

3 Komponenten von Heißkanalsystemen in Einzeldarstellung

3.1 Heißkanal-Verteilerblock

Der im Allgemeinen beheizte Heißkanal-Verteilerblock leitet die im Spritzgießaggregat aufbereitete Schmelze von der Maschinendüse über die Angießbuchse bis in den Anschnittbereich der Angießdüse(n). Die Fließkanäle haben Durchmesser, die wenige mm bis zu etwa 26 mm betragen können. Für die Herstellung von Kleinteilen, aber auch für die Verarbeitung von z. B. LCP (flüssigkristallines Polymer), sollten kleine Durchmesser gewählt werden. Großwerkzeuge und Isolierkanäle benötigen dagegen große Durchmesser. Die geometrischen Abmessungen der Fließkanäle sind von großem Einfluss auf die Verweilzeit der Schmelze im Heißkanalsystem. Der Querschnitt der Fließkanäle wird von der Art der Beheizung bestimmt. Bei Außenbeheizung ist der Querschnitt eine Kreisfläche, bei Innenbeheizung eine Kreisringfläche, Bild 3.1. Die maximal zulässige Verweilzeit ist materialabhängig.

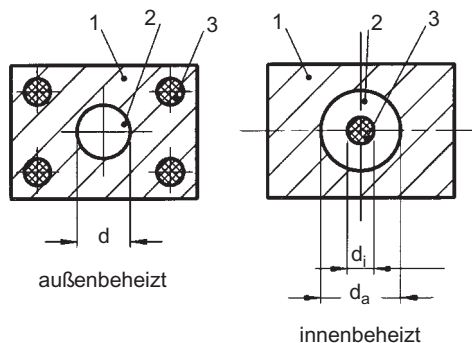


Bild 3.1: Grundsätzlicher Aufbau außen- und innenbeheizter Heißkanal-Verteilerblöcke

1: Heißkanal-Verteilerblock, 2: Schmelzekanal, 3: Heizelement

An einen Heißkanal-Verteilerblock werden u. a. folgende Forderungen gestellt:

- Die Schmelztemperatur sollte unabhängig vom Fließweg weitgehend gleichmäßig sein, thermische Homogenität muss angestrebt werden.
- Es darf keine thermische Schädigung der Schmelze auftreten.
- Es dürfen keine „toten Ecken“, das sind Schmelzestagnationsstellen, die nicht durchspült werden, vorhanden sein.
- Unvermeidbare Druckverluste sollten möglichst gering und bei einem Werkzeug mit gleichen Formnestern identisch sein. Diese Forderung wird am wirkungsvollsten durch natürliche Balancierung erreicht. Natürliche Balancierung liegt dann vor, wenn die Fließweglängen bei jeweils identischen Fließquerschnitten gleich sind und jeweilige Umlenkungen oder Verzweigungen gleiche Strömungswiderstände aufweisen. Eine *natürliche* Balancierung wird durch Veränderungen von Prozessparametern nicht gestört. Ihr ist daher vor der *rechnerischen* Balancierung der Vorzug zu geben.

Bei mehrphasigen, unverträglichen Polymerkombinationen („Blends“), aber auch z.B. bei verstärkten Kunststoffen kann bei mehrfachen Verzweigungen im Heißkanal-Verteilerblock eine „Entmischung“ der Schmelze auftreten, die sich im Formteil durch Delaminierungserscheinungen (ungleichmäßige Vertei-

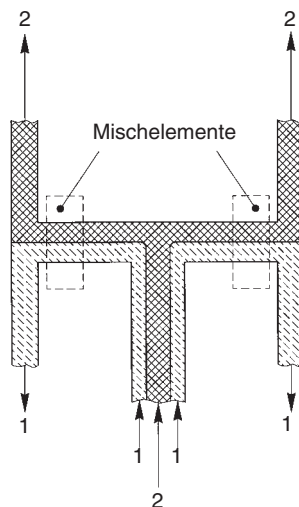


Bild 3.2: Entmischung der Schmelze an Verzweigungen im Heißkanal-Verteilerblock (Pfad 1 bzw. Pfad 2)

lung der Einzelkomponenten eines Stoffgemisches) und damit verbunden mit stark unterschiedlichen Formteileigenschaften bemerkbar macht, Bild 3.2. Bedingt durch das laminare Fließen der Schmelze (d.h. bei kleinen Reynoldszahlen Re) verbleiben wandnahe Bereiche der Schmelze in Wandnähe, Pfad 1, während die restliche Schmelze (Kanalmitte) zur gegenüberliegenden Wand der Verzweigung fließt, Pfad 2 usw. Dieser Entmischungseffekt kann über den Anschnittbereich hinaus erhalten bleiben. Durch Verändern der Verarbeitungsparameter wie z.B. Variation der Schmelztemperatur und/oder Variation der Scherung der Schmelze (Verändern der Einspritzgeschwindigkeit) kann das Problem der Delaminierung in manchen Fällen gelöst werden. Eine vorteilhaftere Lösung ist das Vermeiden zweier Verzweigungen in einer Ebene. Das Verwenden von Mischelementen wird von [1] empfohlen, Bild 3.2.

Die Verweilzeit der Schmelze im Heißkanal-Verteilerblock kann nach folgender Beziehung rechnerisch ermittelt werden



$$t_v = \frac{V_1}{V_2} \cdot t_z \quad (3.1)$$

mit t_v Verweilzeit [t],

V_1 Schmelzevolumen im Heißkanal-Verteilerblock [mm³],

t_z Zykluszeit [t],

V_2 Formteilvolumen [mm³].

