



Leseprobe

Harry Pruner, Wolfgang Nesch

Spritzgießwerkzeuge kompakt

Ein Praxisbuch für Einsteiger

ISBN: 978-3-446-42750-1

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser.de/978-3-446-42750-1>

sowie im Buchhandel.

2.2.2 Entformen durch Schieber

Hinterschneidungen sind Vertiefungen oder Aussparungen an Spritzgießteilen, die das Entformen erschweren oder im Extremfall sogar unmöglich machen. Mit Schiebern werden Hilfstrennebenen erzeugt, um partielle Spritzteilbereiche freizustellen, die in Entformungsrichtung eine Hinterschneidung darstellen.

Schieberwerkzeug mit Kaltkanal

Schieber sind entweder in der Düsen- oder Auswerferseite eingearbeitet und bewegen sich quer zur Öffnungsrichtung des Werkzeugs. Beim Öffnen des Werkzeugs läuft der Schieber in einem Winkel von 90° zur Werkzeugachse seitlich heraus. Eine Abweichung von max. 7° in beide Richtungen sollte nicht überschritten werden, da sonst der Schieber zum Blockieren neigt.

Die Bewegung des Schiebers erfolgt mechanisch über einen Schräg- oder Steuerbolzen, auch Zwangssteuerung genannt.

Die Bewegung des Schiebers kann vor, während oder nach dem Öffnen des Werkzeugs entweder mechanisch oder mittels Federn, Luft oder Hydraulikzylinder erfolgen. Bei der Festlegung der Dimension von Schiebern ist die Auftreibkraft, die im Werkzeug entsteht, zu beachten (siehe hierzu Abschnitt 1.4).

Typische Anwendungen sind Steckerleisten, Spulenkörper, Klemmen, Dübel und Teile mit Außengewinde.

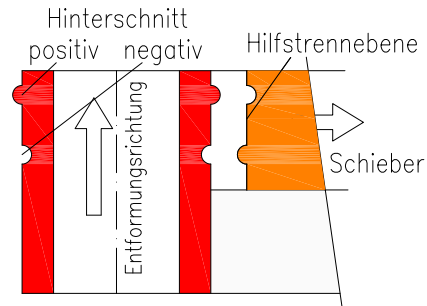


Bild 2.5 Prinzip Hinterschneidung mit Schieber



Bild 2.6 Spritzteil mit Schieber entformt
(Quelle: FERROMATIK MILACRON GmbH)



Beim Öffnen des Werkzeugs läuft bei den Schieberwerkzeugen ein Schieber quer zur Werkzeugachse heraus. Dadurch wird das Spritzteil freigestellt und das Abstreifen ermöglicht.

2.2.3 Entformen mit Backen

Bei Backenwerkzeugen umschließen zwei oder mehrere Backen das Spritzgießteil komplett, im Gegensatz zu Schieberwerkzeugen, bei denen nur Teilbereiche freigestellt werden.

Während bei Schieberwerkzeugen das Formnest in der Regel aus einem Teil besteht, bilden bei Backenwerkzeugen die Backen das Formnest. Die Backen können düsenseitig schräg eingesetzt sein und bewegen sich beim Öffnen des Werkzeugs mittels einer Zuglasche über die Diagonale nach außen. Dadurch wird das Spritzgießteil zum Entformen freigestellt.

Alternativ lassen sich die Backen aber auch auswerferseitig wie Schieber führen. Sie werden dann während oder nach der Öffnungsbewegung meist mit Hydraulikzylindern oder auch mechanisch mittels Federn oder Luft bewegt.

Backen aller Größen sollten unbedingt in die Kühlkreisläufe der Werkzeuge integriert werden.

Backenwerkzeuge sind mit allen bekannten Verteilersystemen und Anschnittvarianten kombinierbar. Der Anguss und das Spritzteil fallen aus der gleichen Trennebene und müssen nachträglich sortiert werden.

Typische Anwendungen für Backenwerkzeuge sind die Herstellung von Flaschenkästen und Autobatterien.

