

WELTNEUHEIT

IMG®
Injection Molding Guide



© engineered by Ingenieurbüro Schötz Kunststofftechnik GmbH

Die *smarte* Software, die Ihr Business
nachhaltig verbessert...

Einführung

Der **IMG-Injection Molding Guide** ist eine innovative, modular aufgebaute Branchenlösung. Entwickelt aus der Praxis für die Praxis. Zugeschnitten auf alle Bedürfnisse und Anforderungen für Unternehmen in der Spritzgießtechnologie.

Der IMG unterstützt Sie bei dem systematischen Vorgehen und leitet Sie durch die Abmusterung von Spritzgießwerkzeugen sowie durch die Optimierung von Spritzgießprozessen.

Dabei werden die Mitarbeiter über eine intuitive Benutzerführung sowie mit Hilfe eines Guides, Checklisten und Vorlagen zu einem schnellen und stabilen Prozesspunkt geführt, der innerhalb eines möglichst großen Prozessfensters liegt.



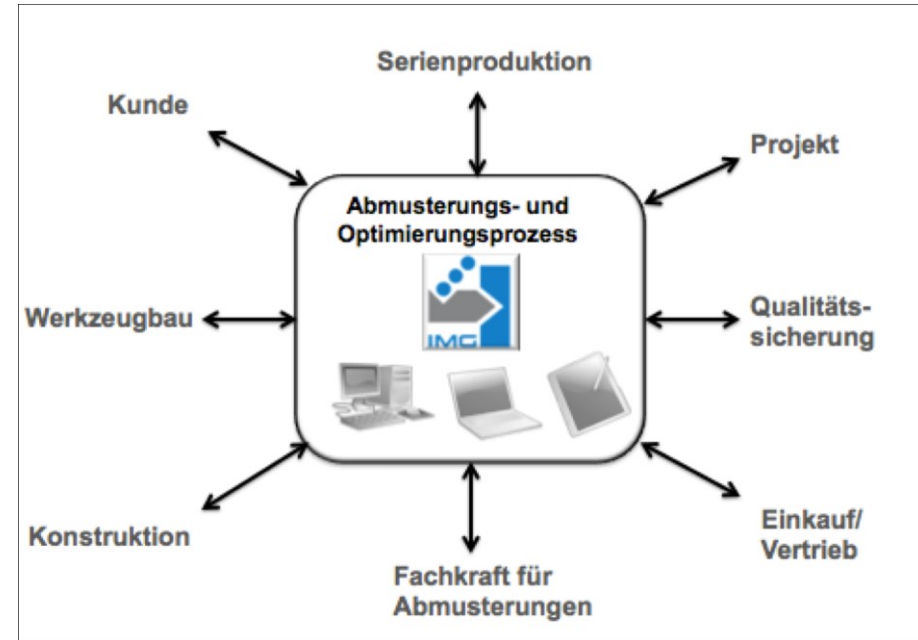
Bild: Startbildschirm des IMG

Einblicke in die Software

In einer SQL-Datenbank werden die Informationen zu Kunststoffen, Maschinen, Peripherien, Prozessdaten sowie viele weitere Daten abgespeichert.

Durch die jederzeit wieder abrufbaren Daten werden die Abmusterungsprozesse schneller umgesetzt sowie die Kosten und der Zeitaufwand reduziert. Aus Sicherheitsgründen werden alle internen Datenbanken und Inhalte des IMG vor unautorisierten Nutzern durch Passwörter geschützt.

Die strukturierte und analytische Vorgehensweise der IMG-Software ermöglicht eine lückenlose Dokumentation der Abmusterungs- bzw. Optimierungsprozesse im Unternehmen. Zusätzlich kann der IMG von Projektmitgliedern für den Datentransfer, zur Kommunikation sowie für weitere prozessoptimierende Maßnahmen und Aktionen genutzt werden.



Aufbau, Inhalte & Funktionen

Stammdaten

Mit Hilfe der Stammdaten können bereits im Vorfeld zeitliche Ressourcen eingespart werden.

Folgende Vorteile bietet der IMG:

- Daten können schnell und einfach hinterlegt werden und dienen den einzelnen Fachabteilungen im gesamten Abmusterungsprozess als Informations- und Datentransfer.
- Mit Hilfe der internen Datenbank können alle angelegten Daten wie z. B. zu verarbeitender Kunststoff oder verwendete Spritzgießmaschine abgespeichert werden.
- Dokumente, Vorlagen, Bilder und Fotos sind integrier- und bearbeitbar.

- Zahlreiche Verknüpfungen aus den Stammdaten tragen später in der Software zu einer effektiveren zeitreduzierenden Bearbeitung der einzelnen Steps bei.

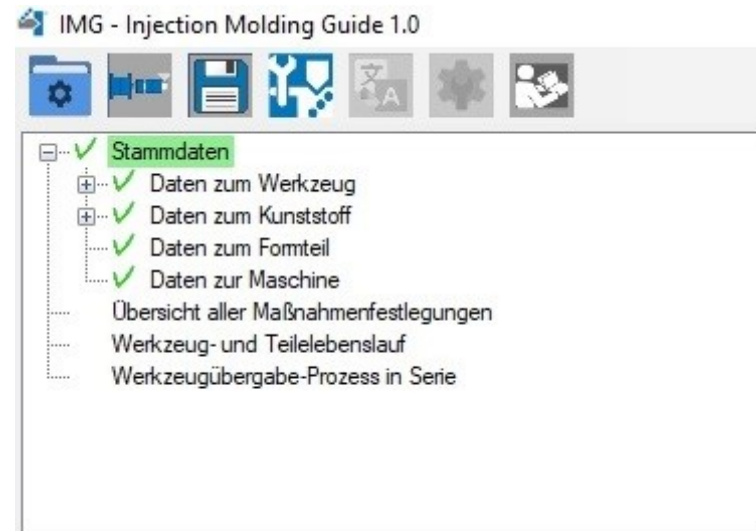


Bild: Stammdaten

Einblicke in die Software

Stammdaten für:

Inhalte:

das Projekt

- Bezeichnungen
- Artikel
- verantwortliche Mitarbeiter
- Projektdokumente
- ...

das Werkzeug

- Allgemeine Grunddaten
- Werkzeugkühlung
- Heißkanal
- Übergabe-Checkliste
- ...