Zur Bestimmung der Verweilzeit muss man das Schmelzevolumen bestimmen, Bild 3.3. Es gilt:

$$V_1 = \frac{\pi d^2}{4} (2 \cdot \ell_1 + 2 \cdot \ell_2 + \ell_3) \quad (3.2)$$

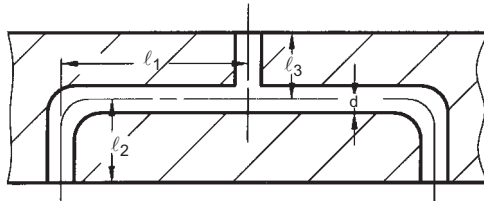


Bild 3.3: Schmelzevolumen eines Heißkanalverteilerblocks
 ℓ : Verteilerkanallängen, d : Verteilerkanal-Durchmesser

Sind Umlenkungen als Viertelbogen ausgebildet, gilt (Bild 3.4):

$$V_1 = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \pi \cdot d_m \quad (3.3)$$

$$V_2 = \frac{1}{4} \cdot V_1 = \frac{1}{16} \cdot \pi^2 \cdot d^2 \cdot d_m \quad (3.4)$$

Angaben zu jeweiligen Verteilervolumina durch die Systemlieferanten sind die Ausnahme [2].

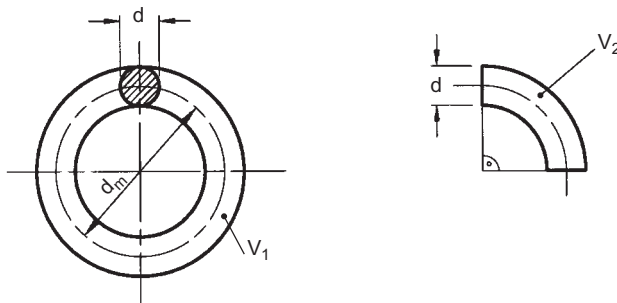


Bild 3.4: Schmelzevolumen eines Viertelbogens

Rechenbeispiel:

$$t_z = 20 \text{ s}$$

$$V_2 = 1200 \text{ mm}^3$$

$$V_1 = 90\,000 \text{ mm}^3,$$

hieraus ergibt sich

$$t_v = 1500 \text{ s} = 25 \text{ min.}$$

Diese Verweilzeit kann für bestimmte Kunststoffe zu hoch sein. Zulässige produktbezogene Verweilzeiten sind bei den Rohstoffherstellern zu erfahren. In einschlägigen Produktbroschüren sind solche Angaben aber keineswegs generell zu finden.

3.1.1 Außenbeheizte-Heißkanal-Verteilerblöcke

Der Heißkanal-Verteilerblock soll die Schmelze von der Zwischenbuchse zu den jeweiligen Anschnitten führen. Die schmelzeführenden Verteilerkanäle werden von außen über Wärmeleitung in der Aufheizphase auf Prozesstemperatur aufgeheizt. Im Spritzgießzyklus dient die Heizung (Wärmequelle) überwiegend dem Kompensieren der Verlustleistung durch Wärmesenken. Der Heißkanal-Verteilerblock muss von Formplatten und Leisten thermisch isoliert sein. Dies wird im Wesentlichen durch einen allseits umlaufenden Luftspalt von etwa 4 bis 10 mm Dicke erzielt.

Der Heißkanal-Verteilerblock hat über Kontaktflächen Kraftschluss mit den Formplatten. Diese Kontaktflächen sind zugleich Wärmesenken (z.B. Stützscheiben) und sind so für einen mehr oder weniger großen, nicht prinzipiell vermeidbaren, Wärmeverlust verantwortlich. Wärmeleitender Kontakt besteht darüber hinaus mit der Zentrierung, der Verdrehsicherung und den Dichtflächen von Vorkammerbuchsen.

Wärmesenken haben stets eine unerwünschte, mehr oder minder große thermische Inhomogenität des Heißkanal-Verteilerblocks zur Folge. Der umlaufende Luftspalt muss vollständig abgedeckt sein, um eine Kaminwirkung (d.i. konvektiver Wärmetransport an die Umgebung, s. Abschnitt 2.1.2) zu vermeiden.

Die Verteilerkanäle sind üblicherweise gebohrt. Zur Verringerung der Rauigkeit werden die Bohrungen z.T. gehont, bzw. mit einer Schmirgelpaste spanabhebend bearbeitet. Es lassen sich so auch Übergänge an unzugänglichen Stellen strömungsgünstig glätten.

Die Verteilerkanäle werden i. A. in einen massiven Block aus Stahl eingearbeitet. Ausnahmen sind eine Verbundkonstruktion mit in Kupfer vergossenen Verteilerkanälen (System Unitemp) bzw. ein mit Wärmeträgeröl gefüllter, kastenförmiger Heißkanal-Verteilerblock (System Schöttli).

