

Paradigmenwechsel in der Druckgussfertigung, Teil 3: Wirtschaftlichkeit

| Autor Dieter Leibfried

Die konsequente Zusammenführung von bekannten technischen Sachverhalten, gekleidet in den Mantel der eigenen vielfältigen und langjährigen, praktischen Vororterfahrungen verändert die Sichtweise. Bisherige, eingeschliffene Abläufe, Denkweisen und Zielsetzungen werden in Frage gestellt. Ein vollständiger Austausch eines Musterbildes gegen ein neues – ein Paradigmenwechsel – ist gefordert (Paradigma: grundsätzliche Denkweise). Dem gegenüber steht die Überzeugung, dass die zeitnahe Realisierung eines Paradigmenwechsels der Notwendigkeit entspricht, dem Sachverhalt „Digitale Transformation“ gerecht zu werden, und auch um Wettbewerbsfähigkeit und Erneuerungsfähigkeit – die Basistugenden einer erfolgreichen Unternehmensführung – zu demonstrieren. In Teil 1 dieser Reihe erfolgte die Einführung in die Themenstellung, Teil 2 beschrieb, wie die Denkweise implementiert werden kann und nun wird in Teil 3 deren Wirtschaftlichkeit anhand von Beispielen präsentiert.

Schlüsselwörter: Druckguss, Management, Prozessentwicklung, Digitalisierung

Change of Paradigms in the Die Casting Process Part 3: Economic Efficiency

The resolute fusion of well-known technical concepts, wrapped in one's own varied and extensive, practical on-site experience, changes one's perspective. Established and ingrained processes, ways of thinking and objectives are called into question. A complete transformation of the current blueprint into a novel one – a paradigm shift – is called for. (Paradigm: underlying way of thinking.) On the other hand, there is the conviction that the prompt realization of a paradigm shift corresponds to the inevitable necessity of mastering the issue of "digital transformation" in order to demonstrate competitiveness and an ability to renew, the basic virtues of successful business management. Part 1 indicated the introduction to the change of paradigm. The implementation of this way of thinking showed part 2. Part 3 presents the economic efficiency.

Keywords: die casting, management, processing, digitization

Die nachstehenden Ausführungen sind die Ergänzung zu den vorangegangenen Beitragsteilen 1 und 2 [3, 4]. Das Ergebnis der konkreten Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen wird nun zusammengefasst. Die Richtigkeit der genannten, auffallend hohen, Ergebnisverbesserung wurde mehrfach durch ergebnisverantwortliche Mitarbeiter verschiedener Gießereien bestätigt. Unter der Annahme von 340 Arbeitstagen pro Jahr und einem Deckungsbeitrag DB von 300 €/h und einer um 7,2 h – 65 % Produktivitätsgrad PG zu 95 % PG – erhöhten Produktionszeit, ergibt sich ein Mehr an DB von 766.800 €/Jahr. Der DB/h – eigentlich pro Gießstunde – ist eine Funktion der Fertigungstiefe des Gussteiles, je größer diese desto höher der DB.

Verständlich ist die hohe Ergebnisverbesserung auch durch die Tatsache, dass ein Produktivitätsgrad von 65 %, wohlgeachtet nur i.O.-Teile, sicherlich ein nicht zu niedrig angesetzter Wert für die heute

üblichen durchschnittlichen Produktivitätsgrade ist. Es stellt ein positives, wenn auch nicht zufriedenstellendes Ergebnis dar. Zum Sachverhalt der Ergebnisverbesserung gehört auch der Kostenvergleich – gemäß nachstehender, hier nur verbaler Auflistung – zwischen entstehendem Mehraufwand bei Realisierung der PW-Vorstellungen und den dadurch erzielten Einsparungen.

Mehraufwand

Sensorik:
Einmalkosten – hoch, Ersatzkosten – niedrig

Werkzeugkosten:
Einmalkosten – hoch

Evakuierung:
Einmalkosten – mittel

Technik 4.0:
Einmalkosten – hoch

Mitarbeitervergütung:
Laufend – mittel

Einsparungen

- mehr Deckungsbeitrag als Vorteil (keine Einsparung)
- nur Anfahr- und Entwicklungssusschuss,
- insgesamt weniger, aber qualifizierte Mitarbeiter
- weniger Aufwand bei der Qualitätssicherung (Mitarbeiteranzahl und Equipment)
- geringerer Aufwand bei der Werkzeugwartung
- verminderte Kosten des Aufwandes für das Entgratwerkzeug (keine Konturschneidekanten)
- weniger Residence-Aufwand (Trouble) beim Kunden

