Angussgestaltung für edle Oberflächen

1 Einleitung

Substitution, Integration, Dünnwandtechnik sind heute in der Entwicklung und Konstruktion von Kunststoffbauteilen die üblichen Herausforderungen, mit denen gegenüber dem scharfen Wettbewerb zu bestehen ist.

Bestand in der Vergangenheit bei Bausystemen eine klare Trennung zwischen Sichtteilen mit hohen Anforderungen an die Oberflächenqualität und technischen Formteilen mit funktionellem Charakter, so steht heute zunehmend selbst bei technischen Bauteilen die Verbindung der Funktionalität mit „Cosmetic Appearance“ im Vordergrund. So werden in diesem Zusammenhang in der Automobilindustrie Begriffe wie „Design unter der Motorhaube“ oder in der Haushaltswarenindustrie solche wie „Wertanmutung“ verwandt.

Die Funktionalität ist nicht zuletzt hierdurch zum Selbstverständnis geworden; das äußere Erscheinungsbild aufgewertet zum Verkaufsargument.

Dies hat naturgemäß zur Konsequenz, dass die Anforderungen an alle an der Prozesskette beteiligten Elemente,

- Werkstoff,
- Formteile,
- Werkzeug und
- Spritzgießmaschine,

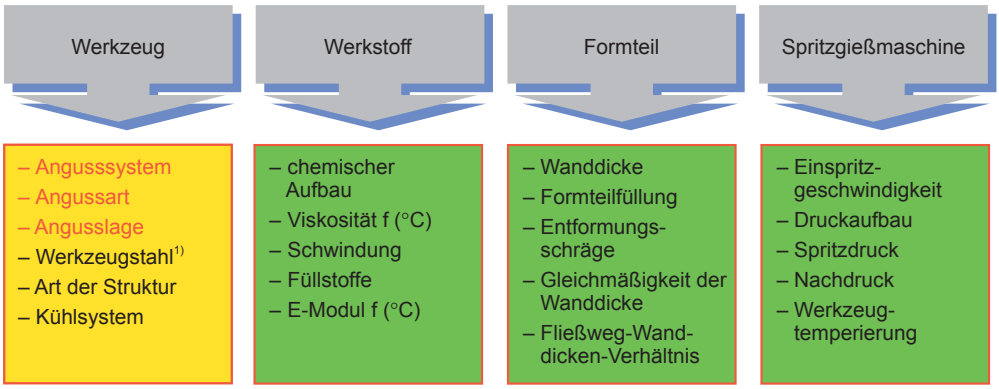
steigen und sogar spezifisch darauf abgestimmt werden müssen.

2 Einflussgrößen bei der Oberflächenqualität

Der eingesetzte Werkstoff hat in dieser Prozesskette die hochgestellte Aufgabe, durch z. B. Farbe, Farbtiefe, Haptik, Glanzgrad etc. die Voraussetzungen zum gelungenen Design zu liefern. Diese Merkmale sind in der Formteilgestaltung im Rahmen einer kunststoffgerechten Konstruktion umzusetzen. Die Auswahl des geeigneten Fertigungsverfahrens und der entsprechenden Werkzeugkonstruktionen schließt erst den Kreis, um das Ziel der geforderten Oberflächenqualität zu erreichen.

Bild 1 zeigt die wesentlichen Einflussgrößen in Hinblick auf die Oberflächenqualität und macht gleichzeitig deutlich, wie umfangreich dieses Thema sich in der Praxis darstellt.

Mit diesem Beitrag ist unter Berücksichtigung des oben Genannten der Fokus auf das Werkzeug und eingrenzend auf die Angussgestaltung für edle Oberflächen gelegt.



[1)] Chemischer Aufbau, Gefüge,Thermische Eigenschaften, Reibverhalten, Wärmeleitfähigkeit

Bild 1: Einflussgrößen bei der Oberflächenqualität

3 Das Angusssystem

Das Angusssystem ist ein verfahrenstechnisch notwendiges „Mittel zum Zweck", um die im Spritzgießzylinder aufbereitete Schmelze in das Formnest zu leiten. Vor diesem Hintergrund sollte der Artikeldesigner bereits in der ersten Konstruktionsphase diese Notwendigkeit berücksichtigen, will er im Sinne des Themas Basisvoraussetzungen schaffen.

Drei Standpunkte ergeben sich:

1. Das Design fordert die „angusslose" (markierungsfreie) Fertigung bzw. Verlagerung der Anspritzung in einen unsichtbaren Bereich.
2. Für den Rohstofflieferanten stehen die schonende Aufbereitung und der schonende Transport der Schmelze in das Formnest im Vordergrund.
3. Der Verarbeiter erwartet zur wirtschaftlichen Fertigung kurze Zykluszeiten, geringen Angussabfall und ein großes Verarbeitungsfenster bei störungsfreier Produktion.

Bild 2 verdeutlicht die Anforderungen an ein Angusssystem aus der Sicht des Rohstofflieferanten und des Verarbeiters.

Weitergehende Erkenntnis an dieser Stelle: Das Angusssystem muss neben dem Genannten so dimensioniert sein, dass der notwendige Nachdruck zum Ausgleich der Volumenkontraktion (Schwindung) in der Abkühlphase wirksam sein kann.

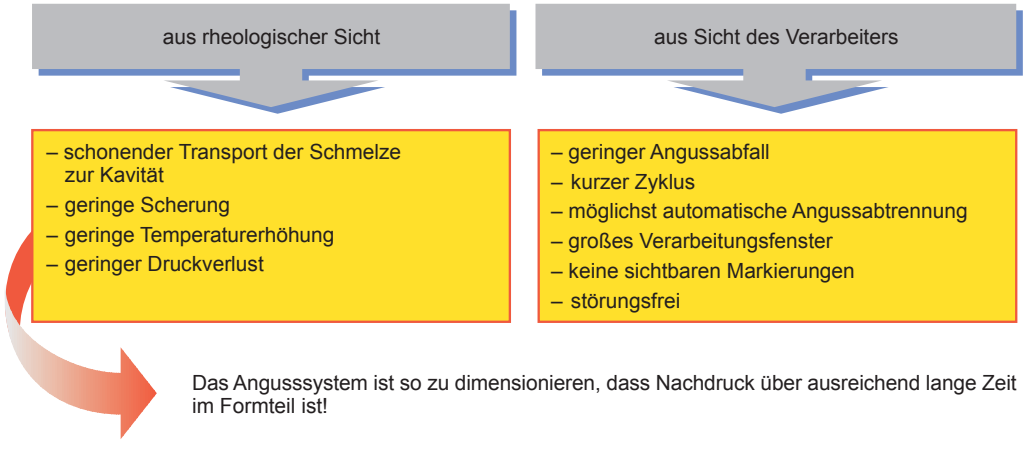


Bild 2: Anforderungen an das Angusssystem

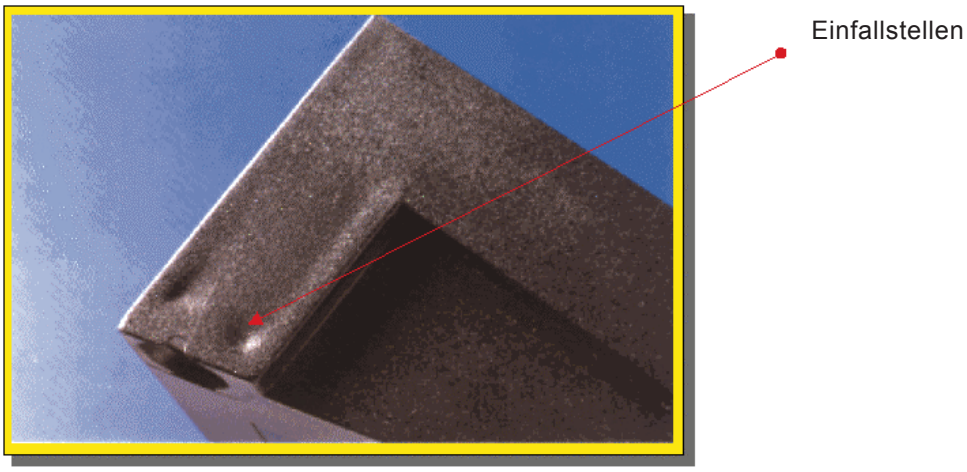


Bild 3: Bauteil mit Einfallstellen aufgrund ungünstiger Angussdimensionierung

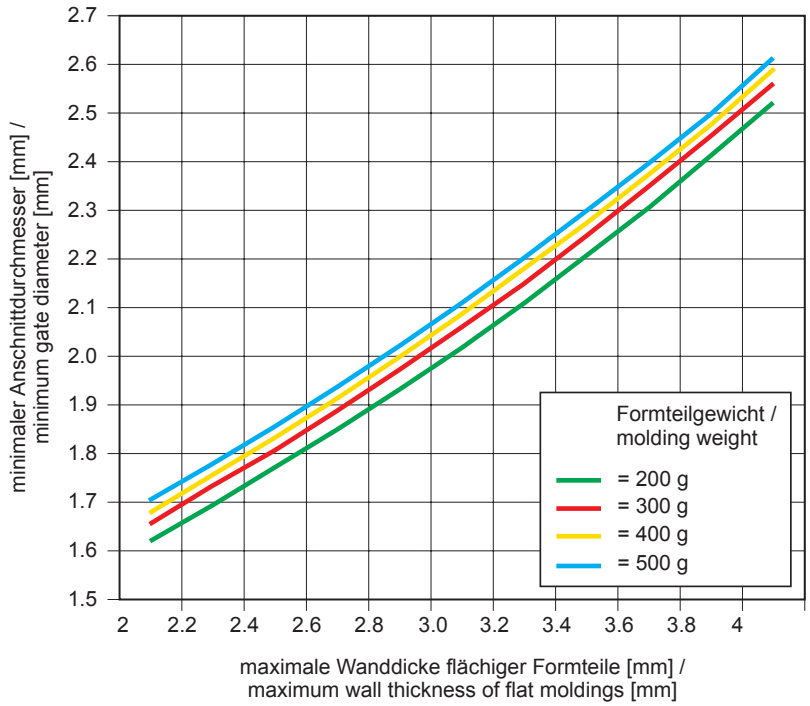


Bild 4: Anschnittdurchmesser (Punkt) als f von Wanddicke und Formteilgewicht

3.1 Angussdimensionierung

Die Hauptkriterien für die Angussdimensionierung sind das Formteilgewicht (Volumen), die Angusslänge und die Formteilwanddicke (Fließweg). Diese wirken auf den Druckbedarf, die Temperaturbelastung während der Füllung und die Scherbelastung ein. Sie werden durch die limitierte Fließfähigkeit des Werkstoffes und die typspezifische Empfindlichkeit gegenüber der Scherung begrenzt. Ferner ist das Füllverhalten (wie z. B. hinter Wanddickensprüngen, freier Massestrahl usw.) entscheidend für die Oberflächenqualität.