Auszüge:



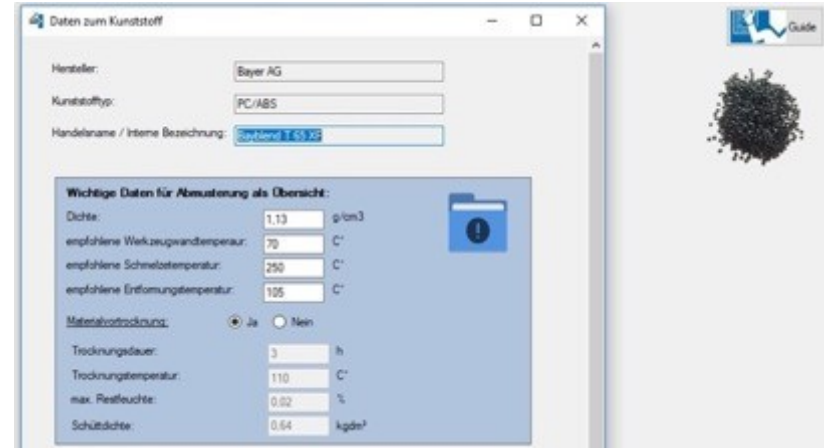
Stammdaten für:

Inhalte:

Auszüge:

das Formteil

- Kunststoff
- CAD
- ...



Daten zum Kunststoff

Hersteller:

Kunststofftyp:

Handelsname / Interne Bezeichnung:

Wichtige Daten für Abstimmung als Übersicht:

Dichte: g/cm³

empfohlene Werkzeugwandtemperatur: C°

empfohlene Spritztemperatur: C°

empfohlene Entformungstemperatur: C°

Materialvorrichtung: ☒ Ja ☐ Nein

Trocknungsdauer: h

Trocknungstemperatur: C°

max. Restfeuchte: %

Schüttdichte: kg/dm³

die Spritzgießmaschine

- Bezeichnung
- technische Daten
- ...



Daten zur Maschine

Allgemeine Daten

Hersteller:

Bezeichnung:

Maschinen-Nr. / Interne Bezeichnung:

Anzahl der Plastifiziereinheit:

Daten zur Spritzereinheit

Plastifiziereinheit 

Schnecken-Ø: mm

max. Schneckenhubvolumen: cm³

Operative Durchführung mit dem IMG

Sind im Vorfeld alle wichtigen Hintergrundinformationen unter Stammdaten erarbeitet, eingefügt und abgespeichert worden, folgt nun der operative Teil an der Maschine.

Der Anwender kann unter dem Button „Neue Abmusterung hinzufügen“ (Bild 1) aus folgenden Kategorien wählen wie:

- Erstabmusterung
- Folgeabmusterung
- Prozessoptimierung
- Materialmuster
- Reklamation

Anschließend öffnet sich ein Strukturbaum (Bild 2) der von oben nach unten systematisch und strukturiert durch die Abmusterung leitet.

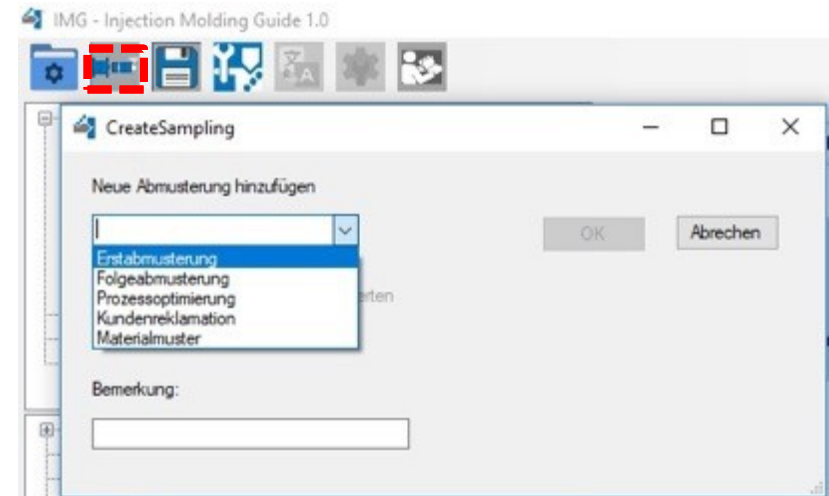


Bild 1: Neue Abmusterung hinzufügen

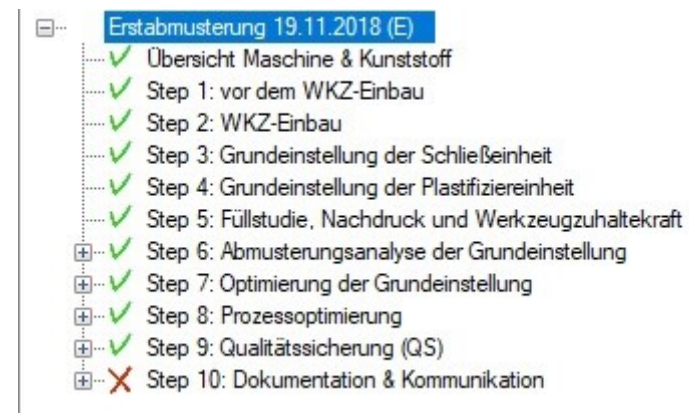


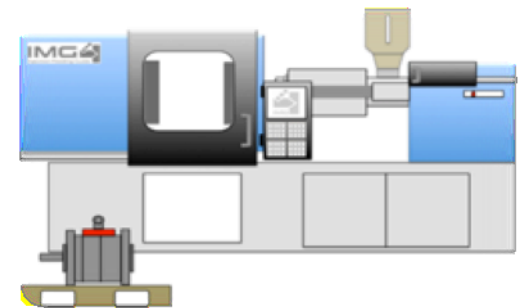
Bild 2: IMG-Strukturbaum

Inhalte:

Step 1

Vor dem Werkzeugeinbau

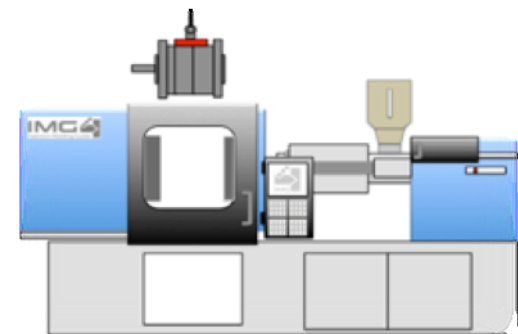
- Checkliste
- Richtige Vorbereitung an der Maschine
- Allgemeine Sicherheitsüberprüfungen
- Optische Prüfung des Werkzeuges
- Guide-Funktion
- ...