An den Heißkanal-Verteilerblock werden – auch je nach Kunststofftyp – unterschiedliche Anforderungen gestellt:

- Warmfestigkeit bis ca. 400 °C, Werkstoffauswahl z.B. 1.2312,
- verschleiß- und korrosionsfest z.B. für die Verarbeitung verstärkter und/oder flammfest eingestellter Kunststoffe,
- geringe Druckverluste, zu erreichen z.B. mit Verteilerkanälen von bis zu ca. 25 mm Durchmesser,

- geringe Verweilzeit, dieser Forderung können große Verteilerkanal-Durchmesser entgegenstehen,
- bestmögliche thermische Homogenität,
- keine toten Ecken,
- schneller Farbwechsel,
- unbehinderte Wärmedehnung.

Beispiele einiger Ausführungsformen von Heißkanal-Verteilerblöcken sind in Bild 3.5 dargestellt. Umlenkungen bzw. Verzweigungen in Heißkanal-Verteilerblöcken, wie in Bild 3.6 gezeigt, haben für den Fall gleicher Länge und gleichen Querschnitts unabhängig vom Umlenkwinkel bzw. vom Krümmungsradius gleiche Fließwiderstände (Druckverluste) [3].

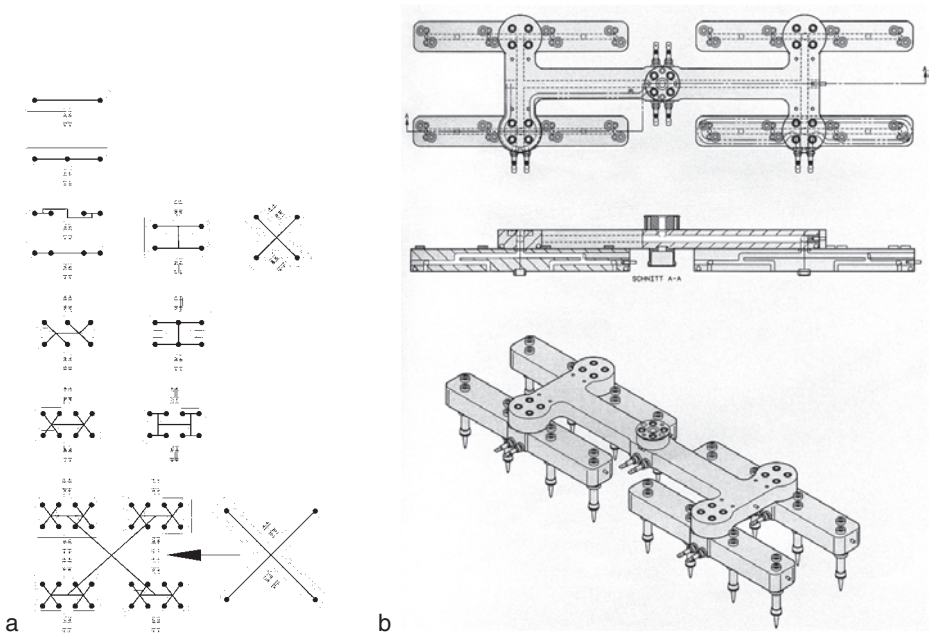


Bild 3.5: Beispiele von Ausführungsformen unterschiedlicher Heißkanal-Verteilerblöcke
 a: System Ewikon, b: Mold Masters