Vor diesem Hintergrund sind folgende Zielgrößen für den Druckbedarf bei der Formteilgestaltung und der Auslegung des Angusssystems bei Einsatz technischer Thermoplaste im Standardbereich anzustreben:

Druckbedarf
- Angussssystem $\Delta p < 300$ bar
- Anschnitt $\Delta p < 50$
- Formteil $\Delta p < 650$ bar

In Abhängigkeit vom Formteilgewicht ist das im Folgenden dargestellte Diagramm zur Ermittlung des Anschnittdurchmessers entstanden. Entsprechend dem nahezu linearen Verlauf der Graphen hat die praxisbewährte Dimensionierung des Anschnitts heute immer noch ihre Gültigkeit.

Durchmesser Anschnitt = 2/3 Wanddicke (s)

3.2 Angusssysteme

Angusssysteme bestehen aus einem Kalt- oder Heißkanalsystem bzw. einer Kombination von beiden.

Das Heißkanalsystem ist prinzipiell als Verlängerung der Maschinendüsen anzusehen. Die Anforderungen an das Heißkanalsystem steigen, wenn über eine Direktanbindung hinaus ein Formteil über mehrere Düsen angespritzt werden muss. Die meisten Heißkanalsysteme arbeiten indirekt, d. h., zwischen Düse und Formteil besteht noch ein Übergang z. B. in Form eines Restzapfens oder eines Kaltverteilersystems.

Vor dem Hintergrund der Eingrenzung des Themas sind die folgenden Aspekte der Angussgestaltung auf Kalt- und Heißkanalsysteme zu beziehen.

3.3 Angussarten

3.3.1 Angussstange

Im einfachsten Fall besteht der Anguss aus einer Angussstange, die bei richtiger Dimensionierung und Platzierung auch heute noch eine wirtschaftliche, weil in der Regel prozesssichere Lösung darstellt. Ein wesentliches Merkmal neben dem Durchmesser der Angussstange ist die zur Entformung notwendige Konizität, für die sich bei „harten" Thermoplasten ein Wert von 1,5° je Seite bewährt hat.

3.3.2 Angussgestaltung für flache Bauteile

Flache Bauteilgeometrien mit der Forderung nach markierungsfreier Anspritzung stellen besondere Anforderungen an die Angusstechnik und werden an dieser Stelle besonders betrachtet.

Der Anschnitt als Punktanschnitt in der Seitenwand erzeugt den bekannten Freistrahl (Jetting) (Bild 5 a + 6 a).

Die Ursachen hierfür sind:
- kein ausgebildeter Quellfluss der Kunststoffschmelze,
- Bildung eines Massestranges mit geringem Wandkontakt (Abkühlung),
- keine homogene Verbindung mit der nachfolgenden Schmelze.

Es muss demzufolge das Ziel der Angussoptimierung sein, die Schmelze direkt in den Quellfluss zu überführen.

Freier Massestrahl, Abhilfemaßnahmen:

1. Anschnittquerschnitt vergrößern
2. Eventuell Anschnittlage mit Prallfläche wählen
3. Einspritzgeschwindigkeit reduzieren
4. Einspritzprofil erstellen: langsam → schnell

Flache Bauteile, die nicht die Möglichkeit zulassen, die Schmelze über einen Anspritzort an der Seitenwand (Prallfläche) in den Quellfluss gelangen zu lassen, müssen mit Hilfe eines Filmanschnitts gefüllt werden. Obwohl hier mit erhöhtem Aufwand der Angussabtrennung zu rechnen ist, wird diese Technik auch heute besonders für transparente Formteile wie z. B. Scheinwerferstreuscheiben eingesetzt (Bild 6 b).

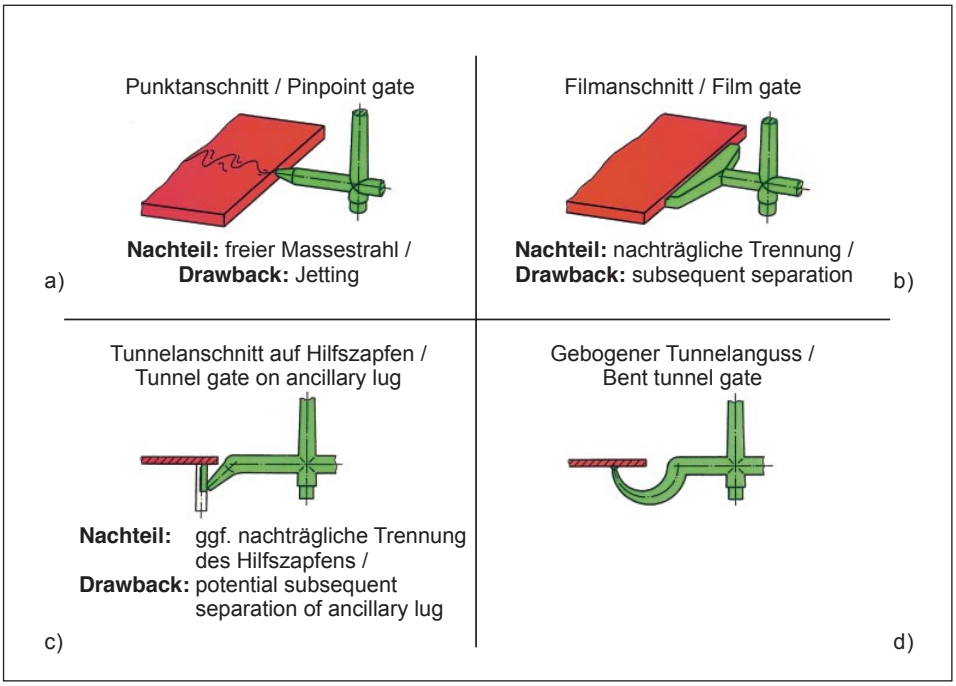


Bild 5: Angussarten für flache Bauteile

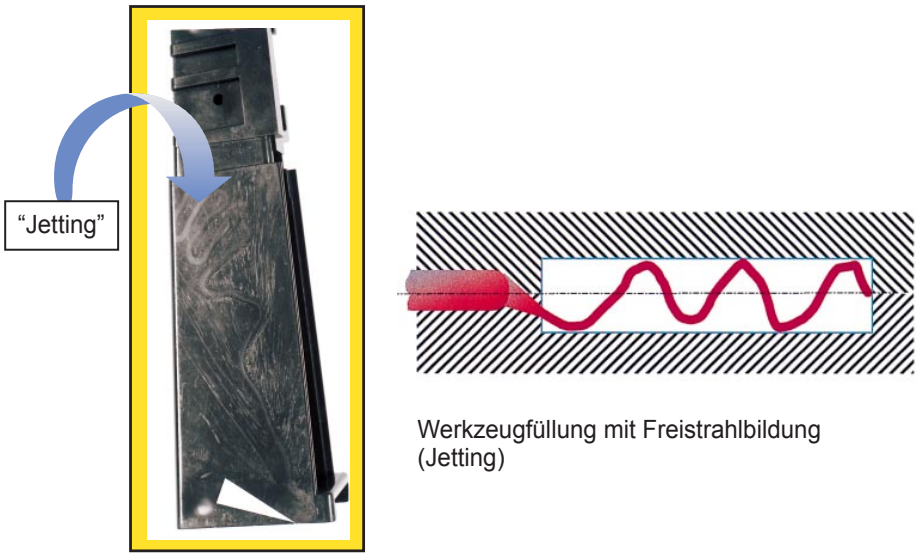


Bild 6 a: Freistrahlbildung durch ungünstige Anschnittgeometrie und -lage



Bild 6 b: Streuscheiben mit Filmanschnitt

3.3.3 Filmanschnitt

Im Filmanschnitt (Bild 5 b) wird die zentral ankommende Schmelze über einen Vorverteiler auf die Breite des Filmanschnitts gebracht. Der Vorverteiler ist so zu gestalten, dass die Schmelze auf diesem Weg den gleichen Druck benötigt. Als Beispiel dient hier der in Bild 7 dargestellte Filmanschnitt mit Delta-Verteiler. Durch den Vorverteiler kommt es zum gezielten Balancieren, sodass der Druckbedarf über die Fließpfade konstant ist.

Oberflächen- und spannungssensible Bauteile wie die hier gezeigte Abdeckung aus Polycarbonat werden zur Reduzierung der Scherung grundsätzlich mit einem Film angespritzt.

Beide Anschnitt-Varianten sind in der Filmdicke mit dem bereits erwähnten 2/3-s-Verhältnis ausgeführt.