Step 2

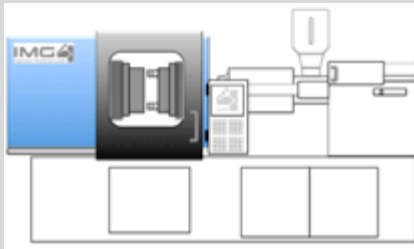
Werkzeugeinbau

- Checkliste
- Ablauf beim Werkzeugeinbau
- Anschließen der Werkzeugtemperierung
- Guide-Funktion
- ...



Step 3

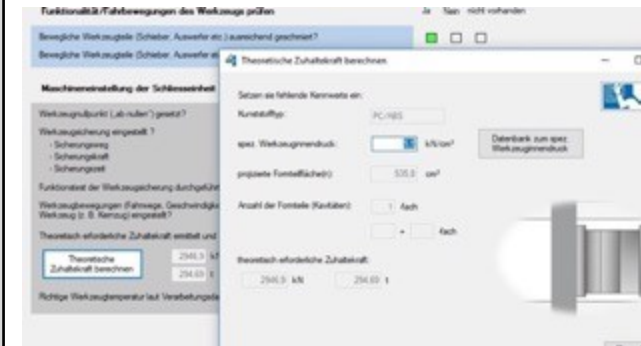
Grundeinstellung der Schließeinheit



Inhalte:

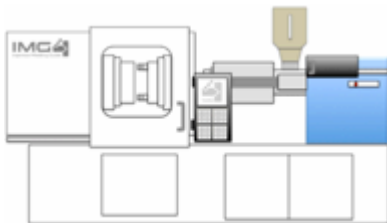
- Checkliste
- Werkzeugbewegungen
- Werkzeugsicherung
- Werkzeugtemperatur
- Zuhaltekraft
- Inklusive Rechengenerator - theoretische Zuhaltekraft
- Guide-Funktion
- ...

Auszüge:

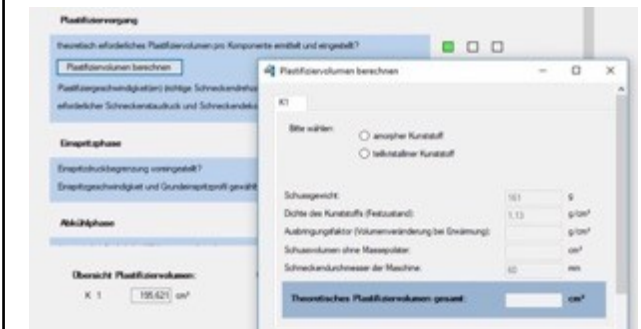


Step 4

Grundeinstellung der Plastifiziereinheit

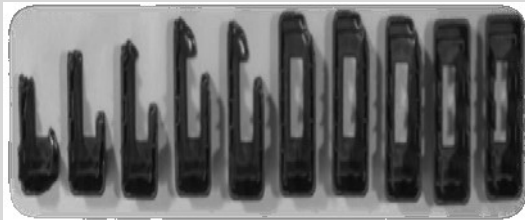


- Checkliste
- Zylindertemperatur und Zylindertemperaturprofil
- Plastifiziervorgang
- Einspritzvorgang
- Kühlzeit
- Inklusive Rechengenerator - theoretisches Dosiervolumen
- - theoretische Kühlzeit
- Guide-Funktion
- ...



Step 5

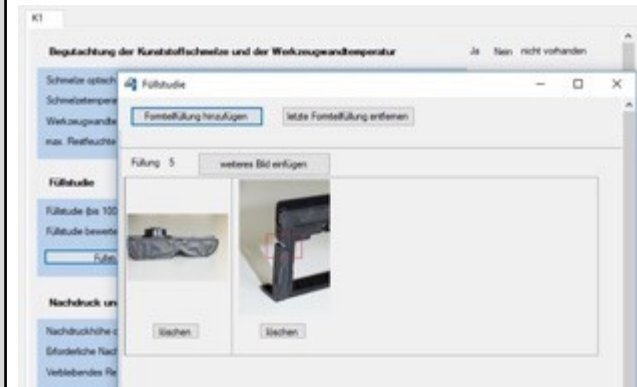
Füllstudie



Inhalte:

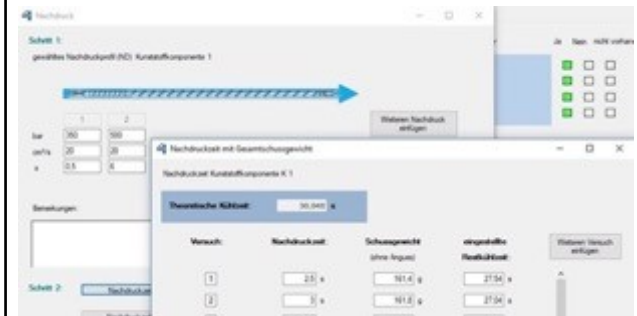
- Checkliste
- Vorlage
- Füllstudie durchführen, bewerten und dokumentieren
- Guide-Funktion
- ...

Auszüge:



Nachdruck und Nachdruckzeit

- Checkliste
- Vorlagen
- Nachdruckhöhe einstellen
- Nachdruckzeit ermitteln
 - Nachdruckzeit über Gesamtschussgewicht oder Einzelschussgewicht
- Dokumentation
- Guide-Funktion
- ...



-Fortsetzung Step 5-

erforderliche Zuhaltkraft



Inhalte:

- Checkliste
- Vorlage
- Zuhaltkraft bewerten und optimieren
- Dokumentation
- Guide-Funktion
- ...

Auszug:

Optimierung der Werkzeug - Zuhaltkraft

Weiteren Versuch einfügen

Versuch:	eingestellte Zuhaltkraft:	gemessene Patternbewegung:	Schussgewicht
1	3500 kN	0 mm	261.54 g
2	3300 kN	0 mm	261.54 g
3	3200 kN	0.002 mm	261.72 g
4	2900 kN	0.004 mm	261.89 g
5	2800 kN	0.007 mm	262.01 g
6	2750 kN	0.009 mm	262.08 g
7	2550 kN	0.01 mm	262.11 g

Step 6

Abmusterungsanalyse der Grundeinstellung

Schwerpunkte:

- Prozessbegutachtung
- Optische/thermische Prüfung des Formteils
- Optische/thermische Prüfung des Werkzeuges
- Funktionale Bewertung des Werkzeuges
- Werkzeuginnendruck
- Bewertung der Grundeinstellung

Inhalte:

- Checkliste
- Vorlagen
- Inklusive Rechengeneratoren
 - Durchflussmenge
 - Verweilzeit
 - Schneckenhub
 - Materialtrocknervolumen
- Bilder/Fotos integrieren
 - Wärmebilder
 - Druckkurven
 - Tuschierbilder
- Dokumentation
- Guide-Funktionen
- ...