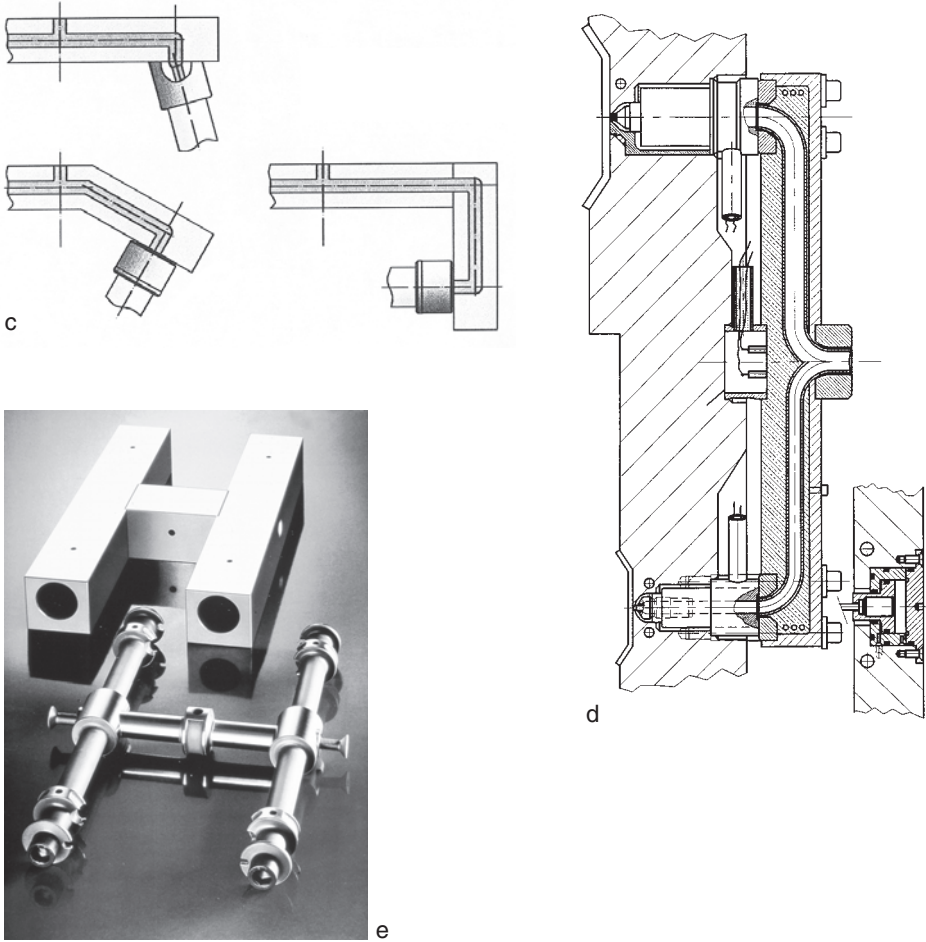


Bild 3.5: Fortsetzung
 c: System Incoe, d: System Unitemp, e: System Heitec

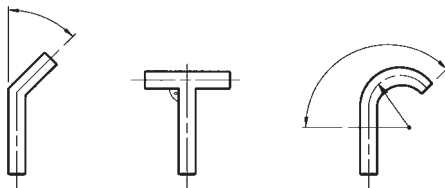


Bild 3.6: Umlenkungen mit jeweils gleichem Strömungswiderstand

Große Heißkanal-Verteilerblöcke erfahren infolge Wärmedehnung, s. Abschnitt 2.3, eine große Längenänderung Δl , die durch unterschiedliche Maßnahmen kompensiert werden kann:

- Rechnerische Vorherbestimmung und Berücksichtigung von Δl derart, dass bei Prozesstemperatur Stichmaße – wie z.B. Heißkanal-Verteilerblock/Angießdüsen – exakt übereinstimmen. Bei Änderung der Temperaturen z.B. infolge Prozessoptimierung kann ein Versatz der Stichmaße bei touchierender Lagerung der Düsen zu toten Ecken führen, die wiederum Ursache von thermischer Schädigung der Schmelze sowie Farbwechselproblemen sein können (vgl. Bild 2.14).
- Die Düsen werden kraft- und formschlüssig mit dem Heißkanal-Verteilerblock verschraubt. Maßänderungen gegenüber den rechnerischen Annahmen müssen die – biegeweichen – Düsen durch elastische Verformung kompensieren. In keinem Betriebszustand entstehen so tote Ecken (vgl. Bild 2.17).
- Der Heißkanal-Verteilerblock wird in kleinere Einheiten aufgeteilt, die mit jeweils einem separat beheizten und geregelten Schmelzeleitrohr axial verschiebbar verbunden sind, Bild 3.7.
- Die Verteilerkanäle sollten „natürlich“ balanciert sein. Das setzt bei identischen Fließweglängen gleiche Querschnitte und eine gleiche Anzahl von Umlenkungen voraus, s. Abschnitt 3.1.4. Verteilerkanäle, z.B. der Anordnung entsprechend Bild 3.19, können mit Hilfe gängiger Simulationspro-

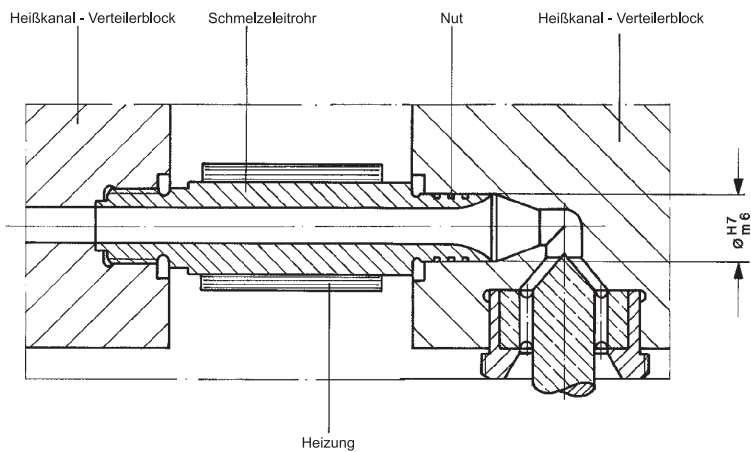


Bild 3.7: Verbindung zweier Heißkanal-Verteilerblöcke mit einem Schmelzeleitrohr zum Kompensieren von Wärmedehnungsunterschieden [5, 6]

gramme wie Cadmould, C-Mould, Mouldflow etc. „künstlich“ balanciert werden. Für die Herstellung von Klein(st)-Formteilen ist ein Balancieren der Verteilerkanäle nicht notwendig. Die Verteilerkanäle werden i.A. durch Bohren hergestellt. Die Anordnung und die Geometrie der Kanäle ist dabei jedoch eingeschränkt. Durch einen additiven Aufbau des Verteilers aus mehreren Einzelplatten, in denen die (Halb-)Kanäle spiegelbildlich eingefräst sind, lassen sich z.B. mit Hilfe der Diffusionsschweißtechnik strömungsgünstige Umlenkungen auch in mehreren Verteilerebenen herstellen [4].