Beispiel I – PKW Motoren-Pumpengehäuse

Mehrere überschlägige und einige konkrete Berechnungen haben ergeben, dass die in der TOP-Maxime angegebene signifikante Steigerung der Ergebniswirksamkeit (EWK) realistisch ist. Dazu ist hier die nachstehende konkrete Berechnung anhand des ausgewählten Druckgussteils aufgeführt:

Ausgangsdaten

Größe der Druckgießmaschine	640 t
Jahresbedarf	500 000 Teile
Druckguss-Werkzeug-Design	1 Kavität
Erlös pro Teil	5,00 €
Deckungsbeitrag DB pro Teil (DB/T)	1,80 €
Taktzeit (Tz)	50 s
Teile pro Stunde (T/h)	72 Teile
Wochenbedarf bei 50 Wochen/J	10 000 Teile
Produktivitätsgrad - ohne Paradigmenwechsel PW	65 %
- mit Paradigmenwechsel PW	95 %
Ausschussrate - ohne PW	8 %
- mit PW	1 %
Anzahl der Produktionstage pro Jahr	340 Tage
Anzahl der Schieber	2 Stück
Anzahl der Squeezer	1 Stück

Berechnung des ROI-Ergebnisses

Die **Tabellen 3 bis 7** zeigen die Teilkalkulationen, die im Ergebnis zur Berechnung des ROI-Werts nach **Tabelle 8** führen:

Summe der Aufwendungen: 224.530 € und Summe der Einsparungen: 23.000 €

Daraus ergibt sich der Wert für den entstehenden MEHR-Deckungsbeitrag (352.000 €), der auf den unterschiedlichen Ausgangsdaten für den Produktivitätsgrad (PG) und die Ausschussquote jeweils vor und nach dem Paradigmenwechsel basiert.

Anmerkungen zum ROI-Ergebnis

Das ausgewiesene Return on Investment (ROI-Ergebnis) von sieben Monaten besagt, dass nach diesem Zeitraum alle Aufwendungen, die für ein Produktionsdesign nach PW-Vorstellung notwendig werden – gegenüber einem konventionellen Produktionsdesign – nach sieben Monaten durch das MEHR eines DBs (Deckungsbeitrags) beglichen sind.

Unter Berücksichtigung der genannten Einsparungen von 23.000 € pro Jahr und dem Mehraufwand an Sensorik (Verschleißersatz) von circa 10.000 € pro Jahr ergibt sich folgende, betriebswirtschaftlich nicht ganz korrekte, stark vereinfachte Darstellung für die Ergebniswirksamkeit des Auftrags für ein Pkw-Motor-Pumpengehäuse, die über einen Zeitraum von angenommenen fünf Jahren betrachtet wurde.

Tabelle 3: PW-Parameterrauflistung und Sensorikkosten

Equipmentteil der Gießanlage	Parameter	Anzahl	Kosten [€]
	Benennung		
Einzelteilsignierung	Vielzahlen-Nummer	(1x)	1.000
Einpressaggregat	Wegverlauf Geschwindigkeitsverlauf Effizienzdruckverlauf		
Druckgusswerkzeug	Metallfront-Kontaktsensor	1 x	2.277
	Temperatursensor Formeinsatz	2 x	826
	Metallfront-Temperatursensor	2 x	4.008
	Form-Innendruck-Sensor	1 x	4.279
	Wegsensor Squeezer	1 x	1.992
	Abstandssensor Formhälften	4 x	8.685
	Abstandssensor Schieber	2 x	4.382
Sprayer	Durchflussmenge	3 x	3.000
Heiz-/Kühlgeräte	Eingangstemperatur	2 x	826
	Ausgangstemperatur	2 x	826
Kolbenkühlung	Eingangstemperatur	1 x	413
Kolbenkühlung	Ausgangstemperatur	1 x	413
Warmhalteofen	Metallbadtemperatur	1 x	1.000
	Dosierstart-Nadel	1 x	1.000
	Abtropfzeit	1 x	1.000
Kolbensmierung	Dosiermenge	1x	1.000
Vakuumeinrichtung	Effektivwert	1 x	1.000
	Absaugvolumen	1 x	2.000
Summe Aufwendungen I (Sensorik)			39.927

Berechnung der Ergebniswirksamkeit

Ergänzend zu dem ROI-Ergebnis wird nachstehend der Unterschied der Ergebniswirksamkeit vor und nach einem Paradigmenwechsel dargestellt. Dabei entspricht der Zeitraum von fünf Jahren erfahrungsgemäß der Lebensdauer eines Produktdesigns.