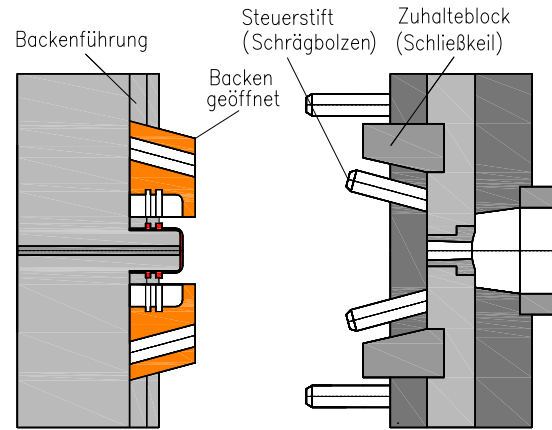


Bild 2.7 Prinzip Backenwerkzeug

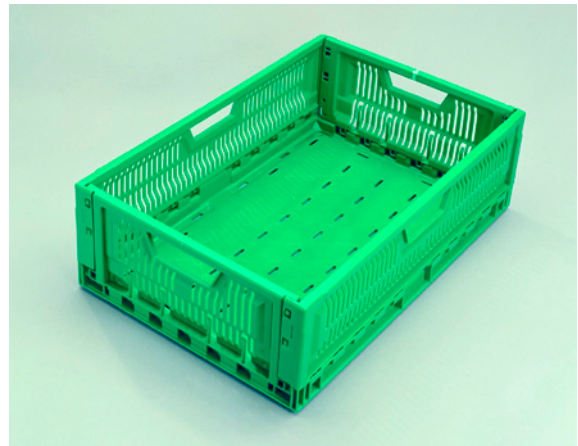


Bild 2.8 Spritzteil mit Backen entformt
(Quelle: FERROMATIK MILACRON GmbH)



Beim Auffahren der Maschine werden die Backen des Werkzeugs über eine Schräge geöffnet und das Spritzgießteil zum Entformen freigestellt.

2.2.4 Einfallkerne

Einfallkerne werden dann eingesetzt, wenn außer einem Gewinde auch andere Hinterschneidungen freigestellt werden müssen. Dazu zählen Garantiebänder, Aufreibblaschen an Flaschenverschlüssen oder Ähnliches.

Beim Einsatz von Einfallkernen ist darauf zu achten, dass die Gewindetiefe und der Gewindedurchmesser miteinander korrelieren. Bei einem Gewindedurchmesser von 28 mm beträgt die Gewindetiefe ca. 0,8 – 1,0 mm. Mit dem Einfallkern kann also kein Gewinde mit einem Durchmesser von 28 mm und einer Gewindetiefe von 3 mm hergestellt werden. Mit einem Drehkern wäre dies jedoch jederzeit möglich.

Diese gegenseitige Abhängigkeit von Gewindetiefe und Gewindedurchmesser entsteht dadurch, dass die Segmente, die um einen Mittelkern angeordnet sind, nur soweit nach innen fallen können, bis sie sich selbst blockieren, wenn der Mittelkern gezogen wird.

Anwendungen findet man überall dort, wo das Gewinde oder eine gewindeähnliche Hinterschneidung am Spritzteil eine untergeordnete Rolle spielt, wie zum Beispiel für Deckel, die für wiederverschließbare Behälter genutzt werden.

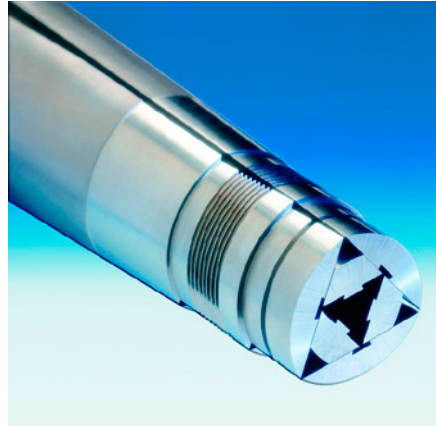


Bild 2.9 Einfallkern (Quelle: HASCO Hasenclever GmbH + Co KG)



Im Allgemeinen können Gewinde oder gewindeähnliche Hinterschneidungen an Spritzteilen, die einen Durchmesser zwischen 15 und 500 mm haben, mit Einfallkernen hergestellt werden. Beim Einsatz von Einfallkernen spielt das zu verarbeitende Kunststoffmaterial keine Rolle.