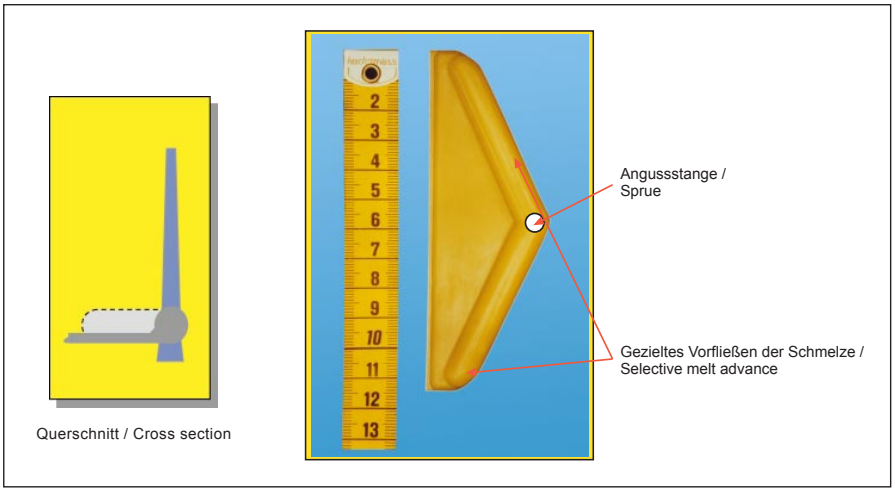


Bild 7: Balancierter Filmanschnitt

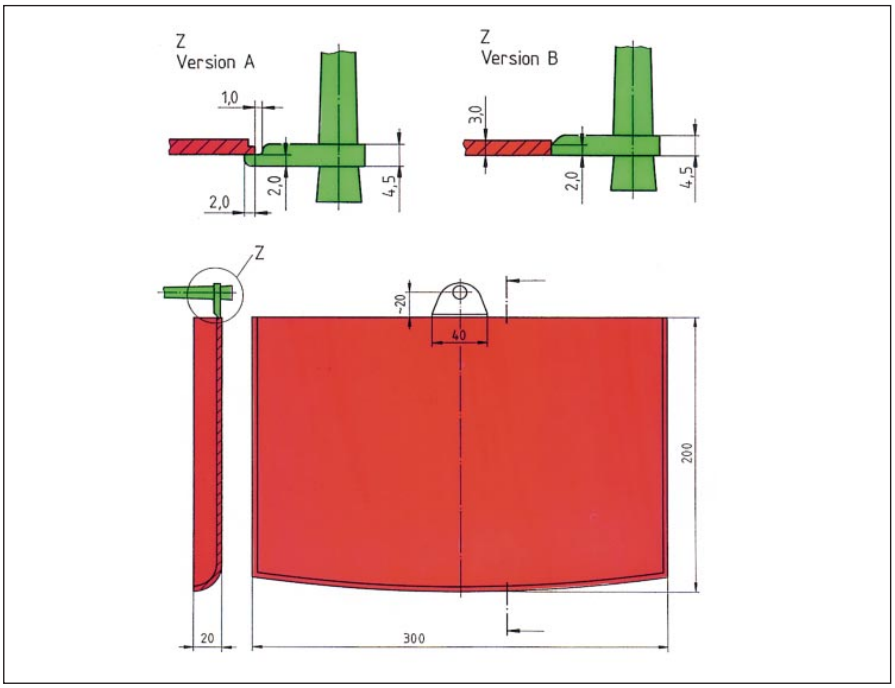


Bild 8: Transparente Abdeckung aus Polycarbonat (Reduzierung der Scherung)

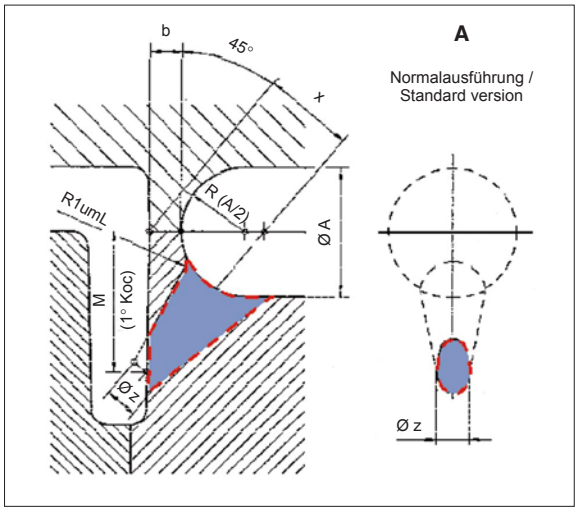


Bild 9: Ungünstige Tunnelgestaltung (Anschnitt-Linse hochkant, ohne Stauboden) Kopie einer Kunden-Werksnorm

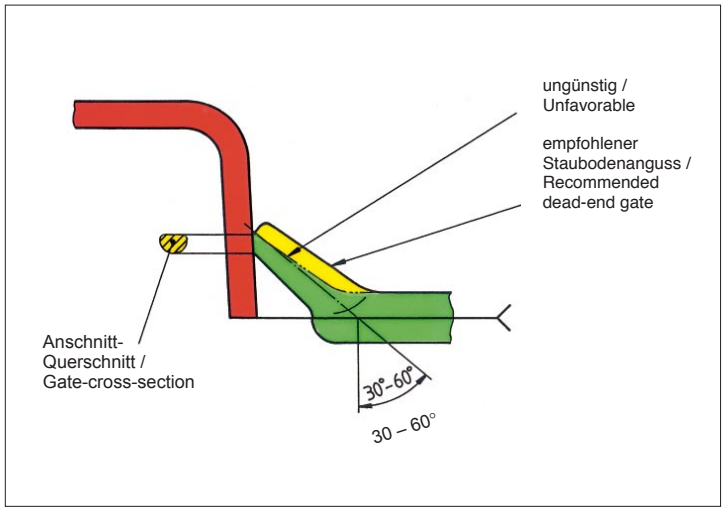


Bild 10: Empfohlene Ausführung eines Tunnelangusses (Stauboden-Philosophie)

Vergleich der Scherung (Tunnelanguss versus Stauboden-Tunnelanguss)

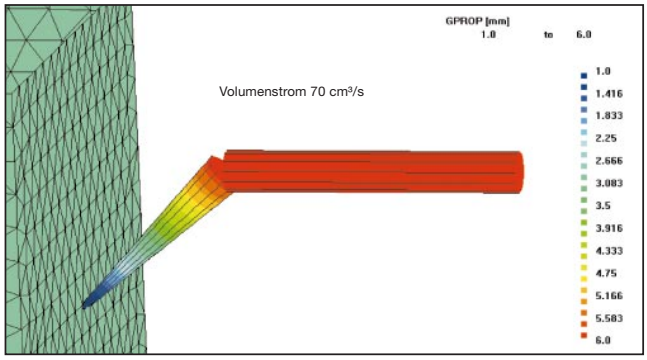


Bild 11 a: Tunnelanguss

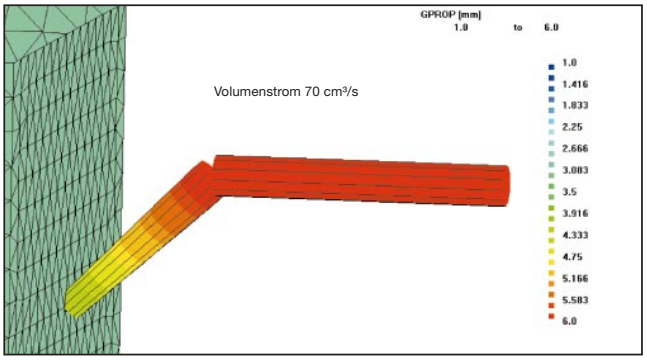


Bild 11 b: Tunnelanguss mit Stauboden

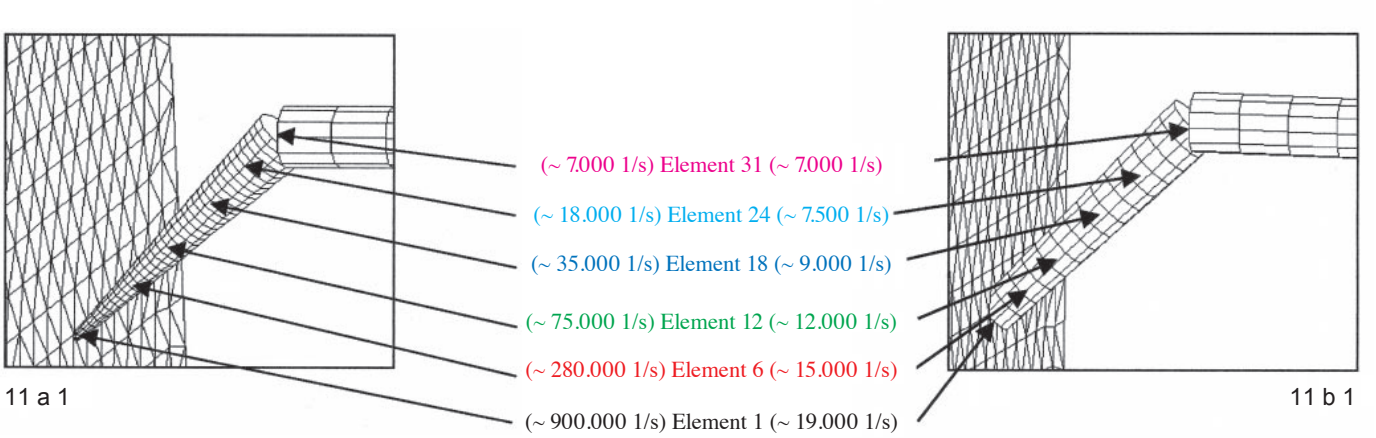
3.3.4 Tunnelanguss

Der Tunnelanguss erfüllt die Anforderungen an eine automatische Fertigung und kommt aus diesem Grund heute sehr oft zur Anwendung. Leider ist auch heute noch häufig der Tunnel, und dies sogar in Werksnormen, als einfacher Kegel aufgeführt.