Dieser Zeitraum von fünf Jahren ist dann auch die Basis für die Kalkulation der

Angebotserstellung, sowie für die zeitraumbezogene Planung der Projektgrößen Umsatz, Deckungsbeiträge und Cashflow. Der Unterschied der Ergebniswirksamkeiten für die Situationen mit und ohne Paradigmenwechsel beträgt 1.712.000 €/5 Jahre (**Tabelle 9**), das gilt wohlgemerkt nur für eine kleine Druckgießmaschine. Dieses Ergebnis korrespondiert mit der anfangs gemachten Aussage über eine signifikante Verbesserung des Ergebnisses.

Tabelle 4: PW-Messtechnik

Benennung	Kosten [€]
Mobile Messstation	46.735
Coil Speed Erweiterung	
Software Steuerungsüberwachung	2.212
Digital-Zentralmotor	6.000
Summe Aufwendungen II (Messtechnik)	54.937

Tabelle 5: Sonstiger Mehraufwand

Benennung	Kosten [€]
Druckgießwerkzeug-Design	10.000
Einzelteilsignierung	40.000
Inbetriebnahme (externe Leistung) – Einweisung in die Handhabung der Messtechnik	7.000
Entgangener DB der Installation (2 Monate 50 % von 632.000 €)	52.666
Expertenbetreuung (extern und intern) (20 Tage á 1.000 €/Tag)	20.000
Summe Aufwendungen III (Sonstige)	129.666

Tabelle 6: PW-Einsparungen

Benennung	Einsparung [€]
Halbierung des Aufwandes der QS-Mitarbeiter*)	12.000
Entfall der Schneideelemente im Ersatzwerkzeug	4.000
Materialeinsparung beim Abbrand	7.000
Summe Einsparungen	23.000

*) Mögliche Einsparungen in der Qualitätssicherung durch Minimierung des Anfalls von n.i.O.-Teilen – intern und beim Kunden. Beides nicht nur marginal, wurde aufgrund schwieriger Berechenbarkeit nicht berücksichtigt.

Tabelle 7: Kostenübersicht

Benennung	Kosten [€]
Summe Aufwendungen I Sensorik (Tabelle 3)	39.927
Summe Aufwendungen II Messtechnik (Tabelle 4)	54.937
Summe Aufwendungen III Sonstige (Tabelle 5)	129.666
Summe Aufwendungen	224.530
Summe Einsparungen (Tabelle 6)	23.000

Tabelle 8: Berechnung der Deckungsbeiträge

Berechnung	Wert [€]
Deckungsbeitrag DB bei – Produktivitätsgrad 95 % und – Ausschussquote 2 % 340 AT x 24 h x 95 % x 72 T/h x 1,80 € DB/T x 98 % (98 % entspricht 2 % n.i.O.-Teile)	984.000
Deckungsbeitrag DB bei – Produktivitätsgrad 65 % und – Ausschussquote 8 % (Berechnung analog oben)	632.000
Differenz-DB (MEHR-DB)	352.000
ROI – Return of Investment	
$ROI = \frac{\text{Aufwand} - \text{Einsparung}}{\text{MEHR-DB/Jahr}} = \frac{224.530 - 23.000}{352.000}$	
$ROI = \frac{201.530}{352.000} = 0,57 \text{ Jahre} = \mathbf{6,9 \text{ Monate}}$	

