



Expertenrat-Serie: Anlageneffektivität

Ungeplante Stillstände sind in Spritzgießbetrieben für die meisten Verluste verantwortlich und können leicht bis zu 30% der verfügbaren Maschinennutzungszeit beanspruchen. Ein guter Grund, stetig die Gesamtanlageneffektivität im Auge zu behalten und beharrlich die Einhaltung bewährter Standards in allen Bereichen der Produktion zu verfolgen.

Mehr Effektivität oder Wie man Verluste reduziert

Der ganzheitliche Blick auf die Spritzgießfertigung offenbart tägliche Verschwendung und Verluste im Produktionsalltag. Die kontinuierliche Messung der Gesamtanlageneffektivität kann Prozessmängel schnell entlarven.

Viele Spritzgießunternehmen haben nur wenige oder gar keine aussagekräftigen Kennzahlen, um die Effektivität ihrer Fertigung beurteilen zu können. Punktuelle Messungen etwa der Produktivität, des Ausschusses oder der Stillstände bieten nur lokale Ansätze zur Verbesserung. Wünschenswert wäre daher eine einzige Kennzahl, die eine volle Aussagekraft über die Anlagen der gesamten Wertschöpfungskette bietet und alle Abweichungen vom Idealzustand beinhaltet.

Genau diese Zahl gibt es. Sie heißt Gesamtanlageneffektivität (G_{eff}). Dieser Wert

vereint in einer Zahl ein Maß für alle Verluste von Anlagen und Maschinen gegenüber einer verlust- und verschwendungsfreien Idealverfügbarkeit ($G_{eff} = 100\%$). Mathematisch ausgedrückt lautet die Formel:

$$G_{eff} [\%] = \text{Verfügungsfaktor } (V_f) \times \text{Leistungsfaktor } (L_f) \times \text{Qualitätsfaktor } (Q_f) \times 100\%$$

Als Zielgrößen für einen sehr guten G_{eff} für Spritzgießer seien hier einmal stellvertretend drei Richtwerte genannt:

- reiner Lohnspritzer (Spritzen, Montieren): 0,97 = 97%

Wer seine Anlageneffektivität aus den Augen verliert und nicht kontinuierlich die Verschwendung im Spritzgießer-Alltag aufspürt, der verbrennt leichtfertig einen großen Teil des Gewinns