Es gilt als hinlänglich bewiesen, dass der Tunnel mit Stauboden viele Vorteile, insbesondere zur Erzielung edler Oberflächen, aufweist.

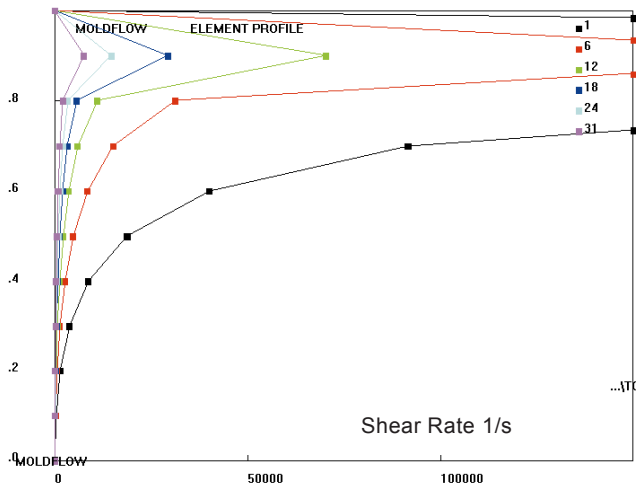
Der Vorteil dieser Ausführung besteht darin, dass der Druckverlust und die Scherung im Tunnel klein bleiben.

Die Vergleichsberechnung der Scherung (Bild 11) unterstreicht diese Aussage, da bei dieser Angussgeometrie der Tunnel mit Stauboden auf ein wesentlich niedrigeres Niveau der Scherungsbelastung kommt. Dies bedeutet in der Praxis oft die entscheidende Vergrößerung des Verarbeitungsfensters und ist somit erst die Voraussetzung für eine prozesssichere Fertigung zur Erzielung störungsfreier Oberflächen.

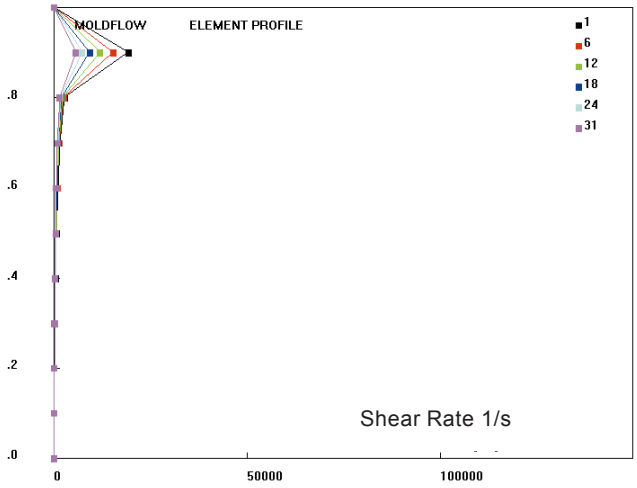


11 a 1

11 b 1



11 a 2



11 b 2

Bild 11 a 1 + 2: Tunnelanguss: Netzstruktur; berechnete Schergeschwindigkeit an den Elementen 1 bis 31

Bild 11 b 1 + 2: Tunnelanguss mit Stauboden: Netzstruktur; berechnete Schergeschwindigkeit an den Elementen 1 bis 31

3.3.5 Tunnel auf Hilfszapfen

Eine Möglichkeit, den freien Massestrahl zu vermeiden, ist mit dem System „Tunnel auf Hilfszapfen“ gegeben. Die Schmelze strömt beim Eintritt in die Kavität gegen die gegenüberliegende Wand und setzt die Füllung im angestrebten Quellfluss fort. Zu achten ist hierbei auf die richtige Abstimmung der Querschnitte, so wie es im Beispiel Bild 12 beschrieben ist. Der Hilfszapfen wird in einen Ausstoßer eingearbeitet, sodass er mit dem Ausstoßvorgang entformt wird. Allerdings verbleibt der Hilfszapfen nach Entformung am Formteil und muss in der Regel durch einen zusätzlichen Vorgang entfernt werden.

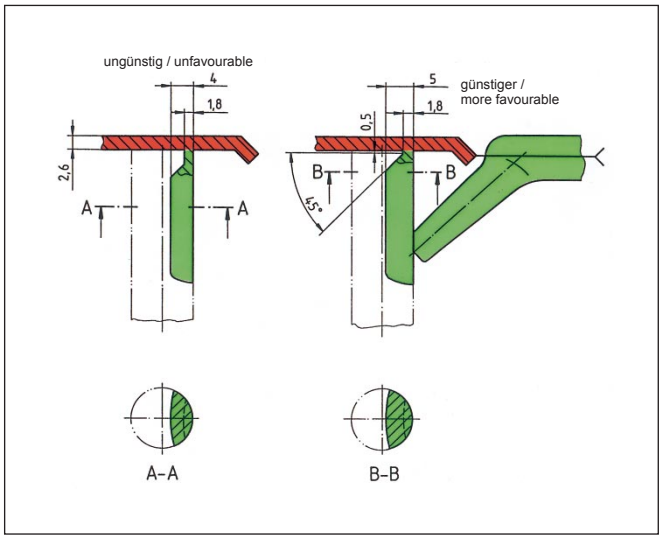


Bild 12: Gestaltung eines Abbrech-Hilfszapfens

3.3.6 Gebogener Tunnelanguss

Wie der „Tunnel auf Hilfszapfen“, so wird der gebogene Tunnelanguss aus gleichem Grund für flache Bauteile eingesetzt. Dieser hat zudem den Vorteil, dass keine Nacharbeit nötig. Die Einarbeitung des gebogenen Tunnels in das Werkzeug ist allerdings mit erhöhtem Aufwand verbunden und erfolgt in einem separaten Einsatz. Zur Erlangung einer prozesssicheren Funktion sind folgende Maße relevant:

- Biegehebel > 20 mm
- Durchmesser Verteiler 5–8 mm
- Radius gebogener Tunnel mind. R 5–25 mm

Der Biegehebel und der gebogene Tunnel müssen hinreichend biegeweich sein, sodass sie sich während der Entformungsphase aufweiten können, ohne dass hierbei die zulässige Reißdehnung überschritten wird. Der Entformungsvorgang ist durch eine Zentrierspitze mit langer Führung zu unterstützen.

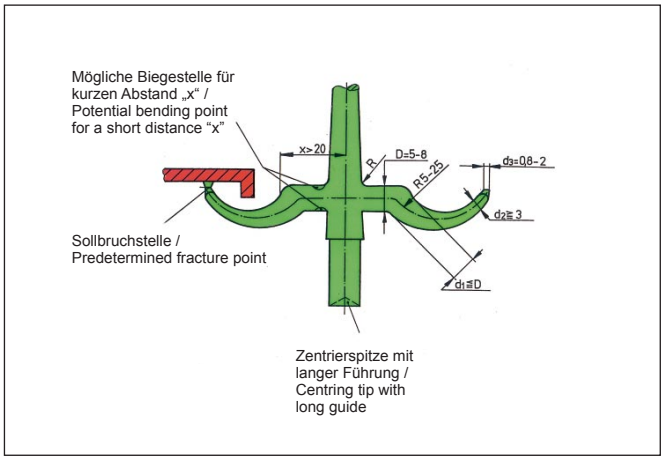


Bild 13: Gestaltung eines Abbrech-Hilfszapfens

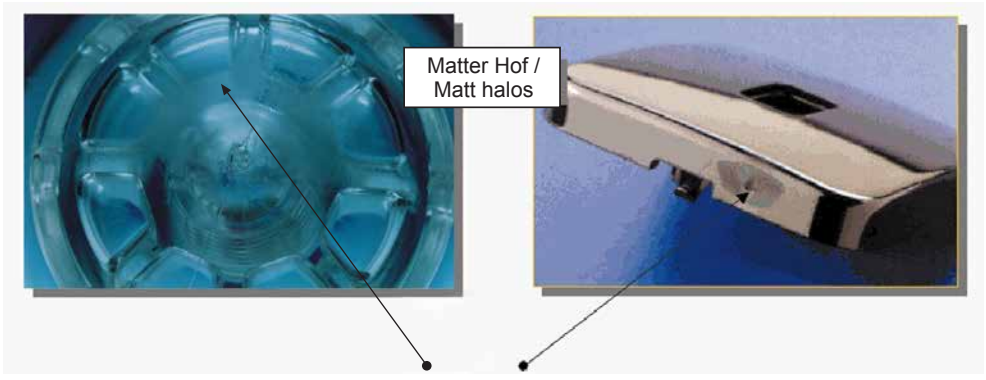
3.4 Matter Hof

Der „matte Hof“ ist eine Oberflächenerscheinung, die in Verbindung mit dem Angusssystem auftritt. Er befindet sich entweder unmittelbar um den Anschnitt herum (Bild 14), oder auf der gegenüberliegenden Seite (Bild 15) des Anschnitts.

Im ersten Fall liegt eine Störung im Schmelzefluss vor, bei der die Schmelze mit hoher Orientierung eingespritzt wird und ohne direkten Wandkontakt erstarrt. Im Folgenden wird durch hohe Schubspannung die äußere Randfaser wieder aufgerissen und erstarrt mit nachfolgender Schmelze unter Bildung feinster Kerben.

In erster Näherung ist die Ursache im Anschnittdurchmesser in Relation zur Wanddicke zu suchen. Zu finden ist dieses beschriebene Bild bevorzugt bei dickwandigen Formteilen, sodass in der Praxis hier auch von „Micro-Jetting“ gesprochen wird.

Der zweite Fall tritt dann in Erscheinung, wenn gegenüber der Sichtseite angespritzt wird. Die Sichtbarkeit des „matten Hofs“ ist abhängig von der Oberfläche (Zunahme von poliert zu strukturiert), der Werkzeugtemperatur sowie den Verarbeitungsbedingungen. Vorgang: Die niedrig viskose Schmelze dringt mit spezifisch hohem Druck in die Struktur der gegenüberliegenden Seite ein und erstarrt im unmittelbaren Umfeld unter Druck, wohingegen das weitere Umfeld von der Wandung schwindet.



