

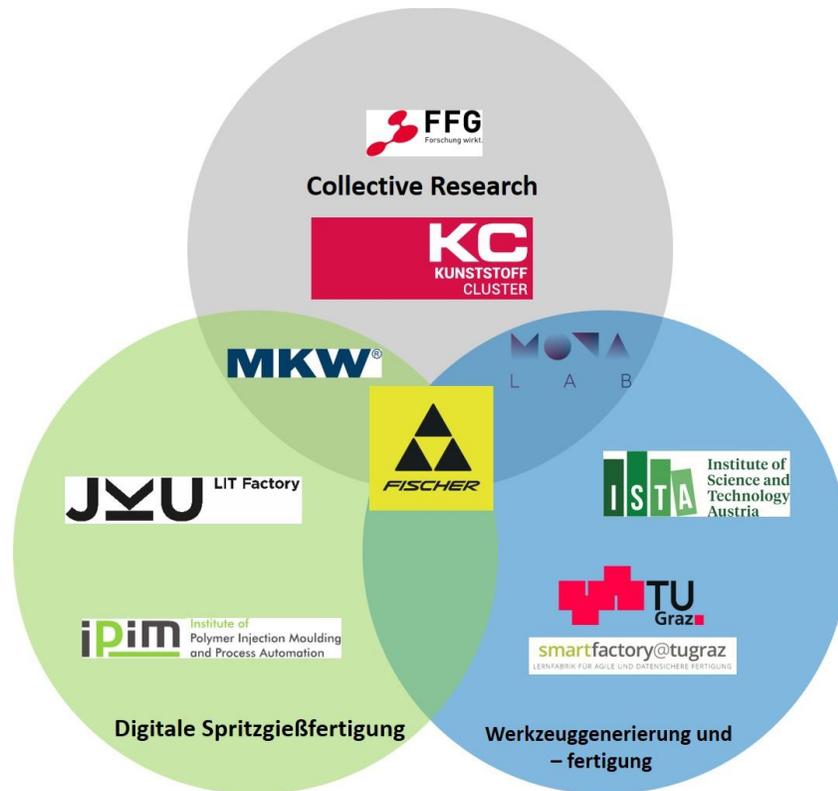
# **Kleinserienfertigung in Rekordzeit: Wie Digitalisierung die SG-Prozesskette beschleunigt und optimiert**



Dominik Altmann, Institut für Polymer-Spritzgießtechnik und Prozessautomatisierung

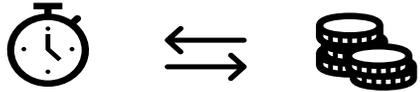
# Projekt – DiProK

*„Steigerung der Produktionseffizienz durch eine digitale Prozesskette“*



- *„Ziel von Collective Research ist es, vorwettbewerbliche Forschungsprojekte zu unterstützen, welche keine unmittelbar wirtschaftlich verwertbaren Produkt-, Verfahrens- oder Dienstleistungsentwicklungen beinhalten.“*
- Die Forschungsergebnisse werden der gesamten Branche zur Verfügung gestellt.
- Zielgruppe sind vor allem KMU's.

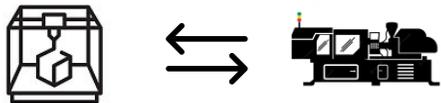
# Motivation & Zielsetzung



## ***Verkürzung der „Time-to-Market“***

Die Zeit von der Idee bis zur Markteinführung eines Produktes ist entscheidend.

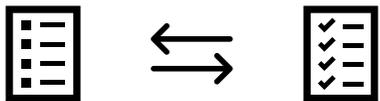
- Derzeit von Bauteilentwurf bis Serienfertigung ca. 10-14 Wochen
- Bsp.: 3D-CAD Konstruktion einer Skischuhschale ca. 4-6 Wochen



## ***Prototypen- und Kleinserienfertigung***

„SG-Antwort“ auf die additive Fertigung durch Steigerung der Produktionseffizienz.