Foto: Y. L. Photographies – Fotolia.com



AUTOREN

Willi Steinko,
GTT GmbH

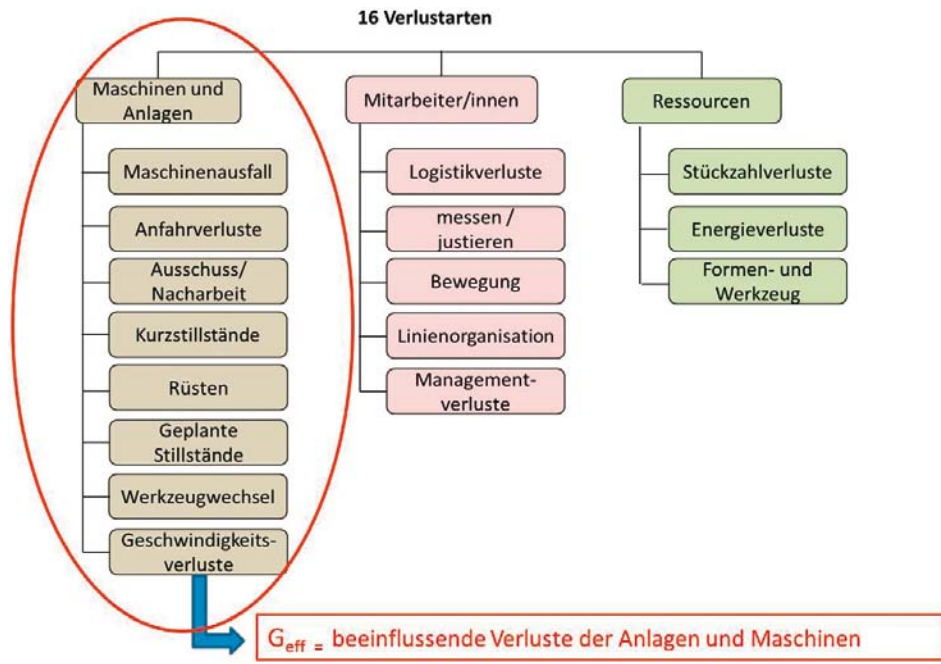


Hero
Marggrander,
EAS Europe BV



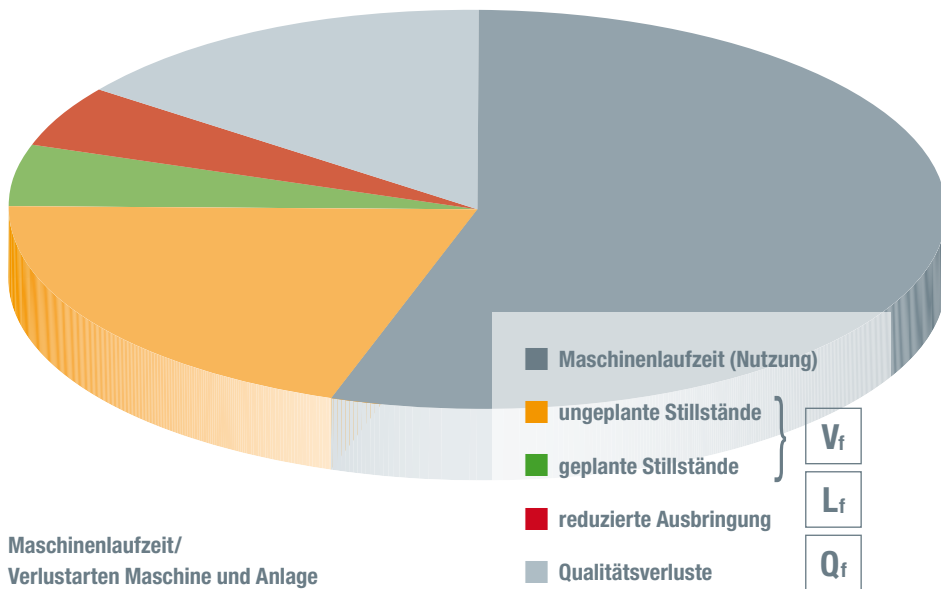
Andreas Creutz,
Ingenieurbüro
Creutz





Grundsätzlich lassen sich 16 denkbare Verlustarten einordnen nach „Maschinen und Anlagen“, „Mitarbeiter/innen“ sowie nach „Ressourcen“

Fotos: GTT/Creutz/Marggrander



Maschinenlaufzeit/
Verlustarten Maschine und Anlage

Verfügbarkeitsverluste durch	
Geplante Stillstände	Ungeplante Stillstände
Offizielle Schichtpausen	Werkzeugwechsel: z. B. durch Werkzeug- oder Maschinendefekt
Wartung der Anlage: z. B. tägliches Abschmieren der Führungssäulen beim Werkzeug	Störungen: z. B. Roboter verliert das Vakuum und damit das Teil. Undichte Leitungen Wasser, Luft oder Öl
Training/Schulung: z. B. Vorstellung Qualitätskriterien eines neuen Produktes	Rüsten: z. B. Verzögerungen durch Suchzeiten während des Rüstvorgangs
Offizielle Anlässe: z. B. Betriebsversammlung	

Eine Auflistung denkbarer Verfügbarkeitsverluste

- Spritzgießer Eigenfertigung (Spritzen, Schweißen, komplexes Montieren): 0,93 = 93%
- Spritzgießer Eigenfertigung (Spritzen, Lackieren/Galvanisieren, Schweißen, komplexes Montieren): 0,92 = 92%

Um eine eindeutige Aussage je Faktor machen zu können, müssen alle Verluste und Verschwendungen sauber dem jeweiligen Faktor zuzuordnen sein. Hierzu ist es unabdingbar, entsprechende Aufzeichnungen permanent fertigungsbegleitend zu führen. Da vielen Unternehmen die Kenntnis der Verlustarten fehlt, stellen wir diese im Folgenden zunächst einmal kurz vor.