Matte Stellen im Anschnittbereich /
Matt points (“halos”) in the vicinity of the gate

Schmelzefluss im Angusssystem bzw. im Anschnittbereich /
Disturbance in the flow of melt in the gating system or in the vicinity of the gate.

Bild 14: Angussgestaltung: matter Hof

3.4.1 Gebogener Tunnelanguss mit Minifilm

Bild 15 zeigt einen Handschuhkastendeckel, der rückseitig mit einem gebogenen Tunnel angespritzt ist und den „matten Hof“ gemäß obiger Beschreibung auf der strukturierten Sichtseite deutlich in Erscheinung treten lässt.

Die oben beschriebene Erscheinung des „matten Hofs“ kann durch Reduzierung des spezifischen Drucks und gestuftes Einspritzprofil vermindert, teilweise sogar vermieden werden.

Vielfach bewährt hat sich hier die Aufweitung des Anschnitts in einen „Minifilm“, sodass ein Effekt wie oben unter Filmanschnitt beschrieben eintritt.

Das Abtrennen während der Entformung ist allerdings von der Festigkeit des Werkstoffs und einem scharfkantigen Übergang Tunnel/Formteil abhängig.

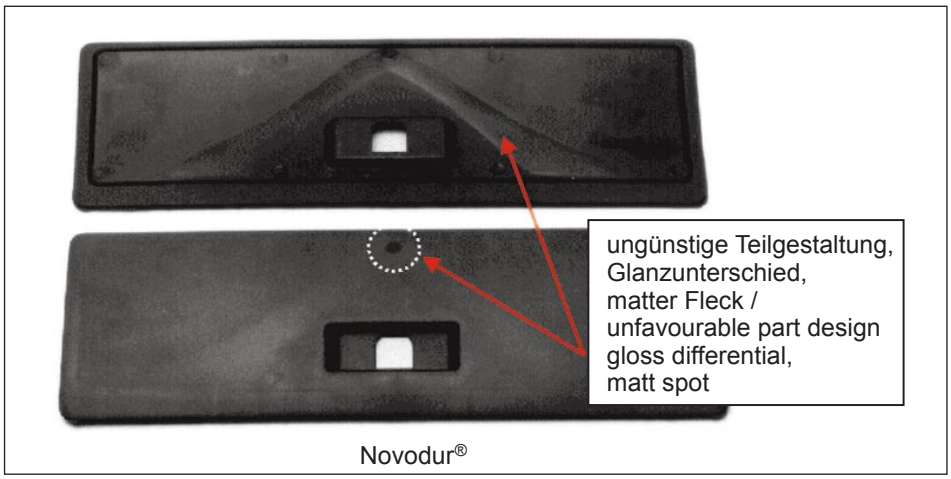


Bild 15: Handschuhkastendeckel

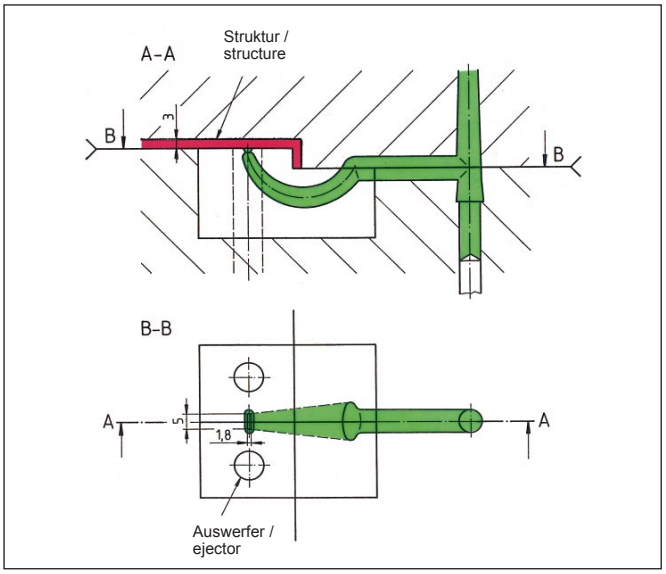


Bild 16: Minimierung „matter Fleck“ bei gebogenem Tunnelanguss

3.4.2 Tunnelanguss auf Hilfslasche

Das gleiche Ziel wird mit dem System „Tunnel auf Hilfslasche“ angestrebt, das in einen Flachausstoßer eingearbeitet ist. Die Schmelze tritt hier über den Tunnel in die deltaförmig eingearbeitete Hilfslasche und wird bei Reduzierung der Geschwindigkeit und niedrigerem spezifischen Druck in die Kavität eingeleitet, sodass die Druckverteilung über dem Anschnitt großflächiger und gleichmäßiger erfolgt. Als Folge wird die Struktur über dem Anschnitt durch den niedrigeren Druck gleichmäßiger abgebildet.

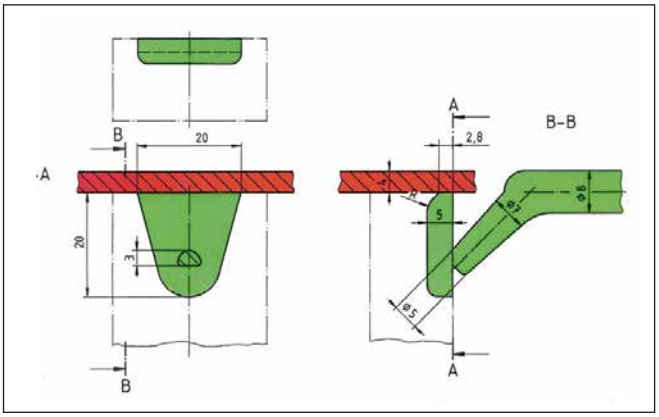


Bild 17: Reduzierung „matter Hof“ (Tunnelanguss auf Hilfslasche)

3.4.3 Angusssystem mit gestuftem Einspritzen

Das gestufte Einspritzen ist in der Verarbeitung ein häufig gewählter Weg, den „matten Hof“ in seiner Intensität zu beeinflussen. Diese Maßnahme ist auch durch die Anguss-gestaltung zu erreichen.

Eine Besonderheit der Angusstechnik zur Minimierung des „matten Hofs“ ist der Anguss mit Vorverteiler. Hier hat der gezielt auf Durchmesser und Länge abgestimmte Vorverteiler die Aufgabe, den Schmelzestrom kurz vor Eintritt in die Kavität aufzuteilen, sodass der Zentral-Schmelzestrom mit reduzierter Geschwindigkeit in die Kavität eintritt.

Wie eingangs beschrieben, wird diese Maßnahme zur Reduzierung des „matten Hofs“ durch Reduzierung der Einspritzgeschwindigkeit verfahrenstechnisch ebenfalls erreicht.

Da in der Praxis Werkzeuge sehr häufig durch den Betrieb von Maschine zu Maschine „vagabundieren“, sodass immer neue Parameter einzustellen sind, ist die Maßnahme einer im Werkzeug fest etablierten Reduzierung der Einspritzgeschwindigkeit von Vorteil (Bild 18). Die rechnerische Darstellung in Bild 19 zeigt das Füllvolumen nach gleicher Füllzeit. Es ist zu erkennen, dass die seitlichen Vorverteiler in dieser Phase noch nicht gefüllt sind. Nach vollständiger Füllung der Seitenarme steht der gesamte Volumenstrom dem zentralen Angusskanal zur Verfügung, die Einspritzgeschwindigkeit erhöht sich und die Füllung wird mit hoher Einspritzgeschwindigkeit vollendet.