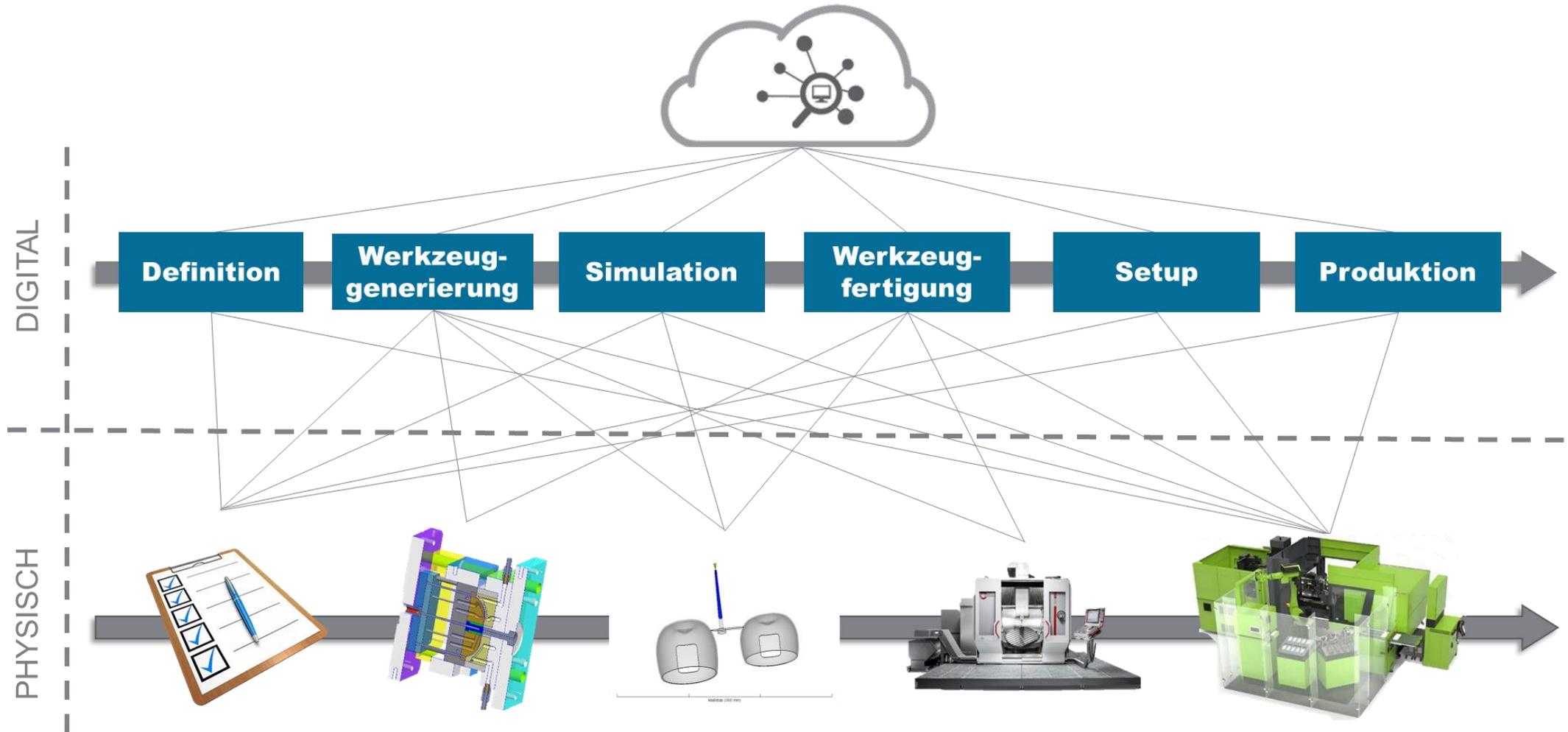
- Herstellung von Prototypen für die Testung im realen Umfeld
- Nutzung vorhandener Materialien, Infrastruktur und Know-how



## ***Handlungsempfehlungen***

- Standards für den Informationsaustausch entlang der Wertschöpfungskette
- Vorlaufzeiten und Iterationsschleifen sollen minimiert werden
- Virtuelle Abbildung der SG-Prozesskette im Vorfeld der Produktion