Grundsätzlich unterscheidet man 16 Verlustarten bezogen entweder auf Maschinen und Anlagen, auf Mitarbeiter/innen oder auf Ressourcen (siehe Schaubild).

In der Theorie sieht dies noch überschaubar aus. Wirft man aber einen Blick in die Fertigung, so kommen rasch Fragen auf, weil zahlreiche auftretende Stillstände gar nicht so klar einem Punkt zuzuordnen sind.

Zur besseren Orientierung unterscheiden wir zunächst einmal zwischen geplanten und ungeplanten Stillständen bei Maschinen und Anlagen, welche den Verfügbarkeitsfaktor V_f beeinflussen. Erfahrungsgemäß machen ungeplante Stillstände in Spritzereien den Löwenanteil der Verluste aus und nicht selten erreichen sie bis zu 30% der verfügbaren Nutzungszeit, was im Umkehrschluss 30% weniger vorhandene Maschinen bedeutet, um alle Teile irgendwie termingerecht produzieren und ausliefern zu können.

Man arrangiert sich mit Prozessmängeln

Dies allein zeigt schon wie dringend notwendig das Arbeiten an Verbesserungsprojekten zur Verfügbarkeitserhöhung ist. Moderne Instandhaltungskonzepte (wie TPM; Total Productive Maintenance) für Maschine, Werkzeug und Peripherie sowie gezielte Rüstzeitreduzierungsworkshops steigern sehr schnell die Verfügbarkeiten. (Vergleiche K-BERATER Dezember 2012, März 2013, Oktober 2013).

Werfen wir einen Blick auf die Verluste, welche den Leistungsfaktor (L_f) nachhaltig beeinflussen.

- Ausbringungsverluste durch Zykluszeitverlängerung und Anfahrprozesse
- So ist es in vielen Betrieben geradezu zur Gewohnheit geworden, dass prozesstechnische Mängel wie zum Beispiel verminderte Kühlleistungen der Werkzeuge durch Erhöhung der Pausenzeit „ausgeglichen“ werden. Auch saisonale Absatzflauten lassen sich durch das Drehen an der Zeituhr „überbrücken“ ohne als Mitarbeiter Nachteile zu erleiden. Manipulationen zur künstlichen Verlängerung von Nacharbeitszeiten zu Gunsten von Mitarbeitern sind schon vorgekommen. Letztlich schaden diese Handlungen den Unternehmen massiv.

Nun noch ein Blick auf die Verluste, welche den Qualitätsfaktor (Q_f) beeinflussen.

- Qualitätsverluste durch Ausschuss, Nacharbeit und Fehler

Eigentlich sollte man erwarten, dass Unternehmen in der heutigen Zeit durch konsequentes Projektmanagement in Produkteinführungsprozessen sowie qualitäts- und fertigungstechnischer Prozesskontrolle mit minimalen Ausschuss-, Nacharbeits- und Fehlerraten umgehen können. Doch ein Blick hinter die Kulissen zeigt regelmäßig überquellende Ausschussbehälter und versteckte „Rettungsinseln“ in Form von Nacharbeitsplätzen. Zahlreiche Gespräche lassen vier Hauptursachen erkennen.