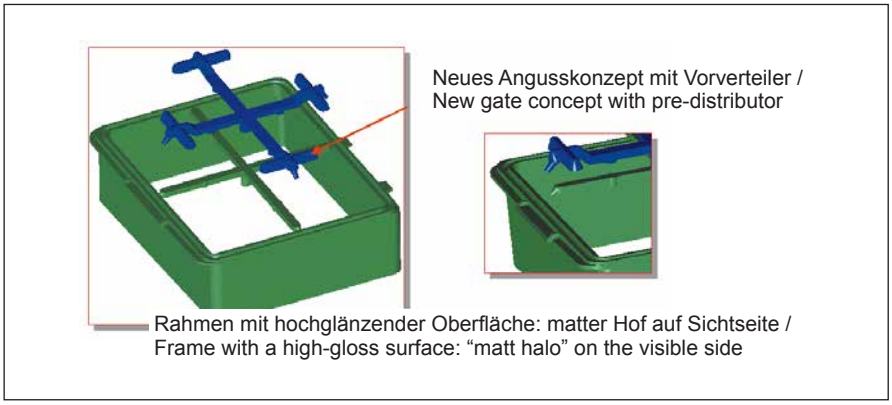


Bild 18: Angussgestaltung: „gestuftes Einspritzen“

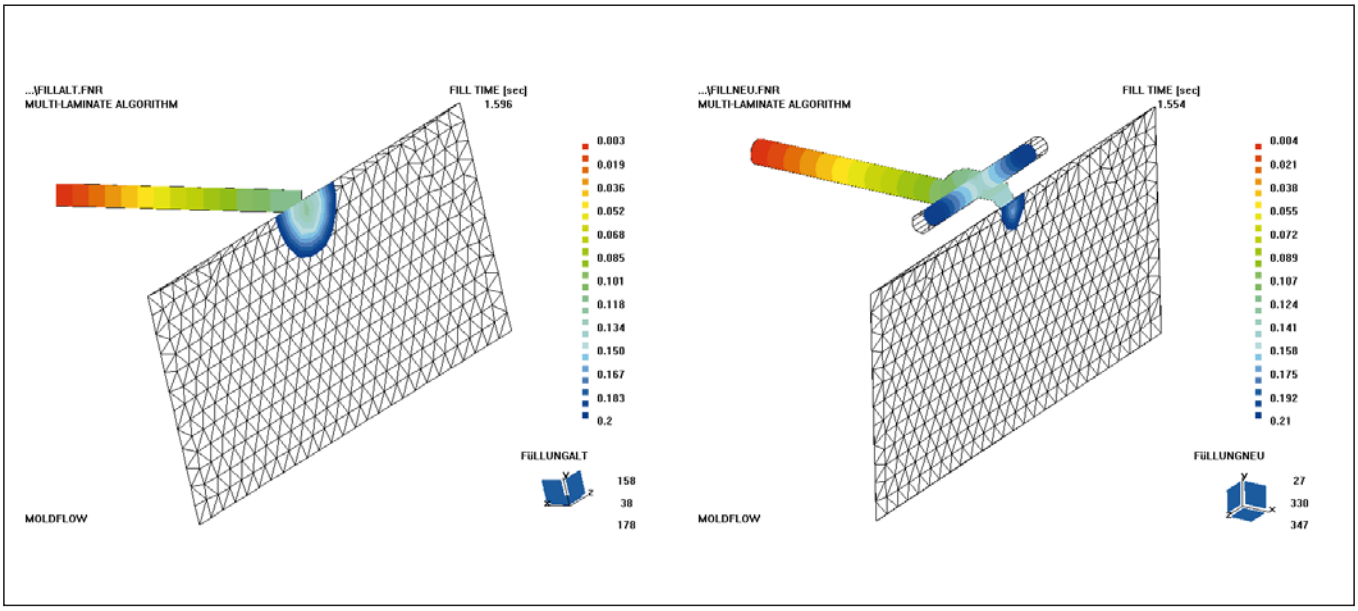


Bild 19: Angussgestaltung: links: konventionell, rechts: „gestuftes Einspritzen“

3.5 Beeinflussung der sichtbaren Bindenähte durch das Angusssystem

Jede unplanmäßige Markierung der Oberfläche stellt eine Störung dar, die besonders für „edle“ Oberflächen nicht zu akzeptieren ist. Bindenähte gehören zu diesen Störungen und beinhalten großes Diskussionspotenzial in der Produktion mit der Qualitätssicherung. Somit wird in der Phase der Werkzeugkonstruktion angestrebt, unvermeidbare Bindenähte in ihrer Lage, Länge und Qualität zu beeinflussen. Die Angusstechnik bietet hier eine Reihe von Möglichkeiten, die im Folgenden dargestellt werden.

Bild 20 zeigt die sich bildende Bindenaht zwischen zwei Anspritzpunkten. Nach der Theorie endet die Bindenaht, wenn die Tangenten an den Fließfronten einen Winkel von 120° einnehmen. Die Sichtbarkeit der Bindenaht unterliegt noch zusätzlichen Einflüssen.

Faktoren zur Beeinflussung der Sichtbarkeit der Bindenaht:
- Werkstoff
- Verarbeitungsparameter
- Oberfläche des Werkzeugs
- Farbe

Aus obigem Ansatz kann nun die Länge der Bindenaht in Abhängigkeit von der Formteildicke und Größe des Anschnittpunkts durch Verkürzung eins Abstandes „a“ minimiert werden.

In Bild 21 ist die Anzahl der Anspritzpunkte auf vier erhöht, sodass zum einen die Bindenahtlänge verkürzt wird und zum anderen früher eine gleichmäßige Fließfront erreicht wird.

Wird dies wie in Bild 22 als 4-fach-Tunnel ausgeführt, so kann zusätzlich durch Aufteilung des Volumenstroms die Scherung bei gleichzeitiger automatischer Abtrennung des Tunnels minimiert werden.

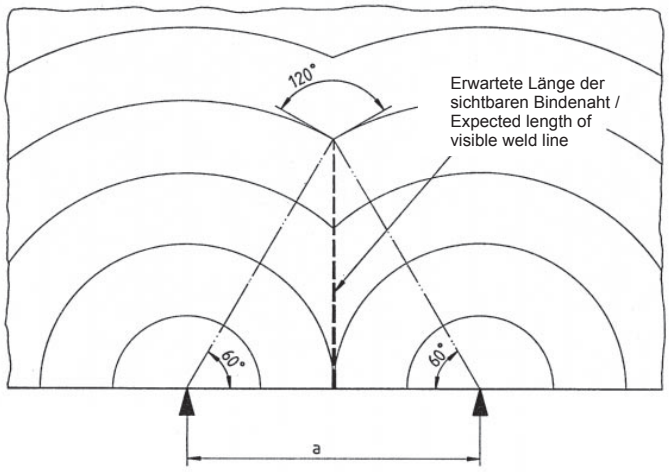


Bild 20: Sichtbarkeit von Bindenähten

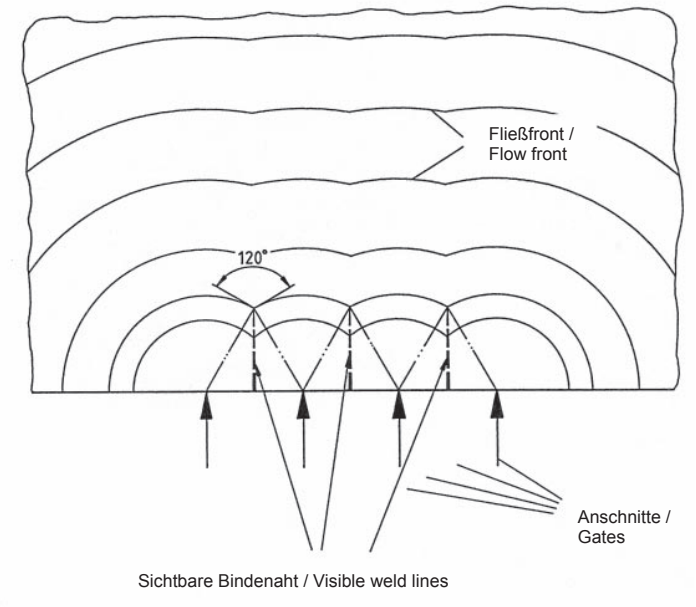


Bild 21: Beeinflussung der sichtbaren Bindenahtlänge durch Angussabstand

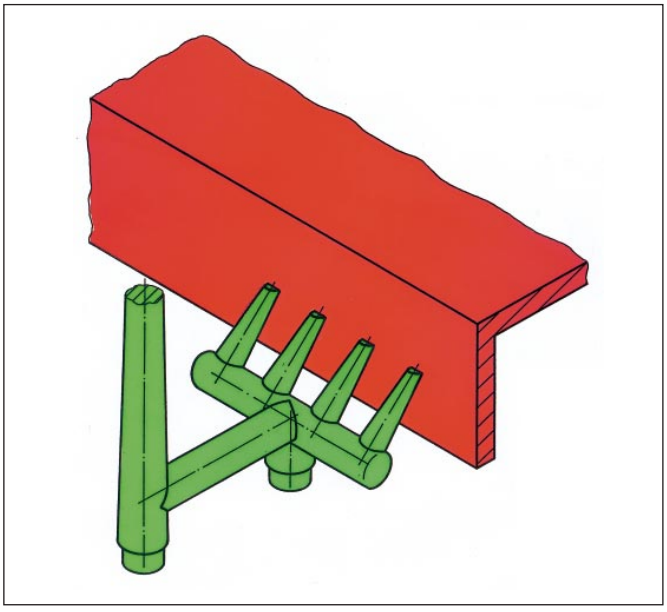


Bild 22: 4-fach-Tunnelanguss zur Minimierung der Scherung

3.6 Praxisteil: Beeinflussung der Bindenaht in Lage und Länge

Mit dem folgenden Seitenteil einer Instrumententafel wird die Aufgabe des Konstrukteurs zur Reduzierung der Länge der Bindenaht und Verlagerung der Bindenaht in unkritische Bereiche dargestellt.

Bild 23 zeigt den Lösungsansatz in der Festlegung der Angusslage, der Aufteilung der Fließwege/Füllvolumina und der Lage der erwarteten Bindenähte. Ausgesprochen hilfreich ist hier das erste Prüfen der Füllsituation auf Basis einer Fülldruckkurve. Diese gibt werkstoffspezifisch in Abhängigkeit von der Wanddicke Auskunft über das Fließvermögen gegenüber dem Druckbedarf. Das hier betrachtete Bauteil wird nach Wertung der Rahmenbedingungen mit drei Anspritzpunkten gefüllt. Punkte 1 + 2 liegen nach dem Konzept wie unter 3.5 beschrieben eng beieinander (kurze Bindenaht) und ergeben zusammen mit Punkt 3 Hauptbindenähte, deren Lage optisch und mechanisch als unkritisch anzusehen ist. Die nachfolgende rheologische Berechnung in Bild 24 bestätigt die Erwartung und gibt dem Konstrukteur neben weiteren Informationen zum Werkzeugbau die hinreichende Sicherheit.