Tabelle 9: Berechnung der Ergebniswirksamkeit

Berechnung	Wert [T€]
Ergebniswirksamkeit EWK – konventionelles Design	
Summe DB für 5 Jahre 632 T€ x 5 Jahre	3.160
Nicht realisierbare Einsparung 23 T€ x 5 Jahre	115
EWK (Konv. Design)	3.045
Ergebniswirksamkeit EWK – PW-Design	
DB im 1. und 2. Monat – 1. Jahr 2 Monate x 0,5 x 1/12 x 632 T€	106
DB im 3. bis 12. Monat – 1. Jahr 10 Monate x 1/12 x 984	820
DB im 2. bis 5. Jahr 4 Jahre x 984 T€	3.936
Summe DB	4.862
Einsparungen 1. bis 5. Jahr 10 Monate x 1/12 x 23 T€/Jahr 4 Jahre x 23 T€	19 92
Summe Einsparungen	111
Aufwendungen 1. bis 5. Jahr – Druckgusswerkzeug-Design-upgrade 4 Jahre x 10.000 €/Jahr – Sensorik-Verschleißersatz 4 Jahre x 1/3 x 39.927 € – Messtechnik und Signierung – Inbetriebnahme und Experten	40 54 95 27
Summe Aufwendungen	216
Saldo Aufwendungen – Einsparungen (EWK mindernd)	105
EWK (PW-Design)	4.757
Differenz der Ergebniswirksamkeit	1.712

Anmerkungen zur Ergebniswirksamkeit

Bei dem ausgewiesenen Ergebnis von 1.712 T€ ist zu berücksichtigen, dass wesentliche Sachverhalte zu Ungunsten des erstaunlichen Ergebnisses bewertet wurden. So ist das Equipment für die Einzelteilsignierung (40 T€) und für die Messtechnik (Mobile Messstation; ca. 50 T€) nach 5 Jahren sicherlich nicht als ersatzbedürftig, sondern bezüglich ihrer Funktion als neuwertig anzusehen.

Auch die genannte Einsparung von 23 T€ im Bereich der Qualitätssicherung (QS) ist mit Sicherheit sehr viel höher, da davon ausgegangen werden kann, dass in diesem Zeitraum von 5 Jahren mehrere und erhebliche QS-Aktionen, intern und vor allem beim Kunden, abzuwickeln sind.

Ergänzend wird noch erwähnt, dass dieses Projekt folgende Zielsetzungen hatte:

- Installation einer Pilotanlage – unumgänglich notwendig – für die Umsetzung der PW-Vorstellungen anhand eines sehr anspruchsvollen Druckgussteiles.
- Generierung einer Schulungsstätte für produktionsbetreuende Mitarbeiter als Musterbeispiel für die Notwendigkeit, eine betriebseigene Ausbildung zu betreiben.
- Entwicklung eines Centers of Excellence mit dem Anspruch, bewältigte Vorfälle zu dokumentieren und Daten der seitherigen Vorfälle für die Bewältigung kommender Projekte, u.a. Vermeidung von Wiederholfällen zu nutzen.

Beispiel II – Projektierung für eine Automobil-Eigengießerei

Die Behandlung aller Sachverhalte erhebt den Anspruch, dem Zentralmotto des Paradigmenwechsels gerecht zu werden. Es wird Bezug genommen auf eine 1200t-Druckgießmaschine, die mit einem Druckgießwerkzeug mit zwei Schiebern und einer Squeezeereinheit bestückt ist. Die Zielformulierung verlangt die Realisierung der PW-Vorstellungen, jedoch bei einem Produktivitätsgrad (PG) von $\geq 90\%$.

Zeitplan

Dieser erstreckt sich über einen Zeitraum von fünf Monaten. Im ersten Monat werden die Sachverhalte Parameterkonsultation mit entsprechender Sensorik, Technologie des Gesamtkonzeptes (Gießinsel oder PW-Layout, Werkzeugdesign und WZ-Oberflächenbehandlung) definiert und

im Rahmen eines Strong-Commitment verabschiedet. Im zweiten Monat wird die Pilotanlage installiert, die im dritten Monat unter hundertprozentiger Mitarbeiterpräsenz in Betrieb genommen wird. Der vierte und fünfte Monat dient der Optimierung der Produktionsbedingungen mit dem Ziel einen Produktivitätsgrad (PG) von $\geq 90\%$ zu erreichen.

Rentabilitätsrechnung

Die Rentabilitätsrechnung (ROI), gegliedert nach Pilotanlage (Tabelle 10) und Folgemaschinen (Tabelle 11), ist so gehandhabt, dass alle Annahmen für finanzielle und zeitlichen Aufwendungen großzügig bemessen wurden, sodass das wirklich zu erwartende Ergebnis der Profitabilität bei einer Umsetzung eher über den ausgewiesenen Ergebnissen liegt.