- Produkt- und Werkzeugkonstruktion erfolgt ohne Rücksicht auf kunststoffspezifische Prozessvoraussetzungen;
- mangelhafte Vorbereitung und Betreuung bei Beschaffung von Werkzeugen im Ausland;
- Qualifikationsmängel des Fachpersonals in der Fertigung;
- Mangel an zielgerichteter reproduzierbarer Maschineneinstellung und strukturierter Vorgehensweise beim Rüsten und Anfahren von Produktionsprozessen.

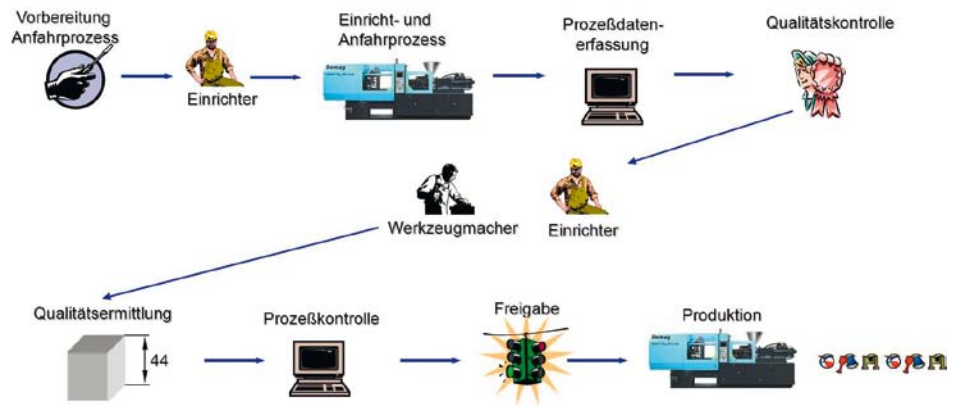
Dabei ist es verwunderlich, welche Summen für „Alibizertifizierungen“ aus dem Fenster geworfen werden, statt dieses Geld in die Qualifizierung der Konstrukteure für kunststoffgerechtes Konstruieren sowie in das Fachpersonal zu stecken, durch Schulung zur Erhöhung der Prozesssicherheit beispielsweise. Erst dann wäre eine Investition in eine zielführende Zertifizierung mit gelebten Inhalten wirklich sinnvoll.

Zwingende Voraussetzung für den Erhalt einer verlässlichen Datenbasis für diese Verluste ist dabei die lückenlose Dokumentation jeder Störung in den Schichten. Hierzu reicht die Mitschrift jeder Störung in einem Störungsprotokoll, das Notieren jedes Fehlers und jeder Nacharbeit in einer Fehlersammelkarte sowie die Dokumentation der Ist-Ausbringung je Anlage aus.

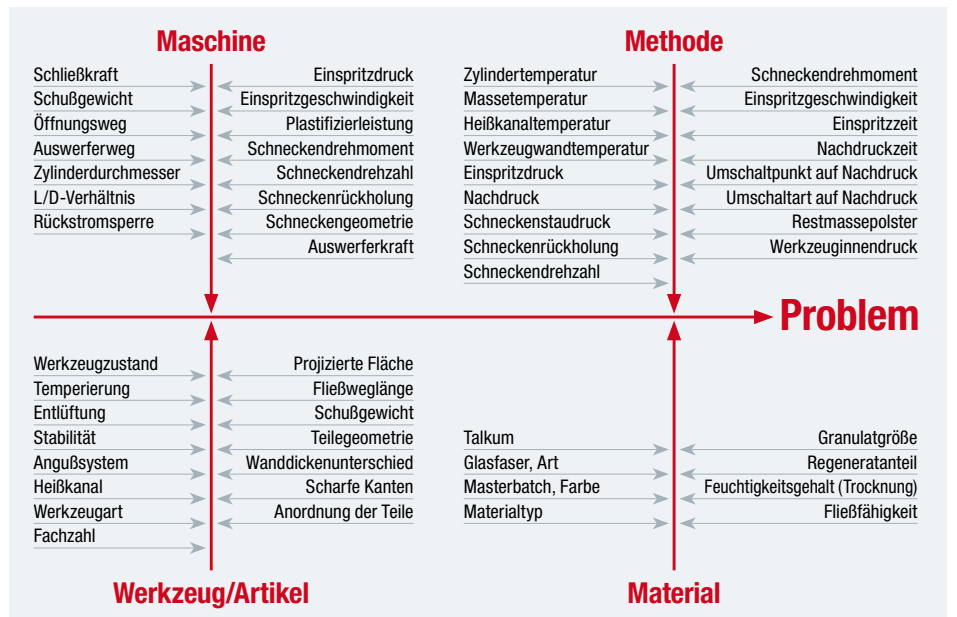
Die tägliche schichtbezogene Berechnung des G_{eff} direkt von den Mitarbeitern soll eine Aufbruchstimmung schaffen, indem die Misstände bewusst gemacht werden und somit mittels Analyse der Protokolle durch nachhaltiges Verbesserungsmangement eine markante Erhöhung des G_{eff} erreicht wird.