# SG-Prozesskette



# Vorbereitung – Use Cases

## Übersicht verschiedener Datenformate

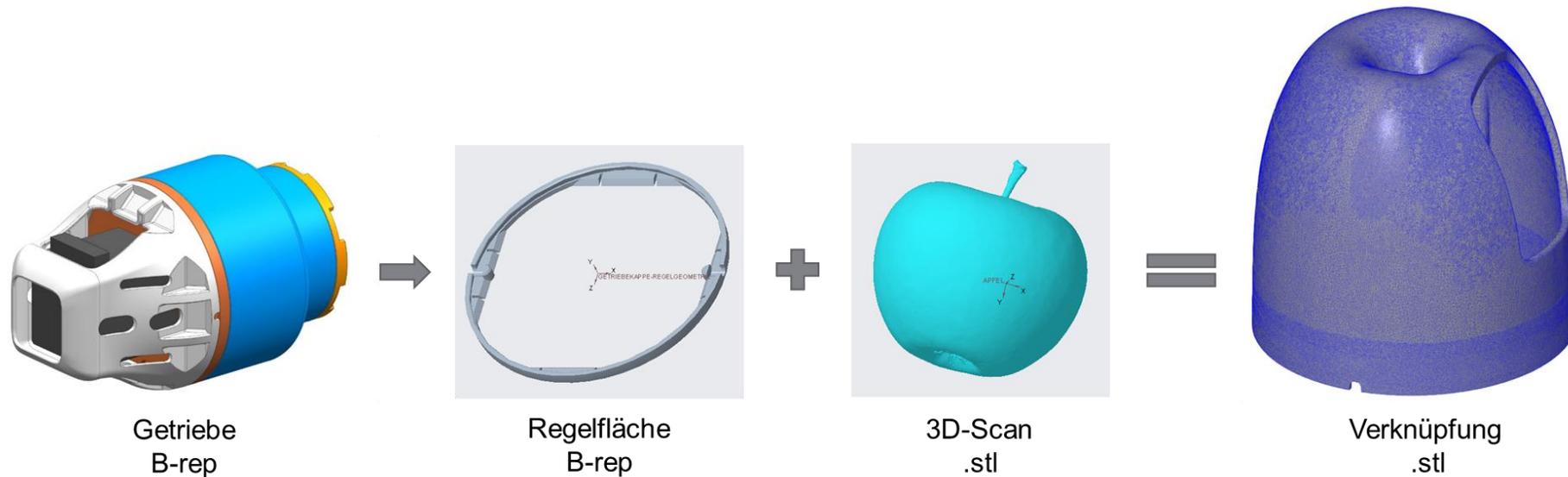
- Die adäquate Beschreibung von Oberflächen und Volumina ist eine der wichtigsten Grundlagen für die Produktentwicklung, die numerische Prozesssimulation sowie die Werkzeugkonstruktion und -bearbeitung



# Use Case 1

Produktdefinition → Bauteilentwicklung

- Gescannte Freiformfläche einer Apfeloberfläche (STL-Meshgeometrie) wurde mit den Regelflächen der 3D-Konstruktion einer Getriebe-Abdeckkappe zusammengeführt
- Diese Abdeckkappe gehört zum Getriebe eines Industrieroboters, das in der smartfactory der TU Graz gefertigt wird



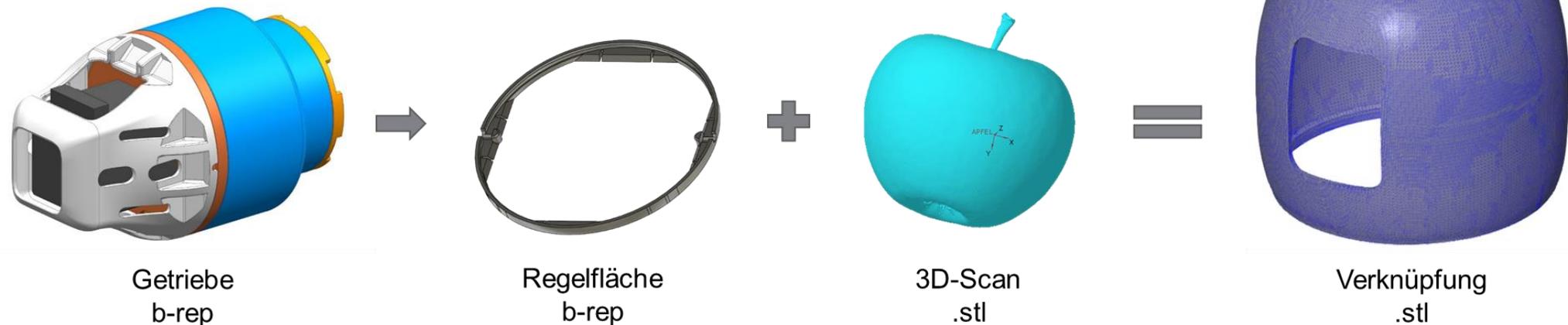
Generierung der Bauteilgeometrie: 1. GOM (scannen und aufbereiten), 2. Geomagic Freeform für die Nachbearbeitung (Hinterschnittanalysen, etc.), 3. Verwendung einer klassischen CAD-Software