2.3 Formteile mit Innen-/Außengewinde

In Entformungsrichtung betrachtet, stellen die Innen- und Außengewinde Hinterschneidungen dar. Diese werden durch Drehen der Gewindekerne (Innengewinde) oder durch Drehen der Gesenke oder Kavitäten (Außengewinde) entformt.

2.3.1 Innengewinde

Die Innengewinde sitzen auf einem Kern mit Gewindeprofil, der beim Einspritzen umspritzt wird. Auf der Außenfläche ist das Spritzteil glatt.

Können Teile mit Innengewinde nicht elastisch entformt werden, muss dies durch Ausdrehen oder mit Faltkernen geschehen.

2.3.2 Außengewinde

Die Außengewinde werden normalerweise mit Backen erzeugt. Darf keine Trennnaht sichtbar sein, wird die komplette Kavität gedreht.

Zum Drehen der Gewindekerne bzw. der Kavitäten ist entweder in der Düsen- oder Auswerferseite ein Ausschraubgetriebe eingebaut. Angetrieben wird das Getriebe wahlweise mit einem Servomotor, einem Hydraulikmotor, einer Zahnstange oder durch eine Steilgewindespindel, die durch eine Leitmutter gezogen wird.

Sowohl bei Außen- als auch bei Innengewinden werden die Spritzteile über die Riffelung am Umfang des Teils oder über speziell angebrachte Verdrehzacken gehalten. Dabei sind die Verdrehzacken häufig innen am Teil sichtbar. Ist dies beim Fertigteil nicht gewünscht, muss bei geschlossener Form ausgeschraubt werden.

2.3.3 Ausschraubeinrichtung

Zum Ausdrehen des Gewindekerns muss das Spritzteil gegen Verdrehen gesichert werden. Dazu stehen mehrere Varianten in Abhängigkeit von der Form des Spritzteils zur Verfügung.

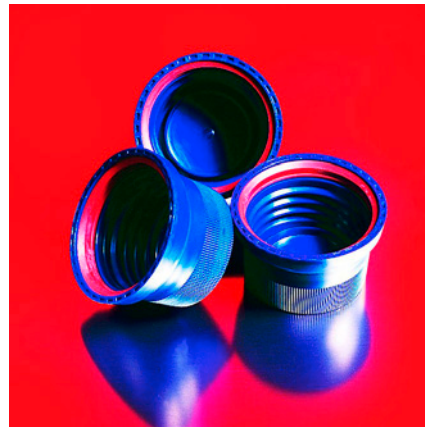


Bild 2.10 Spritzgießteile mit Innengewinde
(Quelle: FERROMATIK MILACRON GmbH)

3.1.2.2 Heißkanal

3.1.2.2.1 Vorteile Heißkanal

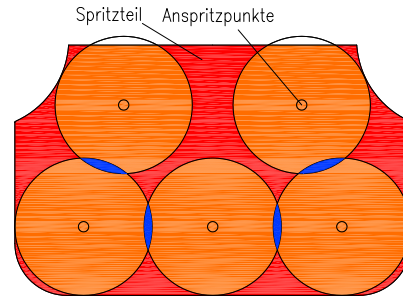
Gedanklich ist der Heißkanal die Verlängerung der Spritzeinheit. Der Heißkanal soll die Schmelze bis zum Formnest flüssig halten. Er erfüllt diese Forderung, in dem er die Kunststoffschmelze durch Beheizen nahezu ohne Temperatur- und Druckverluste bis ans Formnest leitet.

Der größte Vorteil der Heißkanaltechnik liegt im abfallfreien Spritzen und in der guten Anspritzpunktqualität. Auch Störungen im Produktionsablauf durch hängen gebliebene Angusspinnen im geöffneten Werkzeug gibt es nicht.