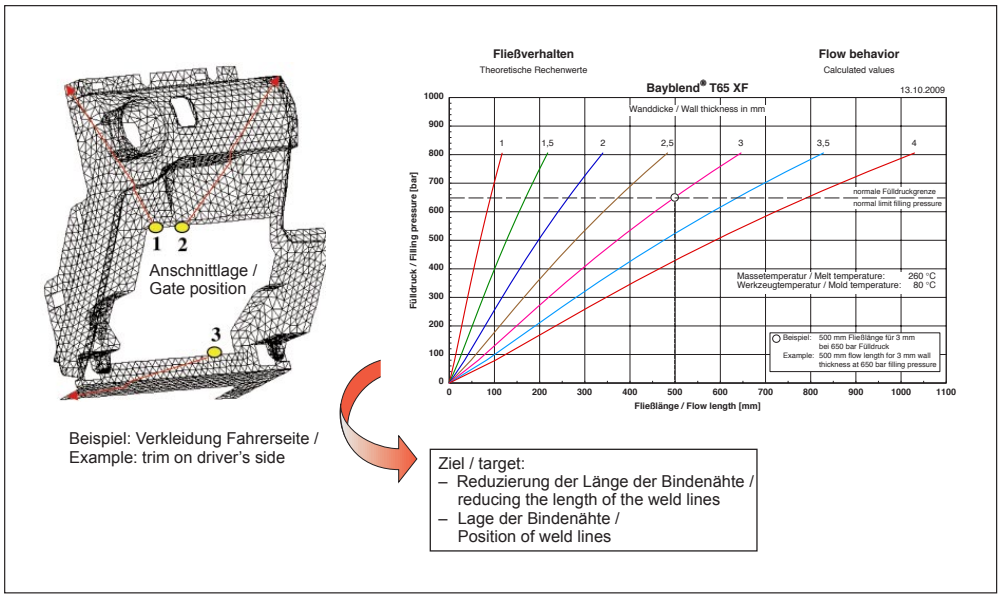


Bild 23: Auslegung der Anschnittanzahl und -lage

Vorgehen:

A. Formteil in Füllvolumina pro Anschnitt segmentieren (Anzahl, Position) maximale Fließwege ermitteln; Basis Fülldruckkurve:

B. Erwartete Lage der Bindenähte prüfen

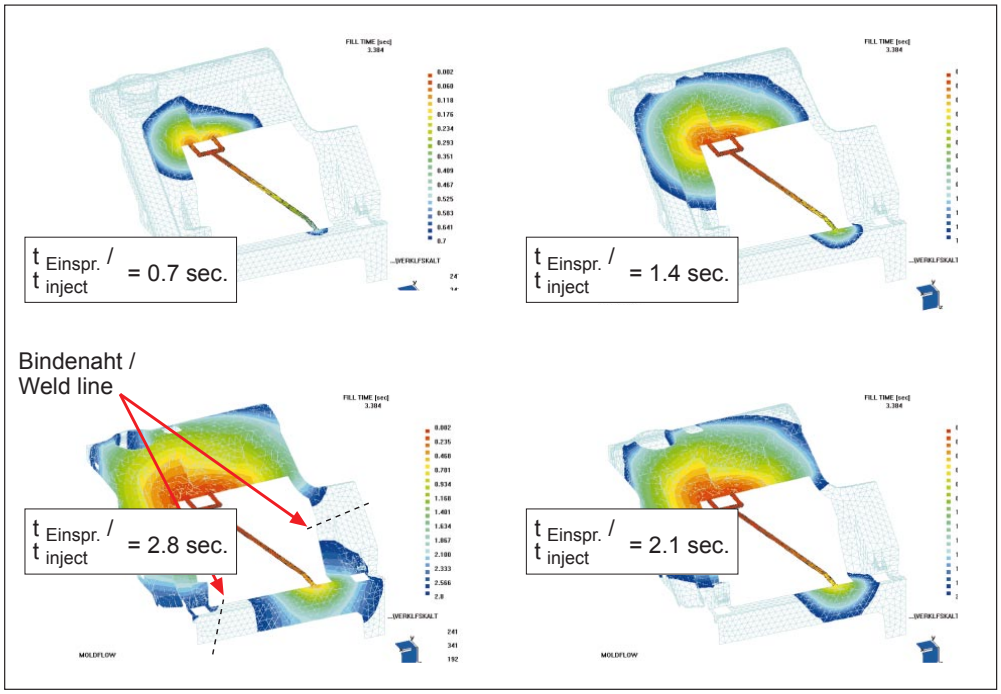


Bild 24: Formteilfüllung in Zeitstufen (Lage der Bindenähte)

4 Angusstechnik für Sonderverfahren

Seitdem es möglich ist, Heißkanal-Nadelverschlussdüsen mit gesteuerter Fahrweise (Öffnen/Schließen) einzusetzen, kommt die Kaskadentechnik als Sonderverfahren zur Lösung spezifischer Aufgaben zum Einsatz. Die Vermeidung der Bindenähte ist das Ziel dieser Technik. Bevorzugte Einsatzgebiete sind flächige Bauteile mit langen Fließwegen und die Hinterspritztechnik:

- In-Mold Decorating (IMD)
- In-Mold Carpeting

4.1 Verfahrensablauf konventionell/Kaskade

In Bild 25 oben ist schematisch ein langes Bauteil mit konventioneller Angusstechnik über sechs Heißkanaldüsen dargestellt. Dementsprechend ergeben sich bei Füllung fünf Bindenähte. Das Bauteil darunter mit Heißkanal in Kaskadentechnik arbeitet mit sieben Düsen. Die Füllung wird durch Öffnen der zentralen Nadel eingeleitet. Erreicht die Fließfront Nadel 2/3 (li/re), so werden diese geöffnet, die Schmelze fließt in die Fließfront ein und treibt diese ohne Bindenaht voran.

Bilder 26 und 27 zeigen diesen Vorgang als Funktion des Druckes. Hiermit wird deutlich, dass Nadel 2 unter Druck öffnet, sodass die druckbeladene Schmelze mit dem Druckpotenzial nahe Null auf die Fließfront aus Düse 1 trifft. Hierdurch treten Störungen der Oberfläche in Erscheinung, die bei Strukturteilen und auch polierten Formteilen als „matter Hof“ oder Differenzen im Glanzgrad zu deuten sind.

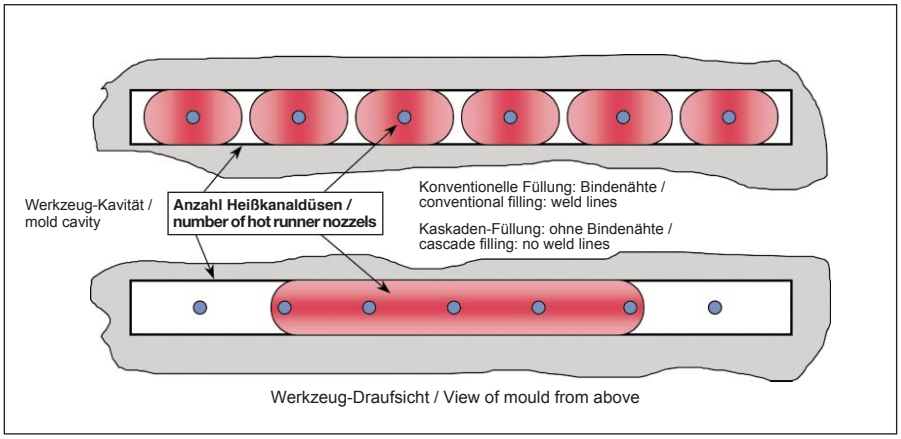


Bild 25: Angusstechnik für Sonderverfahren (Kaskadentechnik, Ablauf)

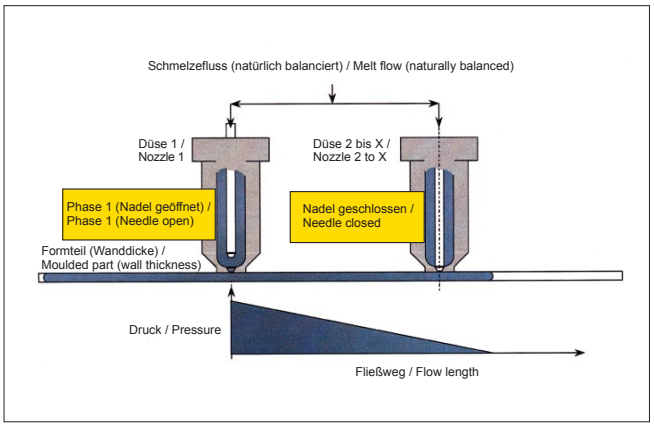


Bild 26: Angusstechnik für Sonderverfahren (Kaskadentechnik, Ablauf 1)

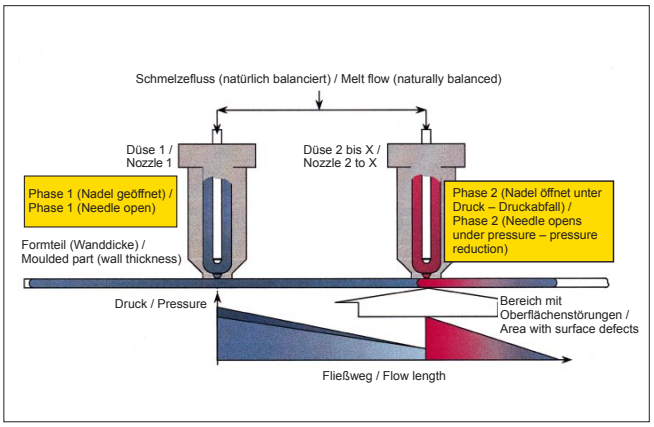


Bild 27: Angusstechnik für Sonderverfahren (Kaskadentechnik, Ablauf 2)

Auf Basis des Grundgedankens der Kaskadentechnik ist das Praxisteil im Folgenden entstanden. Kastenförmige Blenden wie in Bild 28 werden unter kosmetischen Gesichtspunkten bei Ausnutzung der Fließfähigkeit des ausgewählten Kunststoffes angespritzt. Das hier vorliegende Bauteil wird mit zwei Heißkanaldüsen gefüllt. 80 % der Formteile werden entsprechend der Marktnachfrage in Weiß gefertigt; die zwischen den Anspritzpunkten erscheinende Bindenaht ist unkritisch.

Für die ebenfalls mit diesem Werkzeug zu fertigenden Formteile in Braun und Schwarz war die Bindenaht nicht zu tolerieren. Formteile mit erhöhter Nacharbeit waren die Folge. Die gestiegene Nachfrage ermöglichte den Bau eines neuen Werkzeuges mit einem neuen Angusskonzept.