Ist der Anfahrprozess richtig vorbereitet?

Eine große Anzahl von Spritzgießverarbeitern sind Lohnfertiger. Diese stehen erfahrungsgemäß unter einem erheblichen Wettbewerbsdruck, welchem sie ausschließlich durch einwandfreie Qualität und marktgerechte Preise begegnen können. Dies wiederum erfordert neben guten, motivierten und geschulten Mitarbeitern unter anderem einen funktionsfähigen, zuverlässigen Maschinenpark mit der dazugehörigen Peripherie.



Ablauf vom Anfahrprozess bis hin zur Fertigung



Ishikawa-Diagramm für den Spritzgießprozess

Als unabdingbare Forderung zur Erzielung einer gleichbleibenden, reproduzierbaren Fertigungsqualität sind optimierte, reproduzierbare Werkzeuge ein absolutes „Muss“.

Wenn auch in vielen Fällen der Weg bis zum optimierten Werkzeug noch nicht bis ans Ziel gegangen worden ist, sind bei Maschinen und der Peripherie weitestgehend die Grundvoraussetzungen für eine wettbewerbsfähige Fertigung gegeben. Betrachtet man aber in den Spritzgießbetrieben gezielt die Vorgehensweise vom Rüsten der Werkzeuge und Anlagen bis hin zum ersten guten Schuss, so muss man für einige noch einen weiten Weg bis zum Ideal konstatieren.

In diesem Bereich werden in hohem Maße Verluste produziert. Wir möchten hier keine Einzelbeispiele bringen, obwohl der Katalog der negativen Erlebnisse und Beispiele, welche wir in den zurückliegenden Jahren miterlebt haben, erdrückend ist. Stattdessen soll hier aufgezeigt werden, welche organisatorischen und verfahrenstechnischen Vorbereitungen getroffen werden müssen, um der Verschwendung durch hohe Stillstands- und Suchzeiten zu begegnen.

Welche Person/Funktion – sei es der Einrichter, Schichtführer, Meister oder der Leiter der Spritzgießfertigung selbst – auch immer die Verantwortung für die Abläufe zu tragen hat, die systematische Abfolge der erforderlichen Einzelschritte und Maßnahmen sind bei jedem neuen Produkt/Auftrag/Fertigungslos nahezu immer gleich oder ähnlich. Bereits ein striktes und systematisches Einhalten der beispielhaft aufgezeigten Fragen und Überlegungen zur Vorgehensweise und Handhabung bei einzelnen Arbeitsvorgängen spart bei konsequenter Vorgehensweise sehr viel Geld und Kapazität (siehe Infobox auf Seite 26).

Sobald alle Funktions- und Prozessparameter richtig eingestellt sind, kann mit dem Anfahren des Prozesses begonnen werden. Hier sollte erfahrungsgemäß als erster Schritt

eine Formfüllstudie durchgeführt werden, um sicherzustellen, dass keine Veränderungen gegenüber den ursprünglichen Prozesseinstellungen oder eine vorherige Fertigung eingetreten sind.