- Ein nicht Heißkanal-spezifisches Problem ist die thermische Inhomogenität der vom Spritzgießaggregat aufbereiteten Schmelze in Abhängigkeit vom Dosierweg. Spritzgießmaschinen neuer Generation verfügen z. T. über einen Dosierweg von 7-mal Schneckendurchmesser! Wird ein solcher – entschieden zu groß – Dosierweg praktisch genutzt (der Dosierweg sollte nicht größer als 3D betragen), muss von großer thermischer Inhomogenität der Schmelze vor allem in Axialrichtung ausgegangen werden (die für das Aufschmelzen und Aufbereiten des Granulats benötigte *wirksame Schneckenlänge* verkürzt sich mit zunehmendem Dosierweg). Für Formteile mit hohem Qualitätsanspruch sollte der Dosierweg erfahrungsgemäß einen Wert von 3-mal Schneckendurchmesser nicht übersteigen. Es ist davon auszugehen, dass das Heißkanalsystem – insbesondere der Heißkanal-Verteilerblock – thermische Inhomogenitäten, die ihren Ursprung im Spritzgießaggregat haben, nur unvollkommen ausgleichen kann. Dies gilt vor allem für kurze Verweilzeiten. Eine Verbesserung der thermischen Homogenität soll durch Mischelemente, die im Heißkanal-Verteilerblock integriert sind, erreicht werden [7], Bild 3.8. Das Wirkprinzip entspricht etwa dem von Verwischgewinden zur Verringerung von Stegmarkierungen

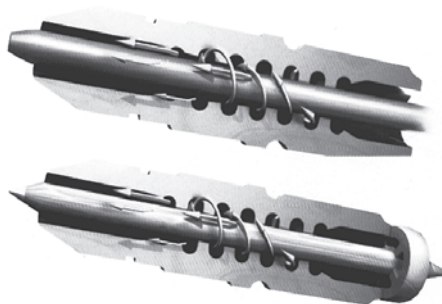


Bild 3.8: Integrierter Spiralmischer in einer Düsenspitze (System Husky)
oben: für Nadelverschluss, unten: für offenen Anschnitt

bei der Extrusion [8]. Über die Höhe zu erwartender Druckverluste, mit denen eine Erhöhung der Schmelzetemperatur einhergeht, werden keine Angaben gemacht.

3.1.2 Innenbeheizte Heißkanal-Verteilerblöcke

Die schmelzeführenden Verteilerkanäle werden von innen im Wesentlichen über Wärmeleitung beheizt. Der Fließkanal ist ringförmig, da ein Teil des Querschnitts vom innenliegenden Heizelement versperrt wird. Der Heißkanal-Verteilerblock liegt z.B. beidseitig weitgehend vollflächig auf, Bild 3.9, 3.10 und 3.11. Er benötigt damit keine Abstützelemente, wie z.B. Stützscheiben. Durchbiegungen des Heißkanal-Verteilerblocks sind praktisch ausgeschlossen.

Über Form- und Aufspannplatten wird Wärme als Verlustleistung überwiegend durch Leitung und Konvektion abgeführt, Bild 3.9. Die Temperaturen ϑ_1 bis ϑ_4 sind z.T. wesentlich niedriger als die Einfriertemperatur ϑ_E des zu verarbeitenden Kunststoffes. Somit stellt sich im Fließkanal ein Temperaturgradient ϑ_H bis ϑ_1 ein, der die Einfriertemperatur ϑ_E durchläuft. Es bildet sich so eine erstarrte Schicht, die den theoretischen Fließquerschnitt s_0 reduziert.

Der Temperaturverlauf z.B. zwischen ϑ_H und ϑ_2 lässt sich zu höheren Temperaturen verschieben, wenn z.B. zwischen Heißkanal-Verteilerblock und Auf-

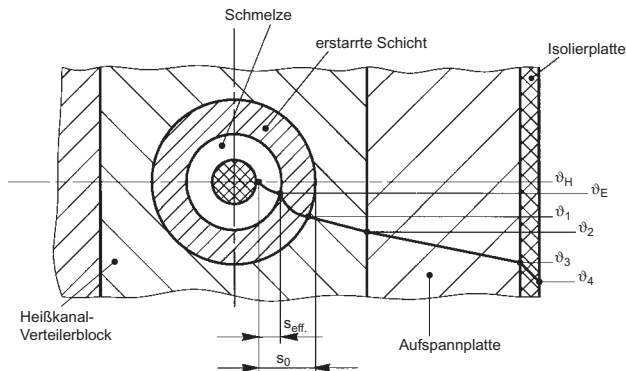


Bild 3.9: Qualitativer Temperaturverlauf eines innenbeheizten Heißkanalsystems (stationäre Wärmeleitung)

ϑ_H : Oberflächen-Temperatur des Heizstabes, ϑ_E : Einfriertemperatur,
 ϑ_1 : Wandtemperatur des Verteilerkanals, ϑ_2 : Kontakttemperatur Heißkanal-Verteilerblock/Aufspannplatte, ϑ_3 : Kontakttemperatur Aufspann-/Isolierplatte, ϑ_4 : Kontakttemperatur Isolier-/Werkzeugaufspannplatte, s_0 : theoretische, maximal mögliche Spaltweite, s_{eff} : effektive Spaltweite = s_0 minus erstarrte Schicht

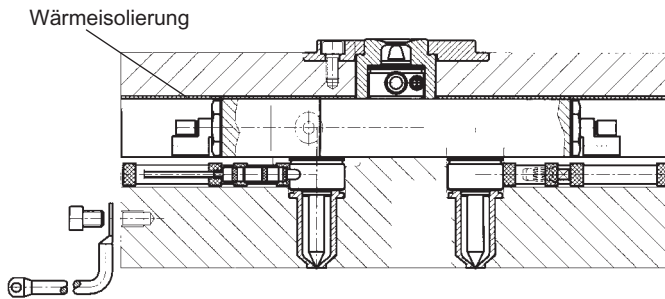


Bild 3.10: Innenbeheiztes Heißkanalsystem mit einseitiger Wärmeisolierung (System Ewikon)