Ein weiterer Vorteil ist die Positionierung des Anspritzpunktes. Er lässt sich leicht so wählen, dass ein symmetrisches Füllen des Formteils garantiert ist. Symmetrisches Füllen bedeutet, dass man in der Mitte des Bodens anspritzt. Dies geschieht zum Beispiel bei allen zylindrischen Formen wie Bechern, Eimern oder ähnlichen Teilen.

Bei unregelmäßigen Spritztiefen werden zeichnerisch alle Teilflächen in eine Ebene projiziert. Dann wird ein Kreis geschlagen, der alle Teilflächen einhüllt. Ist ein Einspritzen im Zentrum dieses Kreises möglich, ist auch hier eine symmetrische Füllung des Spritzteils sichergestellt.

Durch den Wegfall störender Verteilerkanäle in der Trennebene ergaben sich für den Werkzeugbau ganz neue Konstruktionsmöglichkeiten. Die Werkzeuge wurden kompakter und die Fachzahlen (Anzahl der Formnester) in den Werkzeugen ließen sich wesentlich steigern. Werkzeuge mit bis zu 128 Formnestern und mehr sind heute keine Seltenheit.



Kreise zeigen das Füllbild

Bild 3.5 Prinzip symmetrisches Füllen



Die Heißkanaltechnik leitet die Schmelze nahezu temperatur- und druckverlustfrei zum Formnest. Durch das angusslose Spritzen entfällt die Angussspinne, was eine wesentliche Material- und Zykluszeiteinsparung bewirkt.

3.1.2.2.2 Heißkanal, innen beheizt

Werkzeuge mit innen beheiztem Heißkanal gehören zu den Anfängen der Heißkanaltechnik und werden heute kaum noch gebaut. Denn nachteilig bei innen beheizten Systemen ist ein aufwändiger Farb- oder Materialwechsel.

Die Heißkanaltechnik entstand aus der Idee, aus einem Isolierkanal ein innen beheiztes Verteiler- und Angussystem zu entwickeln, welches das Einfrieren der Kanäle beim Anfahren des Werkzeugs verhindert. Also wurde eine Heizung eingebaut und im Zentrum der Verteilerkanäle angeordnet.

Das Wissen, dass an Stellen, an denen sich kaltes, erstarrtes Material befindet, kein heißes Material austreten kann, war eine wichtige Voraussetzung für die Dichtigkeit dieses Systems. Bei Farb- oder Materialwechsel entstand jedoch ein großer Nachteil. Denn es bildeten sich Schlieren am Spritzteil, da sich an den Randschichten der Isolierschicht Materialteilchen lösten. Um dies auszuschließen, musste man bei jedem Farb-/Materialwechsel das komplette System zerlegen und das im Verteilersystem befindliche Material entfernen, eine sehr aufwändige Prozedur.

Im Zentrum des Massestroms liegt die Heizung. Bei den Heizelementen handelt es sich um Heizpatronen, die mittels Fühler die Temperatur regeln. Die Patronen sind nahezu selbstisolierend. Der Wärmeübergang in das kalte Werkzeug ist sehr niedrig, dies garantiert eine geringe Wärmeausdehnung und damit eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass das Werkzeug dicht ist.

Das innen beheizte System kam bevorzugt für die Verarbeitung von teilkristallinen Thermoplasten wie zum Beispiel PE, PP oder PA zum Einsatz.

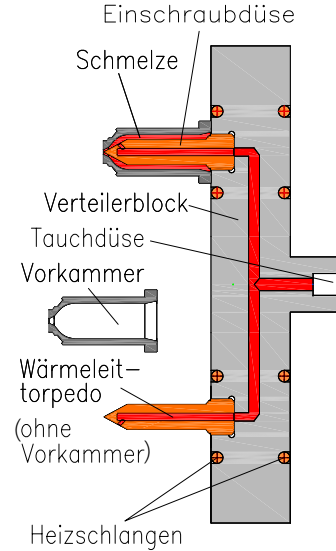


Bild 3.6 Prinzip Heißkanalsystem



Der Wechsel von Farbe und Material stellt für innen beheizte Heißkanäle ein großes Problem dar. Um trotzdem einwandfreie Teile nach einem Wechsel zu spritzen, wird das Verteilersystem zerlegt und Materialreste entfernt. Deshalb kommt der innen beheizte Heißkanal heute kaum noch vor.