Veränderungen und dadurch erfolgte Qualitätseinbußen können durch verschiedene Ereignisse gegenüber dem letzten Fertigungslos aufgetreten sein, so zum Beispiel:

- Nacharbeit oder Änderungen an Wanddicken, Anschnitt oder Anguss;
- Einstellung einer anderen Werkzeugtemperatur;
- Änderung am Material, der Farbe oder durch Chargenwechsel.

Anfahren des Werkzeuges

Sind die prozessrelevanten Parameter eingestellt, so ist das Anfahren mit dem Optimieren des Umschaltpunktes und der Einstellung des Siegelpunktes über die Nachdruckhöhe und Nachdruckzeit fast abgeschlossen.

Nachdem der Einrichter seinen Anfahrvorgang abgeschlossen hat, ist die Qualitätssicherung mit der Überprüfung der Teilequalität gefordert. Gemäß den vorliegenden Qualitätsrichtlinien wird die Bauteilqualität durch die Qualitätssicherung überprüft und, wenn keine Beanstandung hinsichtlich Maßhaltigkeit, Funktionalität und Oberflächenqualität besteht, zur Fertigung freigegeben.

Werden in der Praxis die nach den zuvor beschriebenen Einzelschritten erforderlichen Maßnahmen konsequent überprüft und durchgeführt, kann davon ausgegangen werden, dass die Gesamtanlageneffektivität (G_{eff}) dadurch positiv beeinflusst wird.

Der Grad der Verschwendung wird durch diese Vorgehensweise beim Rüst- und Anfahrprozess deutlich reduziert und die Verluste minimiert. Dieses Vorgehen ist einer der Schlüssel zum Erfolg und der so notwendigen Kostenreduktion im Spritzgießbereich.

Sieht man sich die möglichen Einflüsse von Maschine, Prozess, Werkzeug und Roh-

stoff im Detail anhand eines Ishikawa-Diagramms an, so zeigt sich, wie umfangreich die Fehler- und Einflussmöglichkeiten beim Spritzgießprozess sind. Weit über 200 Varianten können Einfluss auf Qualität und Kosten nehmen, was schon ein erheblich reduziertes Diagramm (siehe Abbildung) dem Betrachter schnell bewusst macht. Eine gewissenhafte und strukturierte Vorgehensweise beim Rüst- und Anfahrprozess zwingt sich deshalb geradezu auf, um der Verschwendung Herr zu werden. Deshalb wird empfohlen, für das strukturierte Vorgehen unternehmensspezifische Checklisten zu entwickeln und zu nutzen.



- Creutz – Ingenieurbüro • D-64646 Heppenheim
- www.kvp-projektmanagement.de
- EAS-Europe BV Süd • D-70599 Stuttgart
- www.easchangessystems.com
- GTT Willi Steinko GmbH • D-56377 Nassau
- www.gtt.de

Empfohlene Vorgehensweise bei der Durchführung von Spritzgießaufträgen

Neben der Bereitstellung des technischen Equipments ist das Überprüfen, Beschaffen und Sicherstellen einiger Informationen entscheidend für die Durchführung eines Spritzgießauftrags.

Auswahl der Maschine – zwingende Prüfung folgender Erfordernisse:

- Schließkraft
- Einbauhöhe
- Plastifizierkapazität einschließlich 10% Sicherheitsreserve gegeben?
- Notwendige Kernzugfunktionen sichergestellt?
- Erforderliche Sonderfunktionen vorhanden?
- Bei Handling / Robotik – Funktion und Entnahmehand geprüft?
- Luft + Vakuumschlüsse in erforderlicher Anzahl vorhanden?