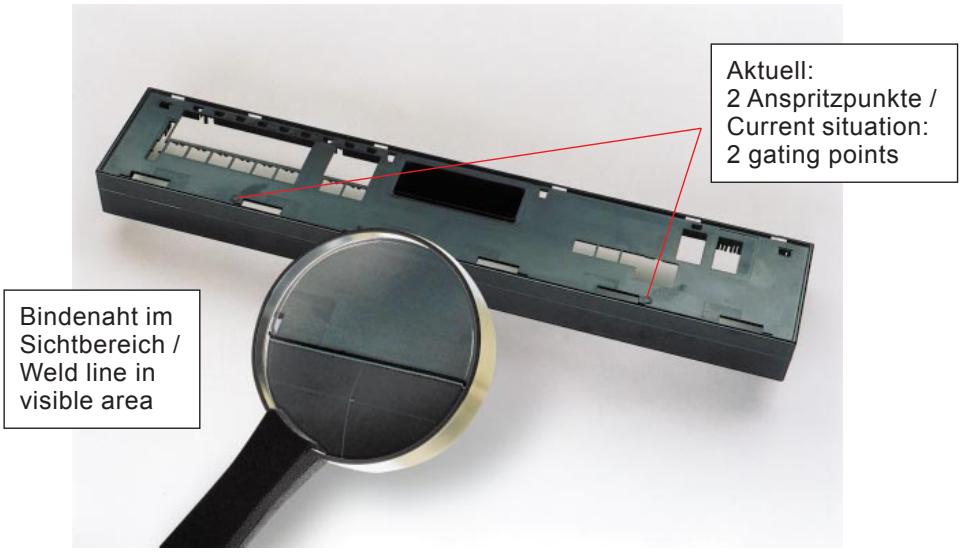


Bild 28: Angusstechnik (Frontblende Geschirrspüler)

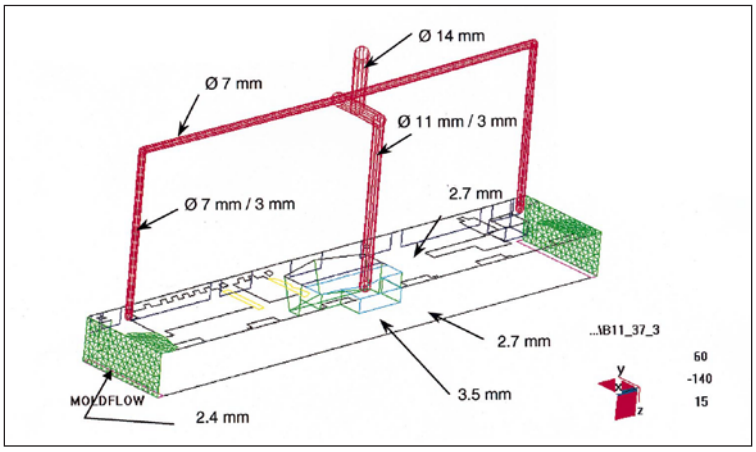


Bild 29: Angusstechnik – Frontblende Geschirrspüler (Wanddicken und Heißkanal-Durchmesser)

Wie in Bild 29 gezeigt, wurde zur Verlagerung der Bindenähte ein Heißkanalkonzept gewählt, das mit drei Nadelverschlussdüsen arbeitet.

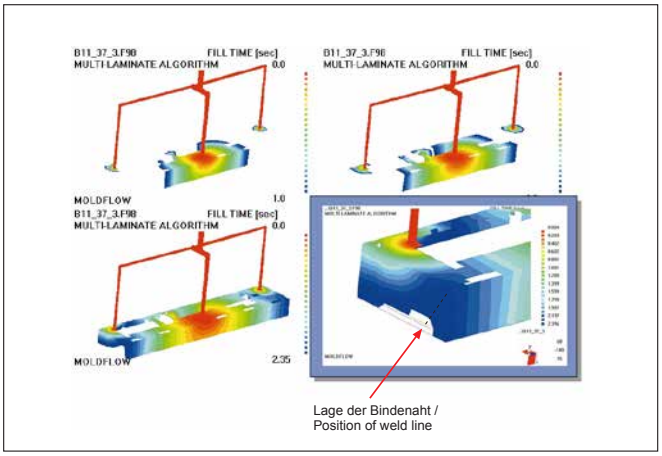


Bild 30: Angusstechnik – Frontblende Geschirrspüler (Füllreihe)

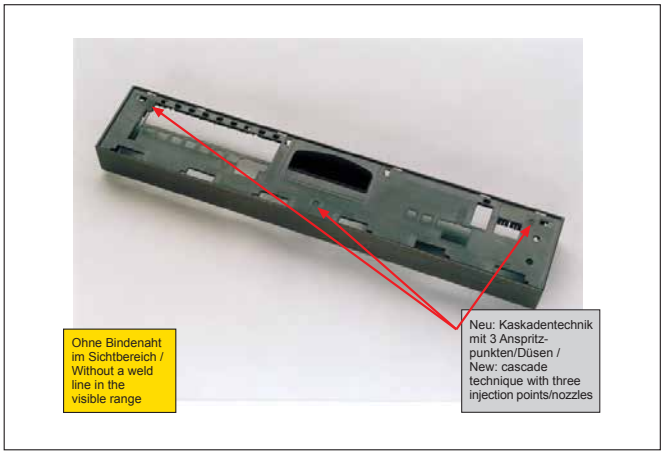


Bild 31: Frontblende Geschirrspüler

Die Auswahl der Durchmesser und das verzögerte Öffnen der Düsen ergibt nun eine Füllung (Bild 30), deren Fließfronten im unkritischen Seitenbereich zusammenkommen. Bereits nach kurzer Strecke ergibt sich durch Wanddickenanpassung ein Winkel > 120° zwischen den Fließfronten, sodass die Bindenähte zudem sehr kurz sind.

Bild 31 zeigt das Resultat der Optimierung: Mit drei gesteuerten Nadelverschlussdüsen ist eine Teileproduktion ohne Bindenaht im Sichtbereich realisiert worden.

5 Zusammenfassung

Die Anforderungen und der damit verbundene Aufwand hinsichtlich der Wertanmutung von Kunststoffformteilen steigen naturgemäß durch den Wettbewerb, aber auch im besonderen Maße durch die zunehmende Komplexität der Bauteile. Das Angusssystem ist nur ein Faktor einer Vielzahl von Einflussfaktoren auf die Oberflächenqualität. Die reproduzierbare Herstellung edler Oberflächen erfordert neben der Kenntnis zur Gestaltung von Angusssystemen oft auch den Einsatz unkonventioneller Maßnahmen. Mit dem Beitrag wurden sowohl die Anforderungen an Angusssysteme für edle Oberflächen dargestellt als auch Maßnahmen zur Beseitigung von Oberflächenfehlern und der Einsatz von Sonderverfahren.

Typische Werte
Die angegebenen Werte sind typische Werte. Sofern nicht ausdrücklich schriftlich mit uns vereinbart, stellen sie keine garantierten Werte oder Produktspezifikation im Sinne einer vereinbarten Beschaffenheit dar. Die angegebenen Werte können durch Werkzeuggestaltung, die Verarbeitungsbedingungen oder durch die Einfärbung des Produkts beeinflusst werden. Die angegebenen Eigenschaftswerte wurden, soweit nicht anders angegeben, an genormten Prüfkörpern bei Raumtemperatur ermittelt.

Es liegt außerhalb unserer Kontroll- und Einflussmöglichkeiten, in welcher Art und Weise und zu welchem Zweck Sie unsere Produkte, technischen Unterstützungen sowie Informationen (unabhängig ob mündlich, schriftlich oder anhand von Produktionsbewertungen erhalten), einschließlich vorgeschlagener Formulierungen und Empfehlungen, anwenden und/oder einsetzen. Daher ist es unerlässlich, dass Sie unsere Produkte, technischen Unterstützungen und Informationen sowie Formulierungen und Empfehlungen eigenverantwortlich daraufhin überprüfen, ob sie für die von Ihnen beabsichtigten Zwecke und Anwendungen auch tatsächlich geeignet sind. Eine anwendungsspezifische Untersuchung muss mindestens eine Überprüfung auf Eignung in technischer Hinsicht sowie hinsichtlich Gesundheit, Sicherheit und Umwelt umfassen. Derartige Untersuchungen wurden nicht notwendigerweise von Covestro durchgeführt.
Der Verkauf aller Produkte erfolgt – sofern nicht schriftlich anders mit uns vereinbart – ausschließlich nach Maßgabe unserer Allgemeinen Verkaufsbedingungen, die wir Ihnen auf Wunsch gerne zusenden. Alle Informationen und sämtliche technische Unterstützung erfolgen ohne Gewähr (jederzeitige Änderungen vorbehalten). Es wird ausdrücklich vereinbart, dass Sie jegliche Haftung (Verschuldenshaftung, Vertragshaftung und anderweitig) für Folgen aus der Anwendung unserer Produkte, unserer technischen Unterstützung und unserer Informationen selbst übernehmen und uns von aller diesbezüglichen Haftung freistellen. Hierin nicht enthaltene Aussagen oder Empfehlungen sind nicht autorisiert und verpflichten uns nicht. Keine hierin gemachte Aussage darf als Empfehlung verstanden werden, bei der Nutzung eines Produkts etwaige Patentansprüche in Bezug auf Werkstoffe oder deren Verwendung zu verletzen. Es wird keine konkludente oder tatsächliche Lizenz aufgrund irgendwelcher Patentansprüche gewährt.

Zum Schutz von Gesundheit, Sicherheit und Umwelt beachten Sie bitte vor Verarbeitung unserer Produkte das betreffende Sicherheitsdatenblatt (MSDS) und sonstige Produktkennzeichnungen.

Covestro Deutschland AG
Business Unit Polycarbonates
D-51365 Leverkusen

plastics@covestro.com
www.plastics.covestro.com