# Use Case 2

## Produktdefinition → Bauteilentwicklung

- Gescannte Freiformfläche einer Apfeloberfläche (STL-Meshgeometrie) wurde mit den Regelflächen der 3D-Konstruktion einer Getriebe-Abdeckkappe zusammengeführt
- Diese Abdeckkappe gehört zum Getriebe eines Industrieroboters, das in der smartfactory der TU Graz gefertigt wird
- Zeitaufwand ca. **12 Stunden**, Fa. Westcam (inkl. Abstimmung Aufgabenstellung)



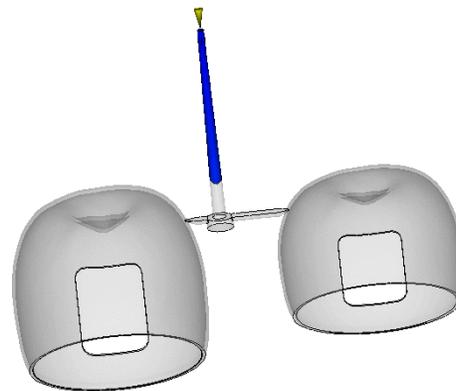
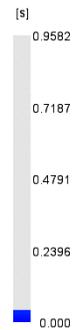
Generierung der Bauteilgeometrie: 1. GOM (scannen und aufbereiten), 2. Geomagic Freeform für die Nachbearbeitung (Hinterschnittanalysen, etc.), 3. Verwendung einer klassischen CAD-Software

# Produktdefinition

- KS-Material: PP-HG385MO (Fa. Borealis)

Daten – gesamt		
Schussvolumen:	54,02	cm <sup>3</sup>
Schussgewicht:	45,10	g
1. Originale Bauteilgeometrie		
Schussvolumen:	30,67	cm <sup>3</sup>
Schussgewicht:	25,61	g
2. Skalierte Bauteilgeometrie		
Schussvolumen:	20,98	cm <sup>3</sup>
Schussgewicht:	17,52	g

Füllzeit  
= 0.0399[s]



Maßstab (300 mm)

