvermeidlich. Wer ist dann wofür verantwortlich? Sind die gefertigten Produkte nicht wunschgemäß, weil das Werkzeug nicht den Anforderungen entspricht, ist u. U. das Werkzeug zu optimieren. Dafür ist – in Kooperation mit dem Werkzeughersteller – das Spritzgussunternehmen verantwortlich. Das gilt z. B. für ein sich schwer lösendes Teil, für Reste am Produkt oder für eine noch anzupassende Angussgeometrie.

Besprechen Sie den Produktentwurf bereits in einem frühen Stadium mit dem Spritzgussunternehmen und dem Werkzeughersteller. Vorgewarnt heißt vorbereitet. Wurde der Entwurf nicht für den Spritzguss optimiert, klappt es auch nicht mit dem Werkzeug. Zum Entwerfen von Spritzgussteilen aus Kunststoff finden Sie weitere Informationen in unserem [Design Guide](#).

Stellt sich heraus, dass der Produktentwurf sich dennoch nicht umsetzen lässt, oder wird beschlossen, ihn noch zu ändern? Wenn die Geometrie des Produkts geändert wird (und das heißt meist eine neue 3D-Datei), ist dafür der Kunde verantwortlich. Dann muss das Spritzgussunternehmen oder der Werkzeughersteller für die Änderungen am Werkzeug, ggf. plus Kosten für einen neuen Testspritzguss, Validierung, Messbericht usw. ein Angebot unterbreiten.

Ist eine Testproduktion im Preis inbegriffen?

Um ein Werkzeug und das Produkt, das das Werkzeug verlässt, zu beurteilen, ist ein Probeguss nötig. Dabei wird die Funktion des Werkzeugs getestet, und werden, sofern das Ergebnis stimmt, die Maschinen- und Prozesseinstellungen festgelegt. Nach diesem Test kann das Werkzeug fertig gestellt werden, und können die Einstellungen angewendet werden, wenn das Werkzeug in Serienproduktion geht. Darum ist es hilfreich, wenn diese Testproduktion (und die daran gestellten Bedingungen) zum Auftrag gehören. Ansonsten kommt es u. U. für die Testproduktion zu unerwarteten Kosten.



Eine Testproduktion kann beim Werkzeughersteller erfolgen. Hier testet Prozessingenieur Wil Mathijssen ein neues Werkzeug bei einem unserer Partner.

Befindet sich das Werkzeug erst einmal bei Pekago, erfolgt ein neuer Testspritzguss an der Maschine, auf der das Werkzeug laufen soll.

Gehören auch Zeichnungen dazu?

Zur Fertigung eines Werkzeugs wird zumeist auch eine Konstruktionszeichnung (in 3D) erstellt. Nach einem Zwischenfall, bei dem das Werkzeug verloren geht, kann anhand der Konstruktionszeichnung genau dasselbe Werkzeug neu hergestellt werden. Auch beim Wechsel zu einem anderen Spritzgussunternehmen ist eine Konstruktionszeichnung für das Werkzeug wünschenswert. Dank der Zeichnung sind Reparaturen und Änderungen viel bequemer und schneller möglich.

Bin ich eigentlich der Eigentümer?

Natürlich. Zumindest steht das zu hoffen. Ist das Werkzeug nach der Bezahlung vollständig Ihr Eigentum? Oder bezahlen Sie „nur“ einen Investitionsbeitrag, und bleibt das Werkzeug Eigentum des die Herstellung beauftragenden Herstellers oder Spritzgussunternehmens? Das muss genau festgelegt werden! Das Werkzeug sollte möglichst vollständig Ihnen gehören. Natürlich nicht, wenn andere Vereinbarungen gelten, wie die Aufnahme der

your technology covered in plastics

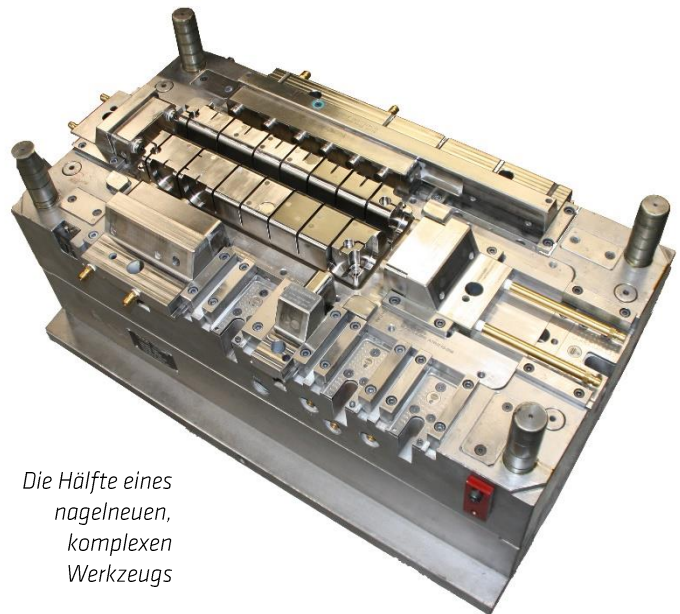
Werkzeugkosten in den Produktionskosten. In jedem Fall müssen Sie die Vereinbarungen zum Eigentum des Werkzeugs kennen.

Ich will zu einem anderen Spritzgussunternehmen wechseln

Wie kann ich meine Produkte bei einem anderen Spritzgussunternehmen unterbringen, wenn ich z. B. mit dem alten Anbieter nicht zufrieden bin, oder dieser nicht mehr liefern kann? Wenn Ihnen das Werkzeug vollständig gehört, können Sie zu einem anderen Spritzgussunternehmen wechseln. Bleibt noch die Frage, ob sich das Werkzeug für den Einsatz durch einen anderen Anbieter eignet. Mitunter wurde es nicht „universell“ gebaut, was Anpassungen notwendig macht.

Kostbares Gerät

Ein Werkzeug ist ein kostbares Gerät. Wenn dieser „Stahlblock“ gut konzipiert und konstruiert wird und sich für die Aufgabe eignet, haben Sie jahrelang Freude daran. Und umgekehrt... Machen Sie sich auf etwas gefasst.



*Die Hälfte eines
nagelneuen,
komplexen
Werkzeugs*



Pekago Covering Technology produziert im Kundenauftrag Kunststoffgehäuse und technische Komponenten durch Spritzguss und TSG. Ergänzend dazu werden Produkte lackiert, montiert und u. a. mit Aufdrucken versehen. Wir entwickeln Spritzgusswerkzeuge selbst und beraten unsere Kunden zur Machbarkeit von Kunststoffergebnissen. Unsere Absatzmärkte umfassen u. a. medizinische Geräte, Flugzeugkabinen, Analysegeräte und Sichtsysteme.

Weitere Informationen zu Pekago finden Sie auf unserer Website:

<https://www.pekago.com/de/>.