Auszüge:

Step 7

Optimierung der Grundeinstellung

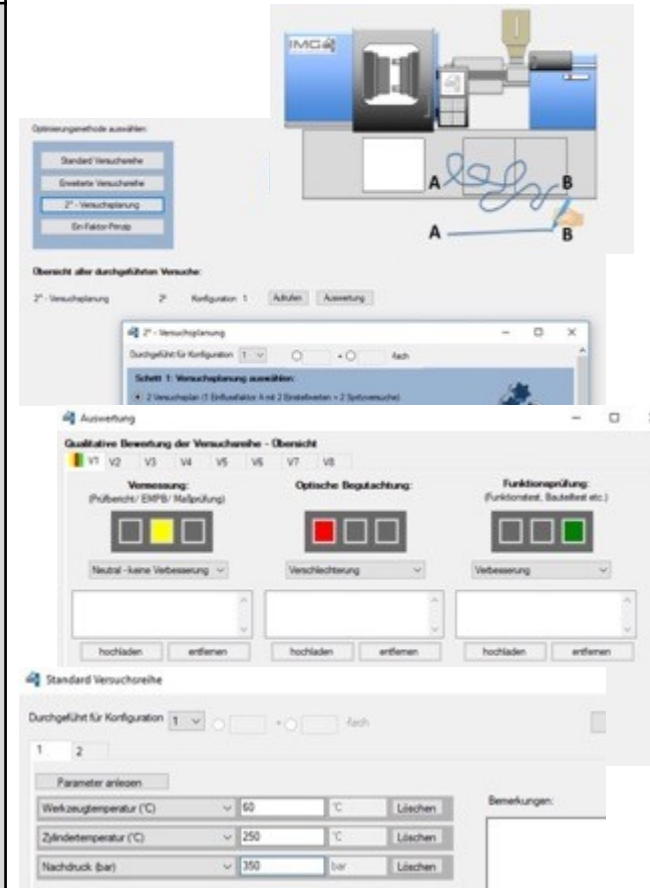
Schwerpunkte:

- Richtige Optimierungsstrategie wählen
- Optimierungsmethoden
- Versuchsreihe durchführen
- Auswertung der Versuchsreihe

Inhalte:

- Checkliste
- Vorlagen
 - Standardversuchsreihe
 - Erweiterte Versuchsreihe
 - 2^x – Versuchsplanung
 - Ein- Faktorprinzip
- integrierte Dokumentation und Versuchsauswertung
- Fotos, Messberichte und Dokumente integrierbar
- Guide-Funktion
- ...

Auszüge:



Inhalte:

Step 8

Prozessoptimierung

Schwerpunkte:

- Optimierung der
 - Produktivität
 - Wirtschaftlichkeit
 - Energieeffizienz

- Checkliste
- Vorlagen
- Optimierungsschritte
- Dokumentation
- Guide-Funktionen
- ...

Auszüge:

Schritt 1: Prozessschritte ohne direkten Einfluss auf die Form

Ist-Wert:

Werkzeugaussparungen:				
Werkzeug öffnen:		mm		mm
	3,5	s	2	s
Werkzeug schließen:		mm		mm
	3	s	2	s
Auswerferebewegungen:		mm		mm
erforderlicher Auswerferhub:	200	mm	150	mm
Auswerfer vor:	2,1	s	1,6	s
Auswerfer zurück:	1,2	s	1,2	s

parallele zum Handl...
Formteile...
Fahrtbew...
Handling

Schritt 1: Stammdaten

Projektbezeichnung: Blende
 Projektnummer: XF-123-1
 Artikelname: Blendendeckung
 Artikelnummer: XF-123-1.1

Prozessoptimierung - Klassifizierung der Energieeffizienz im Spritzgießprozess

K1

Schussgewicht: 162,4 g

Zykluszeit: 26,3 s ☐ Wert aus Produktivität ☐ Manuell

IST-Energieverbrauch der Maschine: 17 kWh

spezifischer Energieverbrauch: 0,765 kWh/kg

Kapazitätsbestimmung

I-Wert: ter Prozess) Optimierter Wert: (kalkulatorisch)

s	26,3	s	
Stück	137	Stück	
Stück	1096	Stück	

Inhalte:

Step 9

Qualitätssicherung (QS)

Schwerpunkte:

- Qualitätsüberwachung an der Maschine
 - Monitoring der zu überwachenden Maschineneinstell- und Prozessparameter
- internes Qualitätsmanagement
- Prozessaudit/Validierung

- Checkliste
- Vorlagen
- Richtige Überwachungs-
toleranzen auswählen und einstellen
- Inkl. Toleranzrechner
- Dokumentation
- integrieren, bearbeiten und speichern von internen QS-Dokumenten
- Guide-Funktion
- ...

Auszug:

Schritt 1: Maschineneinstell- und Prozessparameter an der Maschine auswählen:

- | | |
|--|---|
| ☐ Einspritzdruck (bar) | ☒ Restmassepolster (cm ³) |
| ☒ Plastifizierzeit (s) | ☐ Werkzeugwandtemperatur (°C) |
| ☒ Zykluszeit (s) | ☐ Werkzeuginnendruck |

Schritt 2: Formteilarart wählen

- ☒ Präzisionsformteil
☐ Technisches Formteil
☐ Allgemeines Formteil

Schritt 3: Empfohlener Toleranzbereich der überwachten Maschineneinstell- und Prozessparameter

	Sollwert	Toleranz (±)	Toleranz (±)
Plastifizierzeit (s)	1,8	0,036	2 %
Restmassepolster (cm ³)	10	0,2	2 %
Zykluszeit (s)	34	0,68	2 %