Rohstoff / Material

- Materialdurchsatz kg/h
- Material in genügender Menge und getrocknet für den Auftrag bereitgestellt?
- Genügt bei vorgesehenem Trockner die Trocknenkapazität?
- Ist die erforderliche Trocknungstemperatur und Trocknungsdauer bekannt?
- Bei Materialzufuhr über Förderanlage – sind die Filter gereinigt?
- Falls Mahlgut beigefügt wird – ist dieses staubfrei?
- Ist genügend Farbbatch / Pigment oder Flüssigfarbe vorhanden?
- Sind die Verarbeitungstemperaturen sowie die erforderlichen Zylindereinstellungen bekannt?
- Sind die einzustellenden Werkzeugtemperaturen bekannt?

Werkzeug / Formteile

- Ist das Werkzeug verfügbar? – Standort
- Erforderliche Schließkraft
- Letzter dem Werkzeug beigefügten Schuss sich (bei kleinen und mittleren Formteilgrößen)
- Werkzeugzustand über die Werkzeugbegleitkarte bzw. das Werkzeughandbuch überprüfen
- Wurden erforderliche Reparaturen durchgeführt?
- Ist das Werkzeug frei von Belägen?
- Ist ein Kühl-Temperierplan des Werkzeuges vorhanden?
- Ist im Temperierplan die eindeutige Zuordnung zu den entsprechenden Formteilbereichen und Temperierzonen abzuleiten?
- Geht aus dem Temperierplan die erforderliche Durchflussmenge des Temperiermediums hervor?
- Ist ein Heißkanalsystem eingebracht und die Funktionsprüfung erfolgt?
- Internes oder externes Regelsystem? Bei externer Regelung Funktionsprüfung erfolgt?

Rüstvorgang / Werkzeugeinbau

- Ist der Rüstvorgang richtig organisiert und vorbereitet?
- Wird nach einem bereits durchgeführten Rüstworkshop gearbeitet?
- Falls kein halb- / vollautomatisches Spannsystem eingesetzt wird – sind für den Rüstvorgang folgende Elemente vorhanden: Pratzen, Schrauben, Kupplungen, Isolierplatten, Montage-Werkzeug und Schläuche für die jeweils erforderlichen Vorlauftemperaturen?
- Sind die für die Arbeitsabläufe erforderlichen Geräte wie Montage- und Prüfvorrichtungen vorhanden und einsetzbar?

- Sind Montage- und Einlegeteile in genügender Anzahl verfügbar?
- Sind Etiketten und Verpackungsmaterial vorhanden?
- Ist eine Arbeitsablaufbeschreibung, Skript mit Definition der Fehlerkriterien vorhanden?
- Liegt das Prozessdatenblatt, die Diskette oder der Datenstick mit den Einstellparametern vor?

Peripherie und Geräte / Verfügbarkeit und Funktionsüberprüfung

- Entnahmesystem, Greiferhand
- Funktion Vakuumpumpe für Greifer
- Materialförderung, Einfärbe- und Mischgerät
- Materialtrockner und Förderung
- Kältemaschine, Wasserbatterie
- Temperiergeräte in genügender Anzahl und Leistung
- Externe Heißkanalregelgeräte
- Montagevorrichtungen, Prüfvorrichtungen, Messplatz an Maschine
- Produktzugeordneter Arbeitstisch für Personal
- Verpackungsplatz
- Waage zur Überprüfung des Formteilgewichtes und Einstellung des Siegelpunktes

Prozess-Einstellung vornehmen

- Sind nach dem Werkzeugeinbau alle Wege und Geschwindigkeiten für Formöffnung, Auswerfer und Entnahme eingestellt?
- Sind alle thermischen Prozessparameter wie Material – Trocknungstemperatur, Zylindertemperatur, Einzugsflansch und Werkzeugtemperatur richtig eingestellt?
- Sind alle weiteren wichtigen Prozessparameter wie Einspritzen, Nachdruckzeit und Kühlzeit aus dem Datenblatt in die Steuerung übertragen und überprüft?