3.1.2.2.4 Mehrfachanbindungen

Es gibt drei unterschiedliche Arten der Mehrfachanbindung, zum einen die Anbindung mehrerer Düsen für ein Spritzteil, zum anderen eine Düse für mehrere Spritzteile und drittens mehrere Düsen für mehrere Spritzteile.

Eine Düse für mehrere Spritzteile

Dieser Düsentyp, auch Hot Edge Düse genannt, ist so ausgeführt, dass mit einer Düse mehrere Teile angespritzt werden können (siehe Abschnitt 3.2.2.3).

Mehrere Düsen für ein Spritzteil

Diese Variante, auch Kaskadenspritzgießverfahren genannt, ist die klassische Ausführung der Mehrfachanbindung. Große und extrem lange Teile, zum Beispiel Autostoßstangen, werden mit mehreren Düsen angespritzt. Auch Teile mit verschiedenen Ebenen wie Gartenstühle spritzt man mit unterschiedlich langen Heißkanaldüsen an. Dieser Prozess wird bevorzugt angewendet, wenn seitens der Spritzgießmaschine keine Schließkraftreserve vorhanden ist (siehe Abschnitt 6.9 Kaskadenspritzgießen).

Mehrere Düsen für mehrere Spritzteile

Beim Einsatz mehrerer Düsen für mehrere Spritzteile ist wichtig, dass die Fließwege vom Heißkanal zum Verteiler bei allen Düsen etwa gleich lang sind, um ein ungleichmäßiges Füllen zu verhindern.

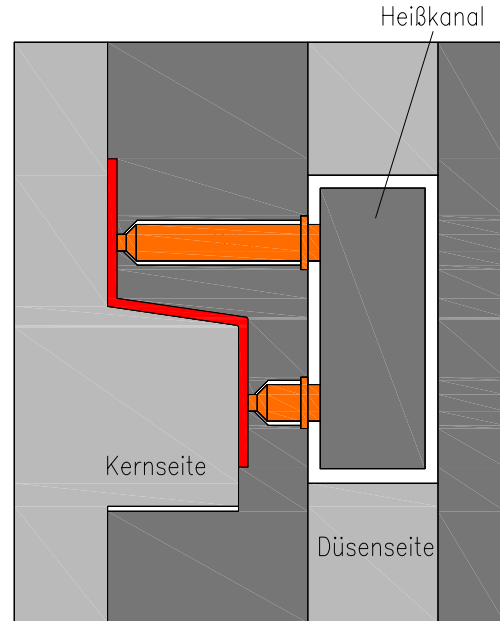


Bild 3.10 Prinzip Mehrfachanbindungen



Besonders bei sehr großen Spritzteilen kommen Mehrfachanbindungen zum Einsatz. Sie ermöglichen ein dem Spritzteil angepasstes Anspritzen mit unterschiedlich langen Düsen. Auch bei Massenteilen lassen sich aus Kostengründen mit einer Düse mehrere Spritzgießteile anbinden.

6.2.5 Drehteller

Mehrkomponenten-Werkzeuge mit Drehteller kommen in allen Bereichen der Kunststoffbranche zum Einsatz. Je nach Anwendung werden die Drehteller hydraulisch oder servomotorisch angetrieben.

Der Drehteller ist eine wirtschaftliche Lösung für den Transport des Werkzeugs von einer Einspritzstation in die Nächste. Das Drehen des Werkzeugs verlagert sich auf den Drehteller, wodurch das Spritzgießwerkzeug deutlich einfacher wird.