Step 10

Dokumentation

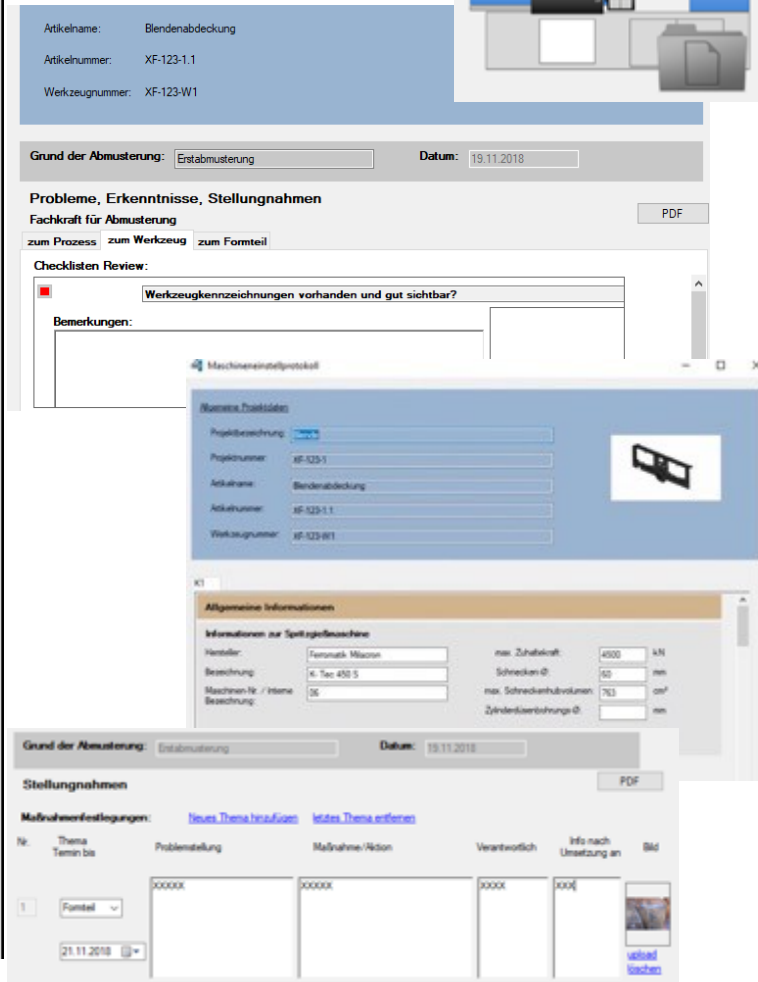
Schwerpunkte:

- Abmusterungsbericht und Maßnahmenfestlegung
- Optimierte Maschineneinstellung protokollieren
- weitere Dokumente:
 - Rüst- und Anfahrhinweise
 - Anschlussbelegung der Werkzeugtemperierung
 - Prüf-, Verpackungs- und Arbeitsanweisungen

Inhalte:

- Checkliste
- Vorlagen
- Erkenntnisse, Resultate der Abmusterung dokumentieren
- Kurz-Meeting aller beteiligten Mitarbeiter
- Maßnahmen festlegen
- interne Dokumente einfügen, bearbeiten und speichern
- Guide-Funktion
- ...

Auszüge:



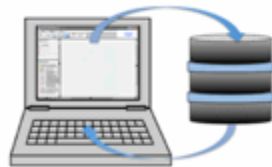
The screenshot displays several overlapping windows from the IMG software:

- Top Window:** Contains fields for 'Artikelname: Blendenabdeckung', 'Artikelnummer: XF-123-1.1', and 'Werkzeugnummer: XF-123-W1'.
- Grund der Abmusterung:** A dropdown menu set to 'Erstabmusterung' and a date field 'Datum: 19.11.2018'.
- Probleme, Erkenntnisse, Stellungnahmen:** A section with a 'PDF' button and tabs for 'zum Prozess', 'zum Werkzeug', and 'zum Formteil'.
- Checklisten Review:** A checklist with a red square icon and the text 'Werkzeugkennzeichnungen vorhanden und gut sichtbar?'. Below it is a 'Bemerkungen:' text area.
- Maschineneinstellprotokoll:** A window titled 'Numerische Parameter' with fields for 'Projektbezeichnung', 'Projektnummer: XF-123-1', 'Artikelname: Blendenabdeckung', 'Artikelnummer: XF-123-1.1', and 'Werkzeugnummer: XF-123-W1'.
- Allgemeine Informationen:** A window with 'Informationen zur Spritzgießmaschine' containing fields for 'Hersteller: Fernstab Maschinen', 'max. Zylinderkraft: 4500 kN', 'Beschreibung: K. Typ 450 S', 'max. Schnecken Ø: 60 mm', 'Maschinen-Nr. / Interne Bezeichnung: 05', 'max. Schneckenhubvolumen: 763 cm³', and 'Zylinderbohrung Ø: mm'.
- Stellungnahmen:** A table with columns for 'Nr.', 'Thema', 'Thema bis', 'Problemstellung', 'Maßnahme/Ädon', 'Verantwortlich', 'Info nach Umsetzung an', and 'Bild'. It includes a 'PDF' button and a date field '21.11.2018'.

Weitere Besonderheiten...

Intelligente Softwaregestaltung

Das Programm speichert alle integrierten Daten und Dokumente auf der intern geschützten Datenbank des IMG ab. So kann bei weiteren Abmusterungen schnell auf Ihre eigene interne und nach außen geschützte Datenbank zugegriffen werden.



Interne Dokumente integrieren

Bereits vorhandene Dokumentenvorlagen z. B. in der Qualitätssicherung können schnell und einfach übernommen und im IMG bearbeitet und gespeichert werden.



Individuelle Softwaregestaltung

Der **IMG-Injection Molding Guide** ist so aufgebaut, dass im Unternehmen neben den allgemeinen Inhalten der Checklisten jederzeit individuelle Punkte eingefügt oder auch wieder entfernt werden können.



Der IMG in Deutsch und Englisch

Die Software kann für internationale Projekte schnell und unkompliziert vom Deutschen ins Englische umgestellt werden.



Weitere Besonderheiten...

IMG- Unterlagen als gelenkte PDF-Dokumente

Ausgewählte Unterlagen können aus dem IMG im PDF-Format zum internen Gebrauch oder für Kunden abgespeichert und weiter versendet werden. Dabei können diese Unterlagen bezüglich Zertifizierungs- und Auditvorgaben als gelenkte Dokumente bearbeitet und ausgespielt werden.

Bearbeitet von:		Bearbeitet am:	22.11.2018 
geprüft von:		geprüft am:	22.11.2018 
Dokumentenlenkung:			
Revision:		Seite	x/y

Inklusive: Checklisten-Review

Während der Anwender systematisch alle IMG-Checklisten mit „JA“, „Nein“ oder „nicht zutreffend“ ankreuzt, werden die mit Nein angekreuzten Punkte automatisch im Abmusterungsbericht hinterlegt und gespeichert.

