

3.4 Präventive-Produktions-Handhabung (PPH)

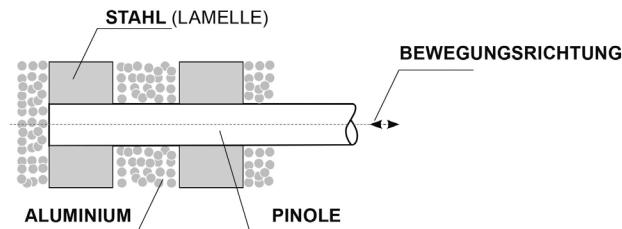
Anhand der Herstellung einer Kanalplatte – ein Steuerelement des PKW Automatikgetriebes – wird der Zusammenhang zwischen der Art der Parametererfassung und dem System der Präventiven-Produktions-Handhabung (PPH), dargestellt.

Die Kanalplatte ist gekennzeichnet durch dünne hochstehende Lamellen, durchbohrt von senkrecht zu ihrer Höhe verlaufender Pinolen (Bild Nr. 4).

Wichtige Qualitätsmerkmale dabei sind die Senkrechtlage der Lamellen sowie die Oberflächengüte der Bohrungen. Unzulässige Veränderung der Senkrechtlage – Verbiegung – kann nur während des Einfahrens der Pinole erfolgen, da beim Ausfahren die Lamellen beidseitig von Aluminium umschlossen, also gestützt sind.

Die Ursache der Verbiegung ist eine zu hohe Einfahrkraft, verursacht durch verschlissene und mit Aluminiumresten behaftete Oberflächen am Durchbruch der Pinolenpartie.

Prinzipskizze



Kraft-Weg Diagramm

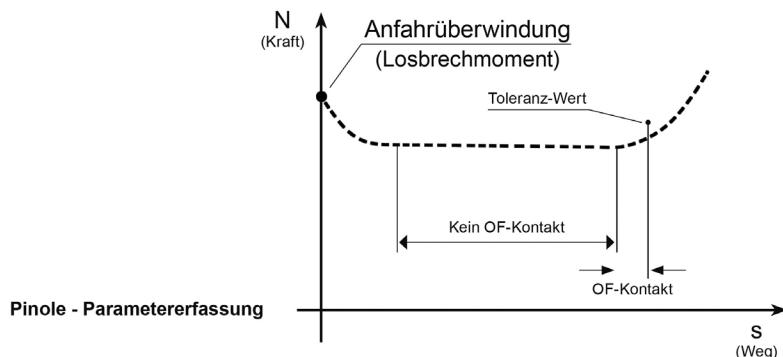


Bild Nr. 4

Die digitale Parametererfassung kann mittels eines Kraft-Weg-Sensors mit der Aufnahme der Kraft-Weg-Kurve (Bild Nr. 4) erfolgen.

Beim Einfahren bleibt die Kraft nach anfänglichem Anstieg annähernd konstant, da die Pinole die Werkzeugbohrungen ohne Kontakt zu deren Oberfläche passiert.

Erst kurz vor Erreichen der Endlage, also bei Erreichen der spielfreien Passungsposition, wird der maximale Wert der Kraft erreicht. Dieser Wert stellt eine obere Toleranzgrenze dar. Kurz vor Erreichen dieser Toleranzgrenze, erfolgt ein automatisch gesteuerter Produktions-Stopp. Zu diesem Zeitpunkt ist noch keine Lamelle verbo gen und keine Oberflächenpartie der Bohrungen, der Pinolen, wirklich beschädigt.

Die Behebung der Störung kann meistens durch einen simplen Reinigungsvorgang oder einen einfachen Tausch der Pinolen behoben werden. Weitere Schritte zur Vermeidung der Wiederholung dieses Störfalles, einschließlich des Einflusses auf das Verhältnis von Eingriffs- zu Produktions-Periode, sind im Kapitel 3.5, Störfall-Aufarbeitung zu finden.