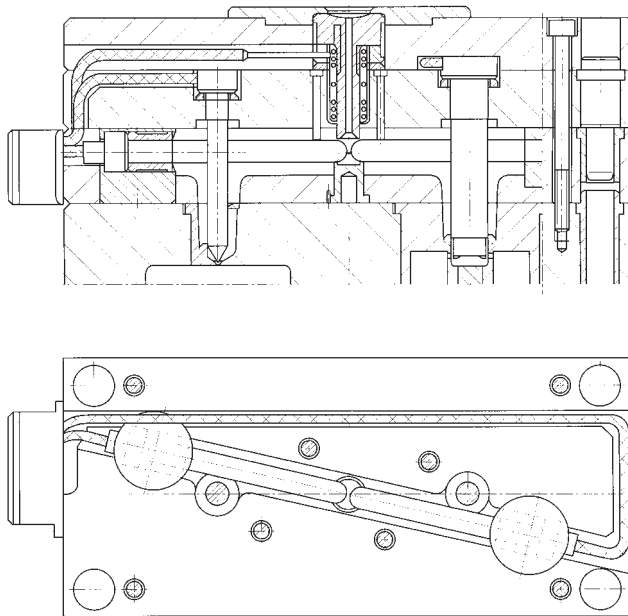


Bild 3.11: Innenbeheiztes Heißkanalsystem ohne Wärmeisolierung (System Strack)

spannplatte eine Wärmeisolierung vorgesehen wird. Von dieser Maßnahme wird in praxi Gebrauch gemacht, Bild 3.10. Für den Grenzfall $\vartheta_1 \approx \vartheta_H$ wird die Dicke der erstarrten Schicht zu null, d.h. der Schmelze würde der gesamte theoretische Fließquerschnitt zur Verfügung stehen.

Hieraus ist zu schließen, dass u. a.

- die effektive Spaltweite s_{eff} über Verarbeitungsparameter, wie z.B. die Werkzeugwandtemperatur, beeinflussbar ist und

- ausreichende Voraussetzungen für das Erzielen einer möglichst thermisch homogenen Schmelze infolge der Temperaturunterschiede zwischen ϑ_H und ϑ_E nicht gegeben sein können.

Als ein wichtiges Argument für die Innenbeheizung wird der vorgeblich geringere Wärmebedarf für die Aufheizphase als auch für den Betriebszustand gegenüber dem einer Außenbeheizung angegeben [9]. Diese möglicherweise auf sehr vereinfachenden Betrachtungen basierende Aussage – sie basiert vermutlich nicht auf vergleichenden, *messtechnischen* Ergebnissen, solche sind bisher jedenfalls nicht veröffentlicht worden – muss jedoch relativiert werden.

Von wesentlicher Bedeutung für den thermischen Haushalt eines Heißkanalsystems sind die Wärmeverluste (Verlustleistung), die die angestrebte thermische Homogenität aber auch die Energiekosten negativ beeinflussen. Im Betriebszustand muss im Wesentlichen nur diese Verlustleistung durch Wärmezufuhr aufgebracht werden. Betrachtet man als wichtigstes Kriterium die Wärmeleitung

$$Q_L = \frac{\lambda}{\delta} \cdot A \cdot \Delta\vartheta \quad (3.5)$$

so gilt bei gleicher Wärmeleitfähigkeit λ_i und gleichen Wärmewegen δ_i

$$Q_L \sim A \cdot \Delta\vartheta \quad (3.6)$$

oder im Vergleich zweier Systeme der Zusammenhang

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{A_1}{A_2} \cdot \frac{\Delta\vartheta_1}{\Delta\vartheta_2} \quad (3.7)$$

Nach [10] beträgt die Temperaturdifferenz eines innenbeheizten Heißkanalsystems im stationären Zustand zwischen dem Heißkanal-Verteilerblock und der Aufspannplatte ca. 55 °C. Beim außen beheizten System beträgt die Temperaturdifferenz dagegen 200 °C. Bei jeweils gleicher geforderter Verlustleistung durch Wärmeleitung gilt daher näherungsweise:

$$\frac{Q_1}{Q_2} \approx \frac{A_1}{A_2} \cdot \frac{55}{200} \approx \frac{A_1}{A_2} \cdot 0,3$$

Die wärmeübertragenden Flächen müssen sich daher für $\frac{Q_1}{Q_2} = 1$ wie $\frac{A_2}{A_1} \approx 0,3$ oder $A_2 \approx 0,3 \cdot A_1$ verhalten.

Beispielsweise beträgt die Kontaktfläche *einer* Stützscheibe aus 1.2767 [29] $A_2 = 337 \text{ mm}^2$. Nimmt man an, dass sich der (außenbeheizte) Heißkanal-Verteilerblock über vier Stützscheiben abstützt, gilt $A_1 = 4 \cdot A_2 = 1348 \text{ mm}^2$. Daraus ergibt sich $A_1 \approx \frac{1348}{0,3} \approx 4500 \text{ mm}^2$. Bei einer Länge des Verteilerblocks von z.B. $L = 346 \text{ mm}$ ergäbe sich rechnerisch eine Breite von $B = \frac{A_1}{L} \approx \frac{4500}{346} \approx 13 \text{ mm}$. Der innenbeheizte Heißkanal-Verteilerblock müsste nach dieser Abschätzung die Dimensionen $B \approx 13 \text{ mm}$ und $L = 346 \text{ mm}$ haben, was (wegen $B \approx 13 \text{ mm}$) technisch nicht relevant ist. Daraus folgt, dass die Verlustleistung eines innenbeheizten Heißkanalsystems durchaus größer sein kann, als die eines außenbeheizten Systems. Der Heizenergiebedarf eines innenbeheizten Heißkanalverteilerblocks kann allerdings dann gegenüber einem außenbeheizten System geringer sein, wenn der Heißkanalverteilerblock, z.B. gegen die Aufspannplatte, thermisch isoliert wird, Bild 3.10. Zur Erhärtung dieser Aussage wären vergleichende Messungen der Leistungsaufnahme in der Aufheiz- und der Betriebsphase notwendig. In der Literatur gibt es dazu jedoch keine Angaben.