Probleme, Erkenntnisse, Stellungnahmen

Fachkraft für Abmusterung

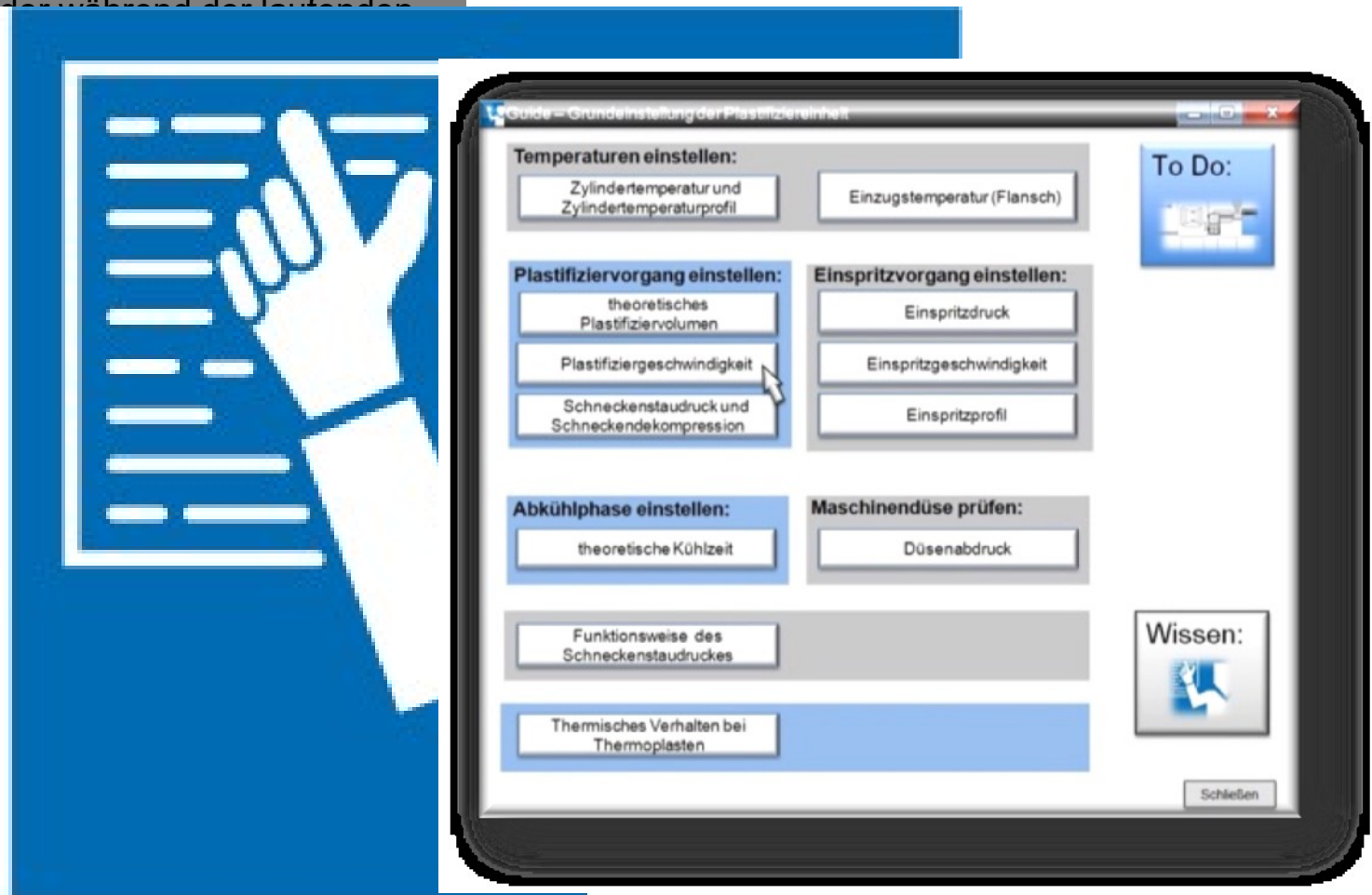
[zum Prozess](#) [zum Werkzeug](#) [zum Formteil](#)

Checklisten Review:

☐	Werkzeugkennzeichnungen vorhanden und gut sichtbar?
Bemerkungen:	
Bild hochladen	

Inklusive: Guide-Funktion

Benötigt der Anwender während der laufenden
Abmusterung oder während der laufenden
Hintergrundinformation
Einstellstrategie der
Maschineneinstellung
führt der integrierte
Anleitungen, Grafiken
gezielt durch alle Ab-
Optimierungsschritte



Inklusive: Guide-Funktion

Unter „To Do“ liegen alle operativen Tätigkeiten der Mitarbeiter beispielsweise an der Spritzgießmaschine vor.

To Do:



Guiden Plastifizierungsgeschwindigkeit

- Von der Zeit zum Aufplastifizieren bzw. Dosieren des Kunststoffes spricht man von der sogenannten **Plastifizierungsgeschwindigkeit**
- Die Plastifizierungsgeschwindigkeit wird über die **Schneckendrehzahl (1/min)** bzw. die **Schneckenumfangsgeschwindigkeit (m/s)** angegeben

Wichtige Fakten zur Einstellung der richtigen Plastifizierungsgeschwindigkeit:

- Schneckenumfangsgeschwindigkeiten sollten **nicht unter 0,06-0,08 m/s** liegen
→ Keine optimale Homogenisierung der Schmelze gewährleistet
- Für Thermoplaste, falls vom Rohstoffhersteller anders empfohlen, sollte eine Umfangsgeschwindigkeit von **0,33-0,66 m/s nicht überschritten** werden
→ sonst mögliche thermische und mechanische Schädigung der Schmelze

Formel zur Berechnung der Schneckenumfangsgeschwindigkeit (m/s):

$$V_u = n \times \pi \times d$$

n = eingestellte Schneckendrehzahl (1/min)
d = Schneckendurchmesser (mm)

Tabelle:
Umrechnung von Drehzahl in
Umfangsgeschwindigkeit

Praxistipp 1: Grundsätzlich gilt, dass eine Plastifizierungsgeschwindigkeit so zu wählen ist, dass die Plastifizierungszeit ca. 10-20 % vor Ablauf der benötigten Restkühlzeit abgeschlossen ist.