Ein weiteres Beispiel wie man dem System Präventive-Produktions-Handhabung (PPH) gerecht werden kann, ist der Umgang mit konturgebenden Schiebern. Oft dominant wertbestimmend und damit teure Elemente eines Druckgießwerkzeuges. Mittels eines Lage- beziehungsweise Abstandssensors wird die Endlage nach dem Einfahren unter Niederdruckbedingungen – deutliches Klackgeräusch beim Anschlagen vernehmbar – digital erfasst.

Bei nicht Erreichen der Endlage, angezeigt durch eine Abweichung zum Wert „Null Abstand“, erfolgt besagter automatischer Prozess-Stopp. In diesem Moment liegt eine Produktionsunterbrechung vor, aber ohne jede Werkzeugbeschädigung. Das weitere Prozedere ist Störfall-Aufarbeitung, gem. STÖFA; Kapitel 3.5.

Eine häufig praktizierte Alternative ist es, den Schieber mittels Hochdruck und Einwirkung der Zuhalteschräge – ein Missbrauch dieser – in seine Endlage zu zwingen, unter Inkaufnahme der durch gewaltsam eingebetteter Flitterreste hervorgerufenen Beschädigung; mit all den daraus erfolgenden Reparaturmaßnahmen.

3.5 Störfall-Aufarbeitung (STÖFA)

Gemäß Definition – Plakativ Nr. 1, Definition der Begriffe – wird hierunter eine Maßnahmenumsetzung zur Beseitigung einer Unterbrechung des Produktionsprozesses verstanden.

Dabei muss die Maßnahmenumsetzung eine Nachhaltigkeit bewirken, die eine Wiederholung einer ungeplanten Produktionsunterbrechung vermeidet. Die Behebung des Störfalles ist ausführlich zu dokumentieren. Konsequenterweise erfolgt daraus eine Vorschrift zur Umsetzung von Maßnahmen, entweder für den routinemäßigen Präventiveingriff im Rhythmus Produktions-Eingriffsperiode oder für die To-do-Liste des definierten Werkzeug-liftings.

Dazu ein Beispiel – selbst erlebt und betreut – aus einer Vororterfahrung.

Auf einer mittelgroßen Maschine, wurde mit einem Zweifachwerkzeug ein circa 600 g schweres Gussteil eines Verbrennungsmotors in Großserie mit über 100.000 Stück pro Jahr hergestellt. Das Gussteil integrierte mehrere Funktionen, sodass nahe beieinander liegende Räume, die wechselseitig hohem Druck und Unterdruck ausgesetzt werden, die Gussteilgestalt kennzeichneten. Jedes der beiden Werkzeugnester war mit einem Squeezer und einem Unterflurschieber versehen.

Dieser Unterflurschieber war bei aufgespanntem Werkzeug nicht zugänglich. Das heißt, bei einer Störung, verursacht durch Festsitzen der Schieberpinole, war zur Behebung der Störung ein Abspannen des Werkzeuges notwendig.

Nach mehreren Störfällen, kurzfristig hintereinander aufgetreten und nach Reparaturen mit den werksnormgerechten Ersatzpinolen, wurde mit zwei Experimenten die Geometrie der Pinole und der Pinolenhülse, deren Spiel zueinander abweichend von der Werksnorm, neu festgelegt.

Die, hier sogenannte einseitige, sehr engtolerierte Spielauslegung, im Verbund mit sehr eng tolerierten Schmiernuten – die vor Einbau mit einem hochtemperaturbeständigen Gleitmittel (GLEITMO) versehen wurden, brachten im Zusammenhang mit einer zusätzlichen, aufwendigen, nachträglich eingebrachten Schieberkühlung, durchschlagenden Erfolg. Das heißt, erst beim turnusgerechtem Werkzeuglifting, wurden Pinole und Pinolenhülse gegen ein neues Paar getauscht. Die Überhitzung des Unterschiebers war in der Simulation als nicht besonders ausgeprägter Hotspot zu erkennen.

Aus Kostengründen wurde „zunächst“ auf die aufwendige, teure Kühlung verzichtet. Eine absolut nicht fachgerechte und damit unwirtschaftliche Vorgehensweise.