Das innenbeheizte Heißkanalsystem ist für unproblematische Kunststoffe mit breitem Verarbeitungsfenster geeignet. Weitere Gesichtspunkte s. Abschnitt 5.6.

3.1.3 Isolierkanalsystem

Die einfachste Ausführung eines „Isolierkanals“ ist der Vorkammeranguss, Bild 3.12 und 3.13 [7]. In der Heißkanaltechnik nehmen die Isolierkanalsysteme eine Sonderstellung ein. Ursprünglich wurde auf eine direkte Beheizung des Verteilerkanals vollständig verzichtet, Bild 3.14 [11]. In den sehr groß di-

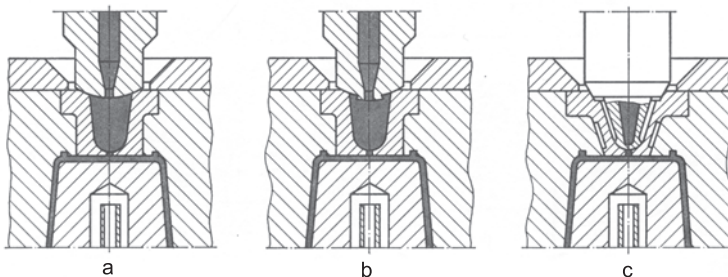


Bild 3.12: Unterschiedliche Bauarten von Vorkammerdüsen (nach [11])
 a: Vorkammerdüse, b: Vorkammerdüse mit Pfropfenhalterung,
 c: ohne verlorenen Pfropfen

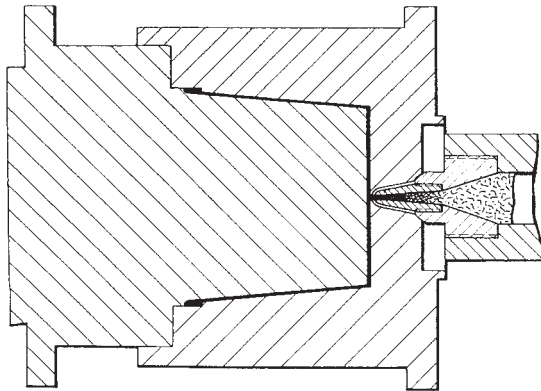


Bild 3.13: Einfachste Ausführung eines Isolierkanalsystems (nach [12])

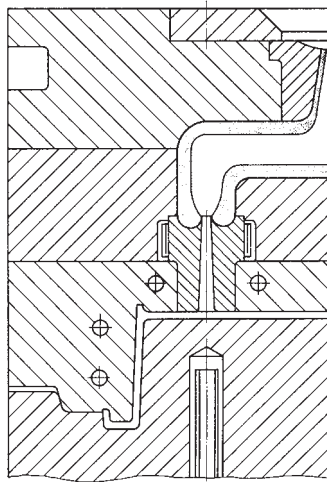


Bild 3.14: Selbstisolierender Verteilerkanal (nach [11])

mensionierten Kanälen, Durchmesser z.B. 30 mm, bildet sich eine äußere, erstarrte Isolierschicht aus, während im Inneren des Kanals der Kunststoff (zeitabhängig) schmelzflüssig vorliegt. Infolge instationärer Wärmeleitung, s. Abschnitt 2.1.1, kann die Schmelze bei langer Verweilzeit erstarren. Das System würde so einfrieren. Mit Verringerung der Verweilzeit bildet sich eine „plastische Seele“ aus, deren Querschnitt bei schneller Zyklusfolge in etwa konstant bleibt. Die Größe des Fließquerschnitts ist zeit- und temperaturabhängig.

Um dem System eine größere Sicherheit gegen Einfrieren zu geben, wurde häufig eine zusätzliche äußere Beheizung, Bild 3.15, des Verteilerblocks und