Praxistipp 2: Es sollte generell mit der Umfangsgeschwindigkeit (m/s) gearbeitet werden, da nur so die Voraussetzung geschaffen ist, Vergleiche der Plastifizierungswirkung auf andere Maschinen mit unterschiedlichen Schneckendurchmessern zu ziehen.

zurück

Guiden Auswirkungen von zu hoher Plastifizierungsgeschwindigkeit auf den Spritzgießprozess

Auswirkungen der Plastifizierungsgeschwindigkeit:

Zu hoch gewählte Plastifizierungsgeschwindigkeit:

- Eine erhöhte Reibungswärme (Friktion), dadurch eine thermische und mechanische Schädigung des Kunststoffes (Abbau der mechanischen Festigkeit im Spritzteil).
- Eine Verschlechterung der Schmelzehomogenität aufgrund nicht optimal aufgeschmolzener Kunststoffschmelze.
- Ein erhöhter Verschleiß der Plastifizierschnecke und Rückstromsperre bei verstärkten Kunststoffen, z. B. mit Glas- oder Kohlefasern.
- Eine erhöhte Scherbeanspruchung der Verstärkungsfasern in der Kunststoffschmelze (Faserbruch; Verkürzung der Fasern und somit Abbau der mechanischen Festigkeit).
- Ein erhöhter Energiebedarf.

Zu niedrig gewählte Plastifizierungsgeschwindigkeit:

- Eine Verlängerung des Spritzgießzyklus.

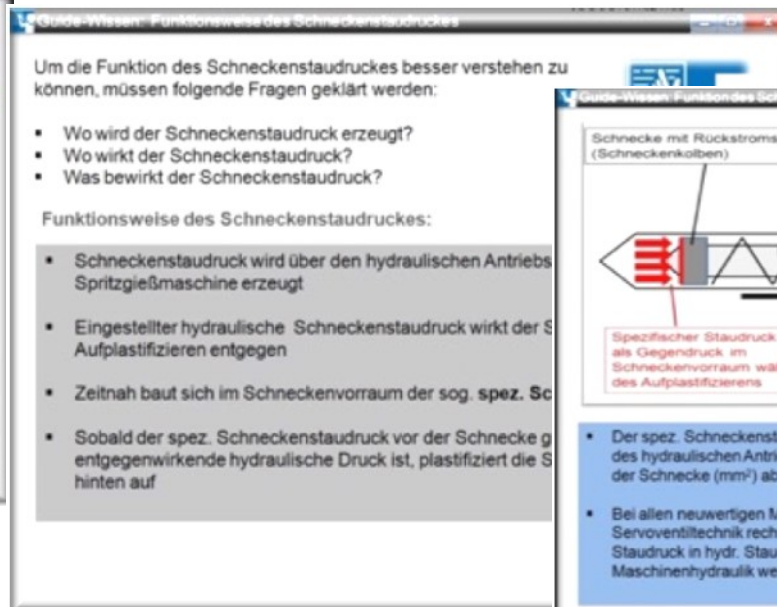
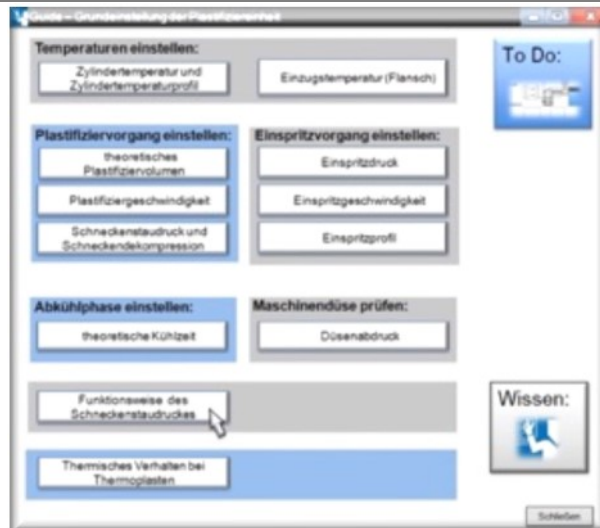
zurück

Inklusive: Guide-Funktion

Im Bereich „Wissen“ findet der Anwender zu ausgewählten Themen weiterführende Informationen.
Vorteil: Intensiv-Schulung nach dem Motto:

„Ein fundiertes Fachwissen der Mitarbeiter im Unternehmen ist die Grundlage für den wirtschaftlichen Erfolg.“

Wissen:



Bilder: Guide-Wissen am Beispiel der Funktion des Schneckenstaudruckes

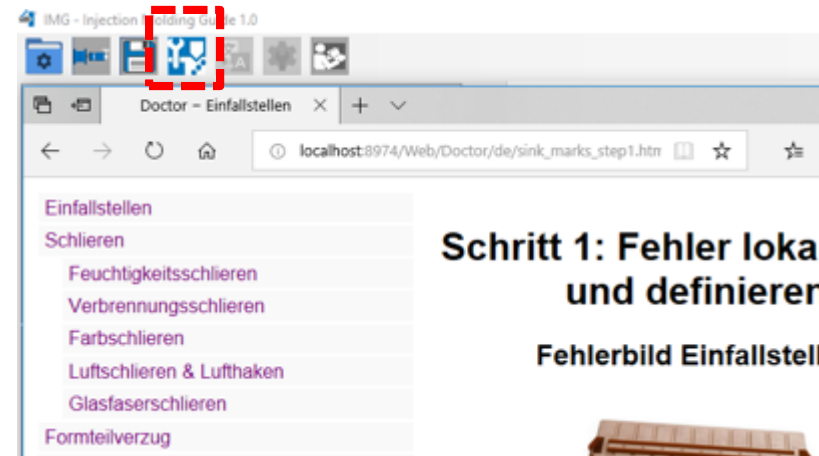
Inklusive: Injection Molding Doctor®

Der **Injection Molding Doctor® (IMD)** ist eine große Unterstützung bei der Fehlererkennung und der gezielten Maßnahmenfestlegung für die Optimierung.

Dabei unterscheidet sich der **IMD** von allen bereits auf den Markt vorhandenen Fehlerkatalogen & Maßnahmenplänen in Printform oder als App durch folgende inhaltliche Merkmale:

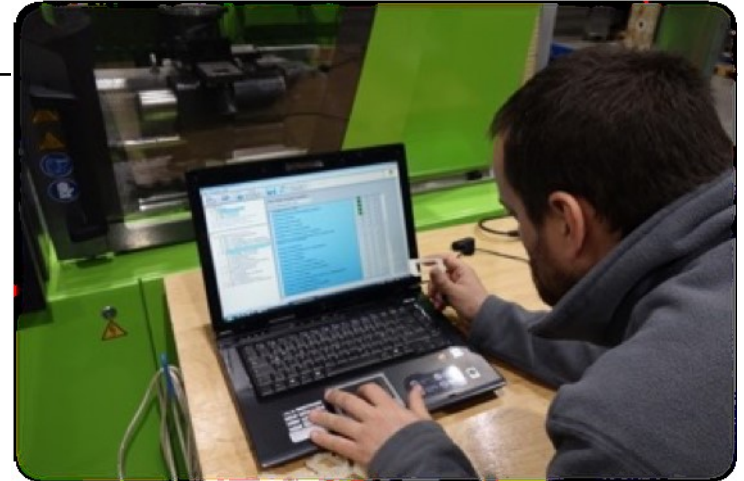
- Neben den klassischen optischen Fehlerbildern werden auch die möglichen thermischen Fehlerquellen mit Hilfe von Wärmebildern im Detail behandelt.
- Der Anwender wird in drei Schritten praxisnah, schnell und effektiv an der Maschine angeleitet.
- Zusätzliche Info-Buttons bei der gezielten Ursachenanalyse und Fehlerbehebung geben weitere Hintergrundinformationen, Empfehlungen sowie präzisere Hilfestellungen.