Viele Erfahrungsfälle haben gezeigt, dass eine optimale und damit finanziell aufwendige Werkzeuggestaltung bezüglich Stabilität (Rahmenstärke), Kühlung (Verwendung des Systems Jet Cooling) und Materialanhäufungen (Verwendung von Squeezern oder Squeezerbatterien), stets die wirtschaftlichere Vorgehensweise ist. Ganz im Sinne präventiver und nicht permissiver lavierender Vorgehensweise.

3.6 Minimal-Gratausbildung

Die heutige, allgemein übliche Fertigungsweise ist mit einer Gratblech-Ausbildung, genannt Standard-Gratausbildung, verbunden, welcher nicht zwingend notwendig entstehen muss und nach PW-Vorstellung vermieden werden kann und muss.

Unvermeidlich dagegen ist die Entstehung – fertigungssystemimmanent – einer Minimalgrat-Ausbildung, genannt Minigrat. (Siehe dazu Plakativ Nr. 1, Definition der Begriffe. Gleiches gilt für die Begriffe System- beziehungsweise Stanzentgraten und Separieren.)

Die Herstellung einer Dichtfläche mit scharfkantiger Begrenzung ist nicht möglich, da die Scharfkantigkeit stets eine Radienzausbildung aufweist.

Beim Schließen der Druckgießmaschine treffen die beiden Dichtflächen – bewegliche und feste Hälfte – ohne jeden Zwischenraum aufeinander. Dabei entsteht ein, durch die beiden Radien gebildeter zwickelähnlicher Hohlraum, als Bestandteil des Werkzeuginnenhohlraumes, der sich während des Füllvorganges mit Schmelze füllt und so den Minigrat entstehen lässt.

Dieser Minigrat hat einen sehr scharfkantigen welligen Längsverlauf, eine Höhe von 0,6 bis 0,8 mm und einen annähernd dreiecksförmigen Querschnitt.

Durch den Prozessschritt Strahlen erfolgt ein Brechen der Scharfkantigkeit und ein – Stauchvorgang der Strahlgutelemente – generelles Einebnen. Diese so vorliegende Gratausbildung ist akzeptabler Bestandteil des einbaufertigen Gussteiles. (Bild Nr. 5, Minimal-Gratausbildung). Dem gegenüber muss die Standard-Gratausbildung mittels Konturengratung – Bestandteil des Entgratschnitt-Werkzeuges – vom Gussteil getrennt werden.

Da – systemimmanent –, niemals punktgenau die Stelle der Anbindung des Grates an das Gussteil getroffen werden kann, wird entweder die Gussteilloberfläche verletzt – sehr unschön und durch den Strahlprozess oft nicht ganz zu beseitigen – oder es verbleibt ein Gratblechrest, der häufig, durch den Strahlprozess nicht immer endzustandsgerecht eingeebnet werden kann (Bild Nr. 5).

Die Begleiterscheinungen dieser Standard-Gratausbildung sind sehr vielfältig und aus fertigungstechnischer und somit wirtschaftlicher Sicht, von großem Nachteil.