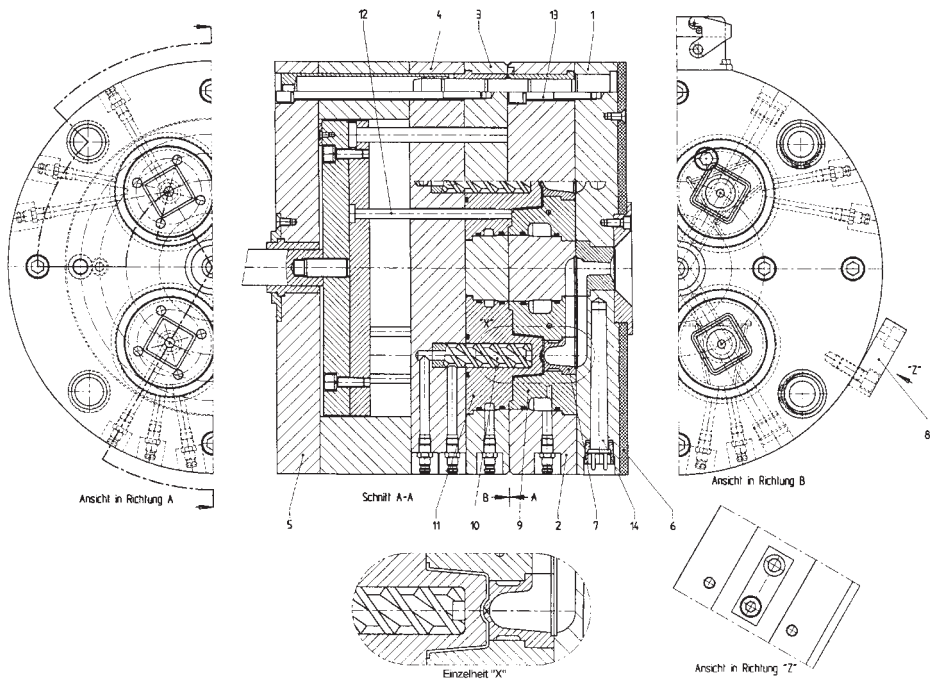


Bild 3.15: Dreifach-Isolierkanalwerkzeug (Werkbild: Hasco, Lüdenscheid)
 1: Aufspannplatte, 2: Gesenkplatte, 3: Kernplatte, 4: Zwischenplatte, 5: Aufspannplatte, 6: Isolierplatte, 7: Vorkammerbuchse, 8: Lasche, 9: Gesenkeinsatz, 10: Kühlwendel, 11: Formkern, 12: Auswerferstift, 13: Schraube, 14: Heizpatrone

des Düsenbereichs vorgesehen [13]. Eine – allerdings nur kurzfristige – „Renaissance einer Technik“ erlebte das Isolierkanalsystem, wie es Jahre zuvor insbesondere von DuPont propagiert wurde, als sogen. MIR-System mit feststehenden innenbeheizten Torpedos [14].

Obwohl der Stand der Technik weit fortgeschritten ist, wird ein Isolierkanalsystem u.a. mit automatisch wirkenden Nadelverschlussdüsen noch immer propagiert und als Normalie angeboten, [15, 16], Bild 3.16, s. auch Abschnitt 3.8.4. Das Isolierkanalsystem zeigt bei einem Farbwechsel seine eigentliche Stärke. Durch Öffnen einer zusätzlichen Werkzeuggtrennebene lässt sich der gesamte Verteiler („Knochen“) entnehmen, was einer vollständigen Reinigung entspricht [15], Bild 3.16.

Das Isolierkanalsystem funktioniert für untergeordnete Zwecke zufriedenstellend und ist für Thermoplaste mit breitem Verarbeitungsfenster und hoher

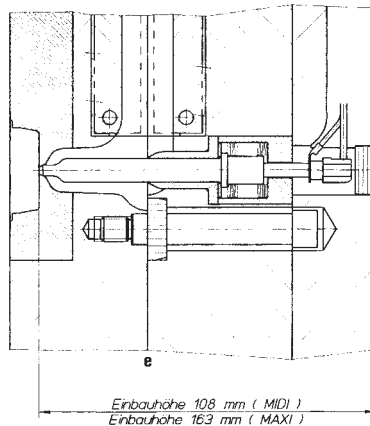


Bild 3.16: Selbstisolierender Verteilerkanal mit zusätzlicher Beheizung; automatisch wirkende Nadelverschlussdüse, innenbeheizt [11 und 15], e: zusätzliche Trennebene

Thermostabilität geeignet. Für die Herstellung von Formteilen mit höheren Qualitätsansprüchen ist das System nicht oder nur bedingt geeignet.

3.1.4 Rheologische Auslegung

3.1.4.1 Natürliche Balancierung

Um in einem Mehrfachkavitäten-Werkzeug konstruktiv identische Formteile mit jeweils gleichen Qualitätsmerkmalen herstellen zu können, müssen mehrere Voraussetzungen erfüllt sein: Die Verteilung der Schmelze im Heißkanalsystem von der Zwischenbuchse bis zum Eintritt in die Kavitäten muss gleichmäßig sein. Das bedeutet u.a., dass die notwendigerweise jeweils gleichen Volumenströme über gleiche Viskosität, gleiche Fließgeschwindigkeit und gleiche Temperatur verfügen müssen. Der Füllbeginn muss jeweils gleichzeitig erfolgen (eine Forderung, die von einem Heißkanalsystem stets erfüllt werden kann). Der am Anschnitt zur Verfügung stehende Druck, Spritz- bzw. Nachdruck, muss jeweils identisch sein.

Bestmöglich lassen sich diese Forderungen nur durch eine „natürliche“ Balancierung der „kommunizierenden Röhren“ des Schmelzeleitsystems „Heißkanal“ erfüllen. Sie lässt sich etwa so beschreiben: „Zweckmäßigerweise sind nicht nur die Gesamtlängen aller Kanäle zwischen der Angussstelle und der betreffenden Einspritzdüse gleich, sondern es weisen darüber hinaus alle in derselben Ebene verlaufenden Verteilerkanäle jeweils gleiche Längen auf. Es