- Unter „Bilderkatalog“ eines jeweiligen Fehlerbildes können eigene Fotos eingefügt und gespeichert werden.
- Texte, Erklärungen, Bilder/Grafiken werden kurz und leicht verständlich gehalten.
- Durch den didaktischen Aufbau kann der IMD auch gezielt für eine Mitarbeiterschulung bzgl. auftretender Fehlerbilder beim Spritzgießen verwendet werden.



Inklusive: Injection Molding Doctor[®]

Jeder Mitarbeiter kann eine systematische und strukturierte Fehlererkennung bis hin zur Festlegung von Maßnahmen und Optimierungsstrategien in drei schnellen und effektiven Schritten vor Ort an der Maschine durchführen.



Schritt 1: Fehler lokalisieren und definieren

Für eine effektive Fehlerbehebung ist entscheidend, dass die auftretenden Fehler am Formteil richtig lokalisiert und definiert werden um letztendlich die Ursache eingrenzen zu können (siehe Schritt 2).

Lokalisieren und definieren bedeutet zunächst, den Ort des Fehlers zu erkennen und diesen dann jeweils einem bekannten Fehlerbild zu zuordnen wie z. B. eine Einfallstelle am Formteil.

Inklusive: Injection Molding Doctor®

Schritt 2: Fehlerursache eingrenzen

In diesem Schritt muss der Fehler zu möglichen Fehlerursachen zugeordnet werden. Nur so sind eine Reihe an möglichen Fehlerursachen bereits frühzeitig auszuschließen.

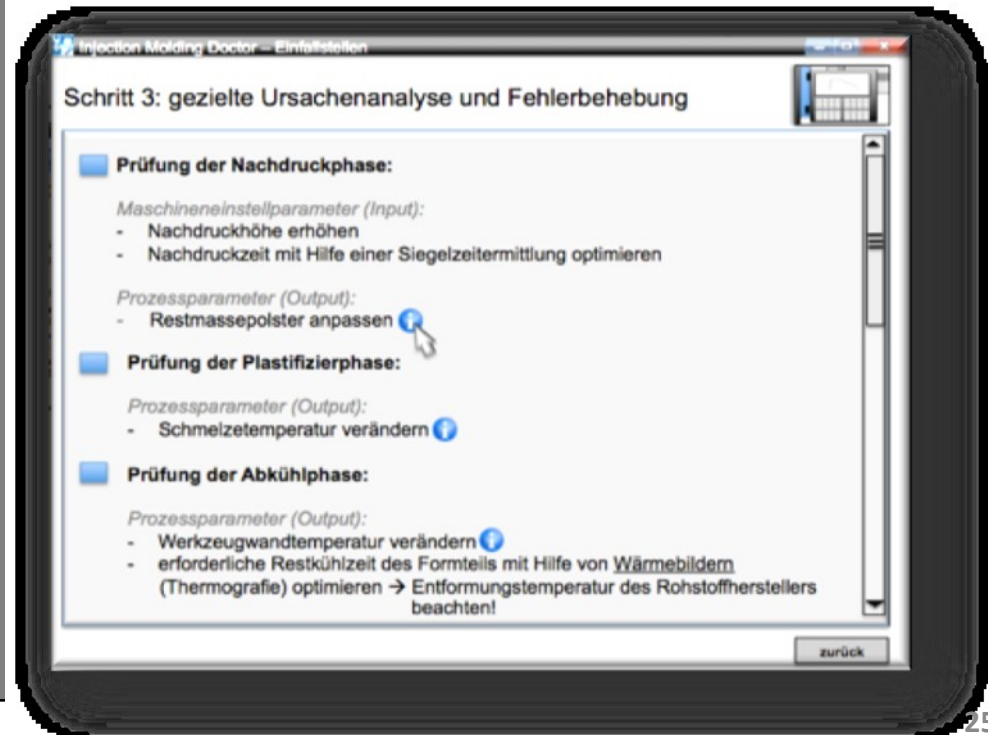
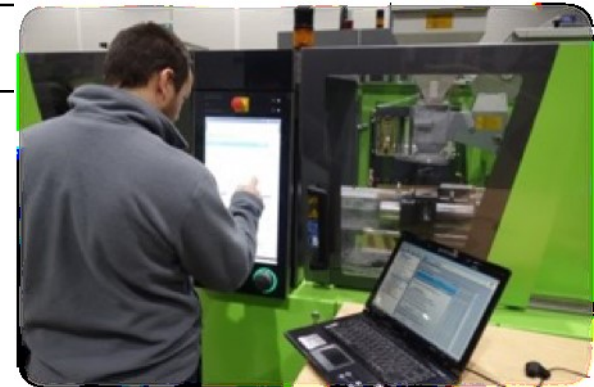


Inklusive: Injection Molding Doctor®

Schritt 3: gezielte Ursachenanalyse und Fehlerbehebung

Am Beispiel der Kategorie Maschineneinstell- und Prozessparameter wird aufgezeigt in welchen einzelnen Prozessphasen die jeweiligen Einflussfaktoren der Maschineneinstellparameter (z. B. Nachdruckhöhe, Schneckenstaudruck etc.) auf den auftretenden Fehler Einfluss haben.

Weiter werden die auf den auftretenden Fehler relevanten Prozessparameter (z. B. Werkzeuginnendruck, Restmassepolster etc.) gezielt geprüft. Anschließend folgt in Anleitung eine systematische Fehlerbehebung an der Spritzgießmaschine.



Inklusive: Injection Molding Doctor[®]

Gezielte Hilfestellungen über den Informations-Button

Ein weiteres Highlight der **Injection Molding Doctor[®]** bietet ist ein integrierter Info-Button bei ausgewählten Maßnahmen.

Dieser führt den Anwender zu weiteren Hintergrundinformationen und möglichen Fehlerbehebungsstrategien.