Je nach Anzahl der Komponenten kann der Drehteller um $4 \cdot 90^\circ$, $3 \cdot 120^\circ$ oder $2 \cdot 180^\circ$ positioniert werden. Im einfachsten Fall wird der Drehteller um 180° links/rechts geschwenkt. Die fortlaufende Drehung der beweglichen Werkzeughälfte bietet sich besonders bei Mehrstationenwerkzeugen an. Da die fortlaufende Drehung keine Kabel- und Schlauchverbindungen zulässt, ist die Zuführung für Kühlung und Hydraulik entsprechend aufwändig.

Nachteilig beim Drehteller ist der nötige höhere Raumbedarf in der Spritzgießmaschine im Vergleich zu anderen Mehrkomponenten-Werkzeugsystemen. Spritzgießmaschinen mit Drehteller benötigen in der Regel eine Holmverlängerung von mindestens 200 mm. Auch das Maß zwischen den Holmen ist um 50 – 100 mm vergrößert.

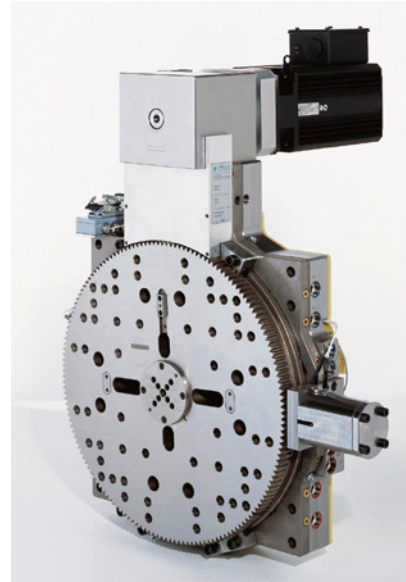


Bild 6.11 Drehteller mit Servoantrieb (Quelle: FOBOHA GmbH)



Drehwerkzeuge haben gegenüber der Umsetztechnik den Vorteil der besseren Positionierbarkeit des Vorformlings in der Fertigstation. Auch komplexere Gestaltungsvarianten der Kavitäten sind möglich.

6.2.7 Würfeltechnik

Der Vorteil der Würfeltechnik gegenüber anderen Werkzeugtechniken liegt darin, dass sich die Anzahl der Kavitäten bei gleicher Maschinengröße verdoppeln lässt. Oder anders betrachtet: Bei gleicher Produktionsmenge halbiert sich die Maschinengröße nahezu.

6.2.7.1 Etagenwendetechnik

Bei der Etagenwendetechnik wird die Werkzeugdrehung mit einer horizontalen Dreheinrichtung in Form einer Mittelplatte ausgeführt.

Vorspritzlinge werden in der ersten Trennebene erzeugt. Beim Öffnen des Werkzeugs bleiben sie auf der Seite der beweglichen Mittelplatte. Bei voll geöffnetem Werkzeug wird die Mittelplatte um 180° gedreht und in die zweite Trennebene gebracht. Nach erneutem Schließen wird in der zweiten Kavität, in der sich auf dem Mittelblock die Vorspritzlinge befinden, die zweite Komponente eingespritzt.

Beim Einsatz von Etagenwendewerkzeugen mit $4 \times 90^\circ$ Drehung kann man die Stationen 2 (Bedienseite) und 4 (Bediengegenseite) zeitgleich für weitere Produktionsschritte nutzen. Zum Beispiel lässt sich Station 2 zum Kühlen der Spritzteile und Station 4 zur Entnahme durch ein Robotersystem verwenden. Beide Funktionen erfolgen, ohne die Zykluszeit zu beeinflussen. Alternativ kann Station 2 auch zur Montage (In-Mould-Assembly) inner-/außerhalb des Systems genutzt werden.