AUTODESK  
MOLDFLOW INSIGHT

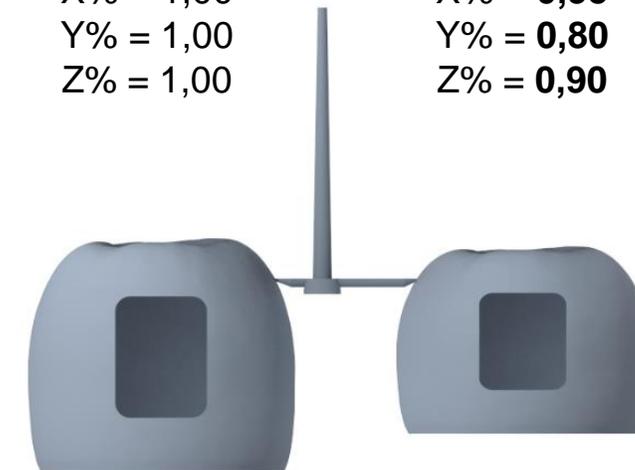


1. Originale Bauteilgeometrie

X% = 1,00  
Y% = 1,00  
Z% = 1,00

2. Skalierte Bauteilgeometrie

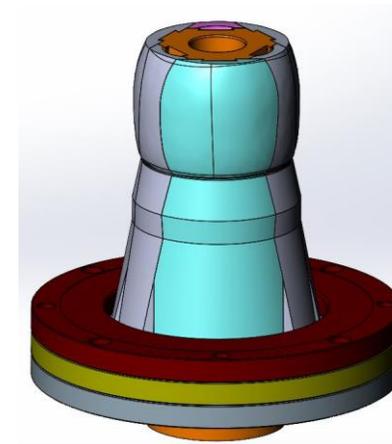
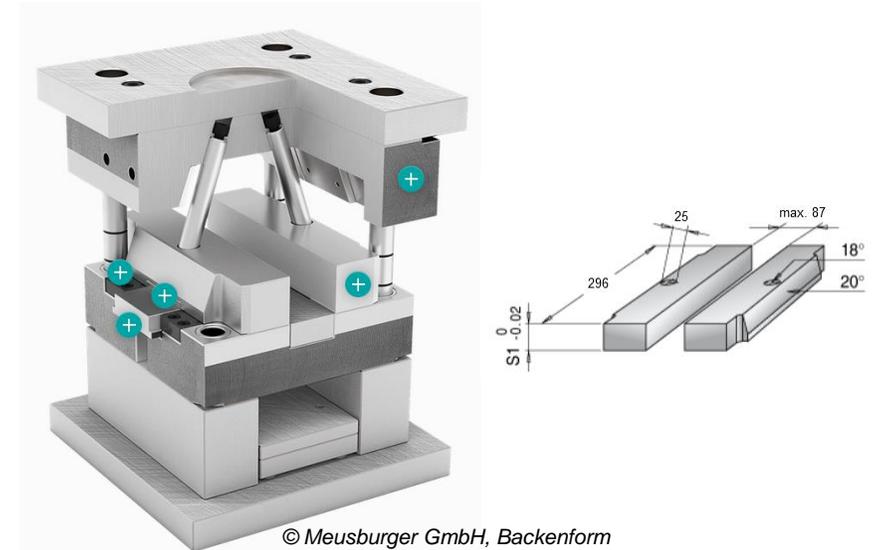
X% = **0,95**  
Y% = **0,80**  
Z% = **0,90**



# Werkzeugkonzept

## Prinzipieller Aufbau

- Ziel → Verwendung von so vielen Normalien wie möglich
- Verwendung einer FB-Backenform (Fa. Meusburger):
  - Einformung außen umlaufende Hinterschneidung
- max. Öffnungsweg der Backen → **87 mm**
- 2 Kavitäten:
  - 1x Ist Größe → Werkzeugkonstruktion und –fertigung auf **.stp-Datenbasis**
  - 1x skalierte Größe → Werkzeugkonstruktion und –fertigung auf **.stl-Datenbasis**
- Verwendung von Einfallkernen:
  - Einformung innen umlaufende Hinterschneidung
  - Automatisch entformbarer Einfallkern (Fa. Wiedemann)
    - Verwendung von 6 Segmenten (max. Hinterschnitt → 12 %)
  - Manuell entformbarer Einfallkern (Eigenkonstruktion)
    - Verwendung von 6 Segmenten

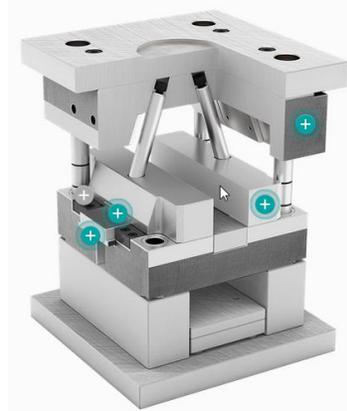
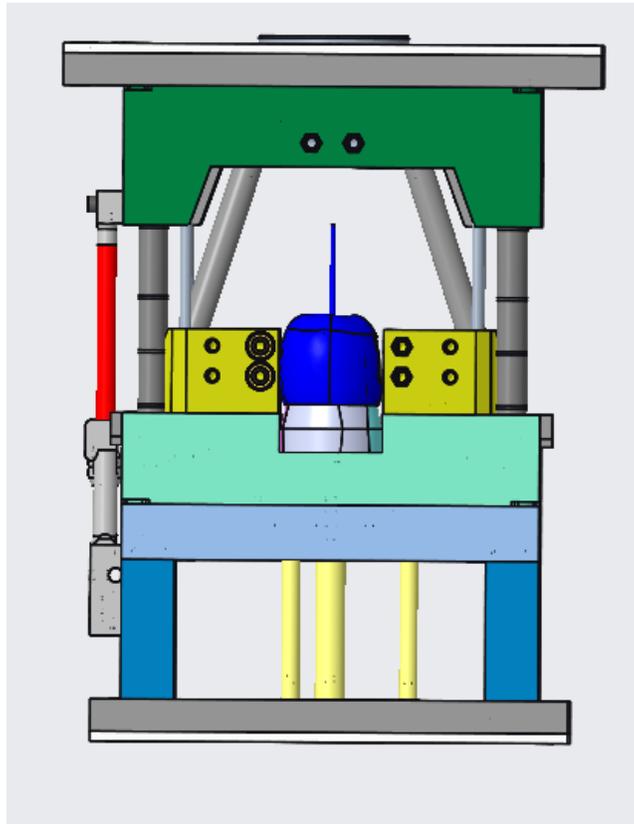