Schlussbetrachtungen

Die drei Teile dieser Veröffentlichung sind im Zusammenhang zu sehen [3, 4]. Die Inhalte aller PW-Elemente mit Ausnahme der pränatalen Fehlervermeidung beruhen auf Erfahrungen, die aus vor Ort betreuten Umsetzungen in unterschiedlichen Gießereien Deutschlands und Europas abgeleitet wurden. Für PW-Elemente der präinatale Fehlervermeidung (2. Teil S. 40, Tabelle 2 [4]) liegt eine wirklich hinreichend langfristige Studie nicht vor. Die Erfahrung aber zeigt, dass über längere Zeiträume ausschließlich i.o.-Teile ohne Aussteuerungen produziert werden können.

Der vorgeschlagene Paradigmenwechsel (PW) fügt konsequent diese Erfahrungen zusammen. Dank der fortgeschrittenen Messtechnik ist dieses Zusammenfügen für die gesamte Prozesskette möglich. Das PW-Element Präinatale Fehlervermeidung ist als das Herzstück des Paradigmenwechsels anzusehen. Die Ausführungen erheben den Anspruch, disruptive Vorstellungen zu vertreten, denn nur so können neue Strukturen entstehen, die einen Beitrag zur Weiterentwicklung und Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit leisten.

Quellenverzeichnis

- [1] Cole, T.: Digitale Transformation: Warum die deutsche Wirtschaft gerade die digitale Zukunft verschläft und was jetzt getan werden muss! Verlag Franz Vahlen GmbH, München, 2015.
- [2] Covey, S.: The 4 Disciplines of Execution: Getting Strategy Done. Gabal Verlag GmbH, Offenbach, 2015.
- [3] Leibfried, D.: Paradigmenwechsel in der Druckgussfertigung Teil 1: Einführung, GIESSEREI-PRAXIS, Heft 4(2019), S. 41-46.
- [4] Leibfried, D.: Paradigmenwechsel in der Druckgussfertigung Teil 2: Ausführung, GIESSEREI-PRAXIS, Heft 9(2019), S. 39-44.

Tabelle 10: ROI-Berechnung für die Pilotanlage

Berechnung	Wert [T€]
Entgangener Deckungsbeitrag DB – Basisdaten DRM 1200 t Schließkraft DB/Teile: 4,50 € Teile/h: 45 Teile DB/h-Gi: 202 € (gerundet)	
– DB für 4 Monate gem. Ist-Betrieb (Produktivitätsgrad 68 %)= 4 Monate x 20 AT x 202 € DB/h x 68 % PG =	264
– DB für 4 Monate gem. „PW-Pilotanlage“ 30 % von 264 T€	80
Entgangener DB	184
Summe Aufwand – Entgangener DB 184 T€ – Summe Kosten gem. Aufwandsübersicht 287 T€	
Summe Aufwand	471
Return of Investment (ROI) – MEHR DB bei 90 % PG statt 68 % PG/Monat (gem. o.g. Daten)	28
$ROI = \frac{\text{Summe Aufwand}}{\text{MEHR-DB/Monat}} = \frac{471 \text{ T€}}{28 \text{ T€/Monat}}$ ROI = 17 Monate	
Return of Investment	ROI \approx 1,5 Jahre

Tabelle 11: ROI-Berechnung für Folgemaschinen

Berechnung	Wert [T€]
Summe Aufwand – Aufwand für Sensorik (gemindert)	110
– Interner Mitarbeiteraufwand (2 MA für einen Monat)	8
– Sonstiger Aufwand (30 T€ statt 50 T€)	30
– Entgangener DB für einen Monat	66
Summe Aufwand	214
Return of Investment (ROI) • MEHR DB bei 90 % PG statt 68 % PG/Monat (gem. o.g. Daten)	28
$ROI = \frac{\text{Summe Aufwand}}{\text{MEHR-DB/Monat}} = \frac{214 \text{ T€}}{28 \text{ T€/Monat}}$ ROI = 7,7 Monate	
Return of Investment	ROI \approx 0,7 Jahre

Anmerkung: Nicht berücksichtigt ist die Einsparung durch Minimierung des Q-Kontrollaufwandes sowie diese beim Druckgusswerkzeugwechsel. Dazu gehören Q-Aktionen wie Pipeline-Bereinigungen intern und extern beim Kunden.



Dr.-Ing. Dieter Leibfried

D-71065 Sindelfingen,
Blumenmahlenstraße 22
E-Mail: dr.d.leibfried@googlemail.com
Mobil: +49(0)171/5836523