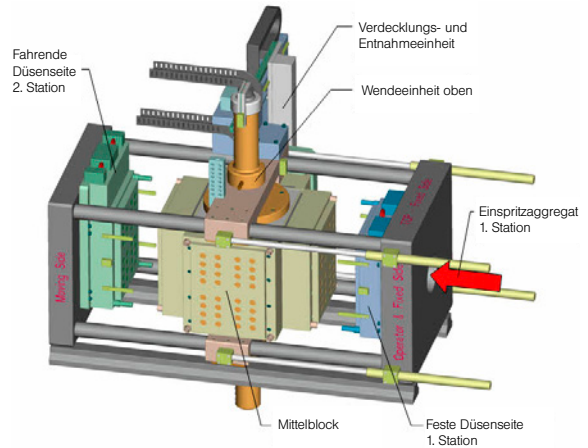


Bild 6.13 Prinzip Etagenwendetechnik (Quelle: FOBOHA GmbH)

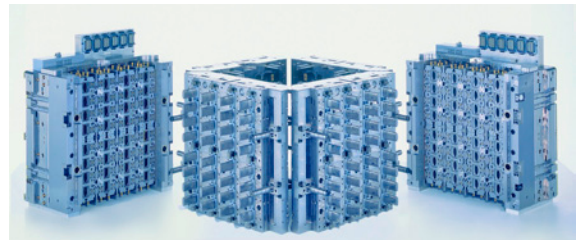


Bild 6.14 Etagenwendewerkzeug (Quelle: FOBOHA GmbH)



Beim Einsatz der Etagenwendetechnik reduziert sich die benötigte Schließkraft um nahezu die Hälfte. Besonders geeignet ist diese Werkzeugtechnik für flächige Verbundteile. Bei der $4 \cdot 90^\circ$ Würfeltechnik reduziert sich die Zykluszeit durch simultane Operationen um ca. 25 % gegenüber anderen Verfahren.

6.2.8 Tandemwerkzeuge

Bei den Tandemwerkzeugen liegen zwei Werkzeuge hintereinander, die nacheinander mit Kunststoffmaterial gefüllt und zyklisch abwechselnd geöffnet werden.

Bei Etagenwerkzeugen sind die Kavitäten in mehreren Trennebenen hintereinander angeordnet und werden bei jedem Schuss gleichzeitig gefüllt und nach dem Öffnen gleichzeitig entformt.

Bei Tandemwerkzeugen dagegen öffnet sich die Trennebene zyklisch versetzt. Das heißt, während die eine Werkzeughälfte kühlt, kann in der anderen Hälfte entformt und wieder eingespritzt werden. Die Totzeit der Kühlung wird also beim Tandemwerkzeug für einen zweiten Einspritzprozess genutzt. Da beide Werkzeughälften nacheinander ablaufen, können unterschiedliche Spritzgießteile einer Bauteilfamilie hergestellt werden. Dafür muss die Spritzgießmaschine über ein spezielles Programm verfügen, mit dem für jede Trennebene die richtige Menge Kunststoff bereitgestellt wird.

Auch dickwandige, identische Teile mit einer langen Kühlzeit sind hervorragend für diese Technik geeignet.

Ein von außen an das Werkzeug angebrachtes Verriegelungssystem ermöglicht die zyklisch alternierende Arbeitsweise. Der Verschluss arbeitet wie ein Klinkensystem. So ist es möglich, unter Verwendung einer Adapterplatte zwei existierende Spritzgießwerkzeuge zu einem Tandemwerkzeug umzubauen.