© Wiedemann GmbH, Einfallkern

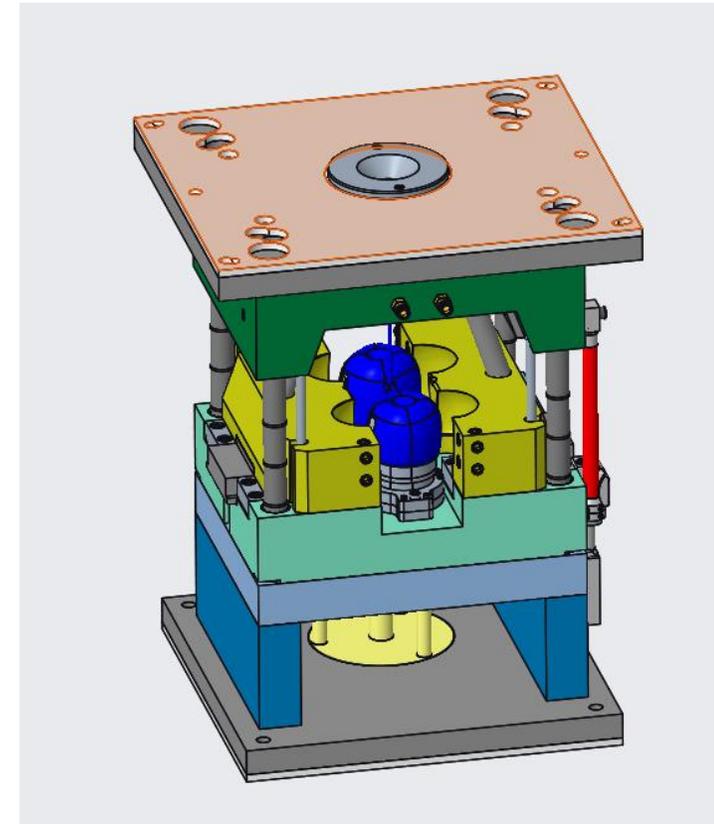


© IPIM, Eigenkonstruktion

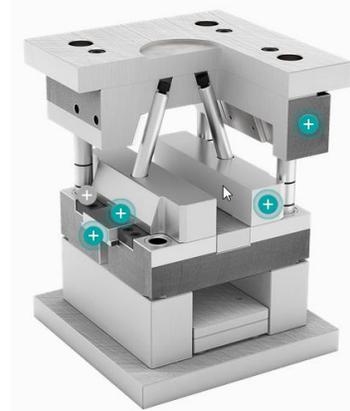
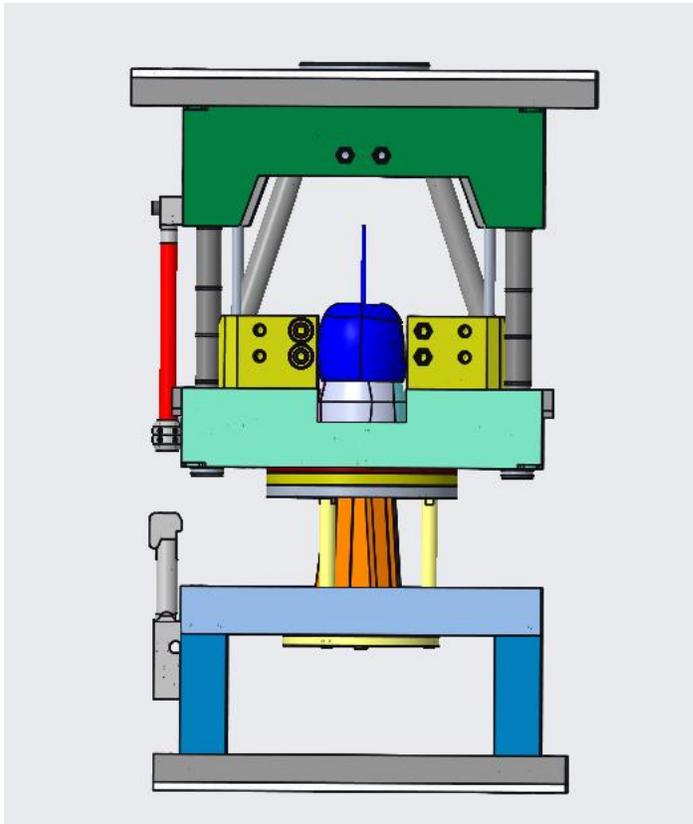
# 1. Öffnungshub Werkzeug