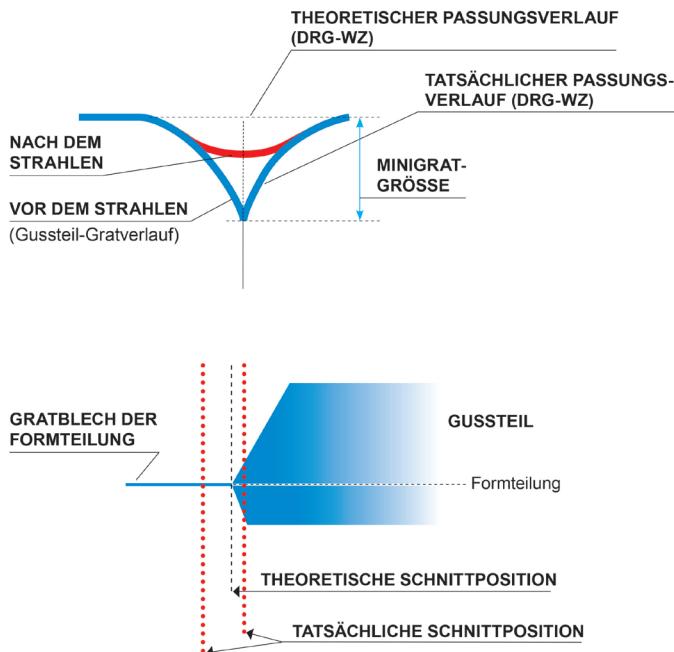


Bild Nr. 5: Minimal-Gratausbildung

Die Tatsache, dass sich die Gratausbildung auch noch – nach oft langer Gleichmäßigkeit – in seiner Ausprägung verändert, macht deren Handhabung noch schwieriger.

Dabei sind folgende Vorkommnisse zu beobachten

- Beim Ausstoßvorgang löst sich das Gratblech oft nicht leicht von der Trennebene – eine Art Rupfvorgang verursachend – verbunden mit dem Verbleiben (Anklebung) von Resten, die auch durch den anschließenden Ausblasvorgang nicht beseitigt werden können, mit allen Nachteilen für die nachfolgenden Schließvorgänge.
- Beim Transport des Gussteiles durch den Roboter der Gießzelle fallen Gratteile – festere und reiner Flitter – ab, neben und in das Kühlbecken. Abgesehen von der Beeinträchtigung der Ästhetik, ein erheblicher Verschmutzungsvorgang.
- Beim eigentlichen Entgratvorgang – ein Abscheren – positionieren sich Teile des Gratbleches undefiniert, Anhäufungen verursachend, die durch das anschließende Reinigungsabsblasen nicht zuverlässig beseitigt werden können und somit nicht selten eine Prozessunterbrechung erforderlich machen.

- Der Großteil aller anfallenden, abgetrennten Gratblechteile – festere und reiner Flitter – landen im Zuge der Anlagenreinigung im allgemeinen Entsorgungsbehälter. Es handelt sich dabei um reine Materialverschwendungen (Abbrand) und somit um eine Minderung der Wirtschaftlichkeit. Eine Untersuchung des Verfassers dazu zeigt, dass es sich hierbei nicht nur um eine marginale Beeinträchtigung der Wirtschaftlichkeit handelt.

Zusammenfassend können folgende, – für den gesamten Prozessablauf nachteilige – Sachverhalte, als Folge der Standard-Gratausbildung benannt werden.

In Summe ein erheblicher und häufig verkannter Kostenfaktor.

- Minderung der Ästhetik des Produktionsprozesses
- Materialverschwendungen (Abbrand)
- Entsorgung mittels Reinigungsvorgänge
- Erhöhung der Wartungskosten; Entgrat- und Druckgieß-Werkzeug
- Prozessunterbrechung und damit ergebniswirksamer Verlust durch entgangenen Deckungsbeitrag
- Kostenanteil des Entgratwerkzeuges für die Ausrüstung für das Konturengraten; ca. 25 % der Gesamtkosten.

Die Entstehung der Gratausbildung, der Trennprozess sowie die Entsorgung, sind fertigungstechnisch undefinierte Vorgänge, somit im Sinne einer robusten und harmonischen Fertigung, schwer zu handhaben und von beträchtlicher Minderung der Wirtschaftlichkeit. Nach PW-Vorstellung schafft der Sachverhalt Standard-Gratausbildung Verhältnisse, welche die notwendige Harmonie einer Prozesskette – auch im Sinne einer robusten Fertigung – so sehr stören, dass ein mitarbeiterfreies Betreiben, verbunden mit langen Produktionsperioden (Produktivitäts-Grad > 95 %) unmöglich macht, aber zumindest erheblich erschwert, d. h. verteuert. Deswegen lohnt sich – mit allen Mitteln – die Bemühung, dem Narrativ der Unvermeidlichkeit einer Standard-Gratausbildung, die Stirn zu bieten. Die Vermeidung der Standard-Gratausbildung gehört zu den zentralen Postulaten des Paradigmenwechsels (PW).