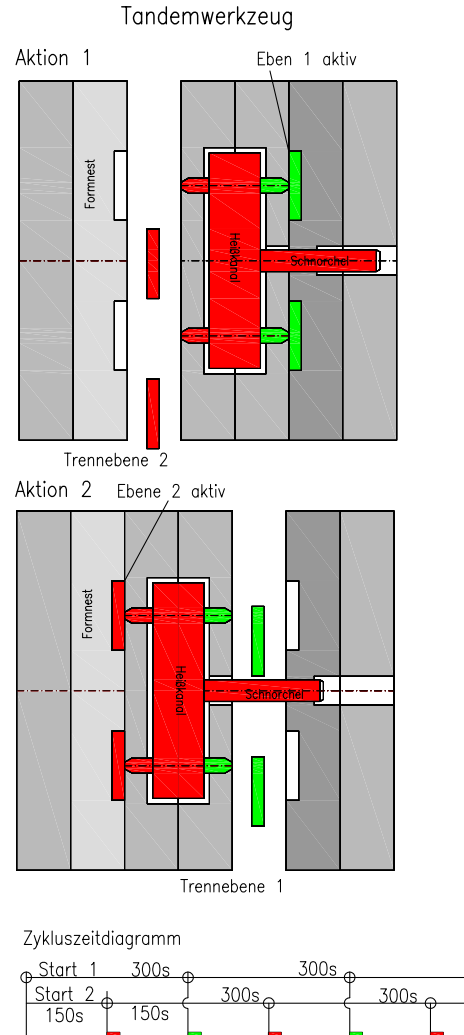


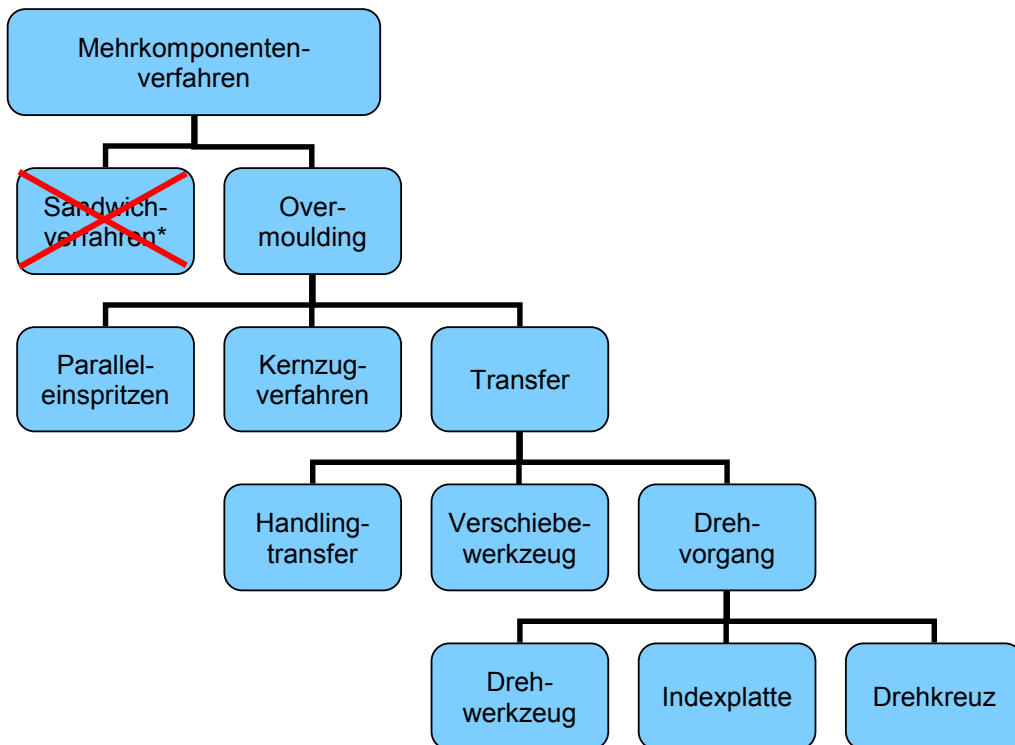
Bild 6.17 Prinzip Tandemwerkzeug



Mit der Tandem-Technik lässt sich der Formteilausstoß mit einer Standard-Spritzgießmaschine verdoppeln. Es können unterschiedliche Spritzteile einer Bauteilfamilie zyklisch versetzt hergestellt werden.

6.2.9 Mehrkomponentenwerkzeuge bei Duroplasten und Elastomeren

Bei Duroplast-Mehrkomenentenwerkzeugen werden meist Hart-Weich-Kombinationen gepaart, seltener Duroplaste mit Duroplasten. Es gibt jedoch auch Kombinationen mit hochtemperaturbeständigen Thermoplasten.



* Nur bei Thermoplast-Werkzeugen

Tabelle 6.2 Mehrkomponentenverfahren bei Duroplasten und Elastomeren