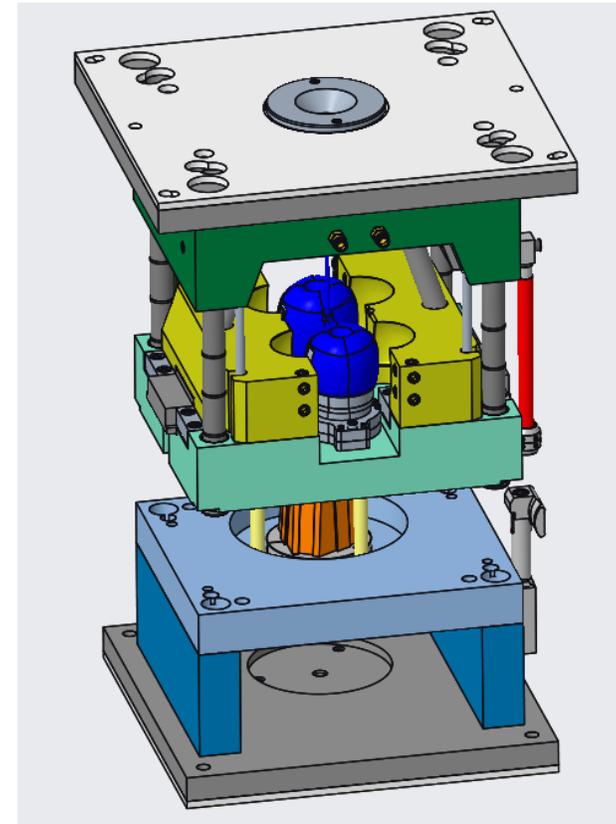
© Meusburger GmbH, Backenform



## 2. Öffnungshub Werkzeug

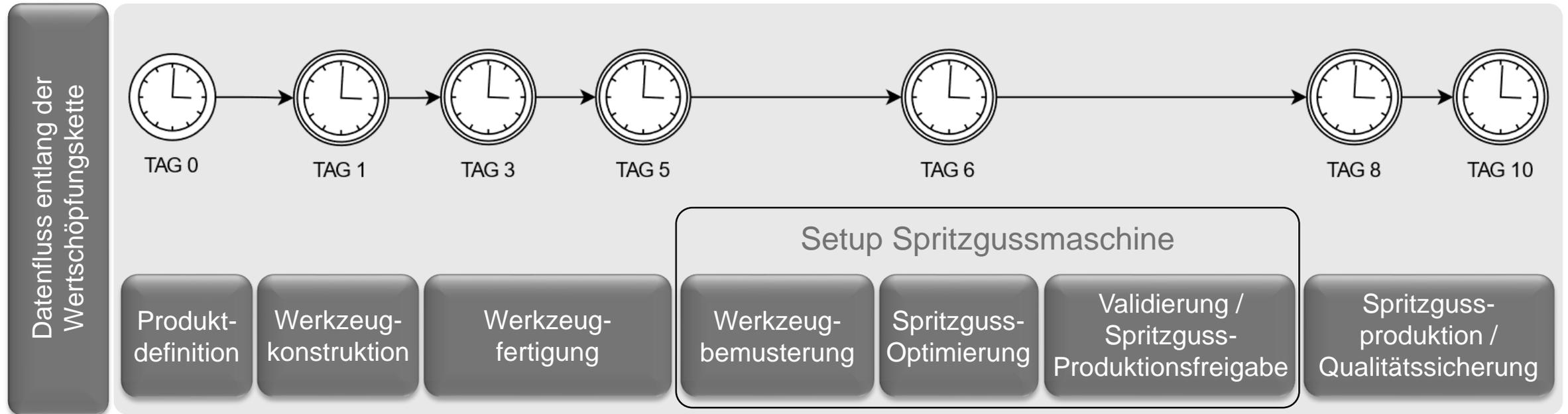


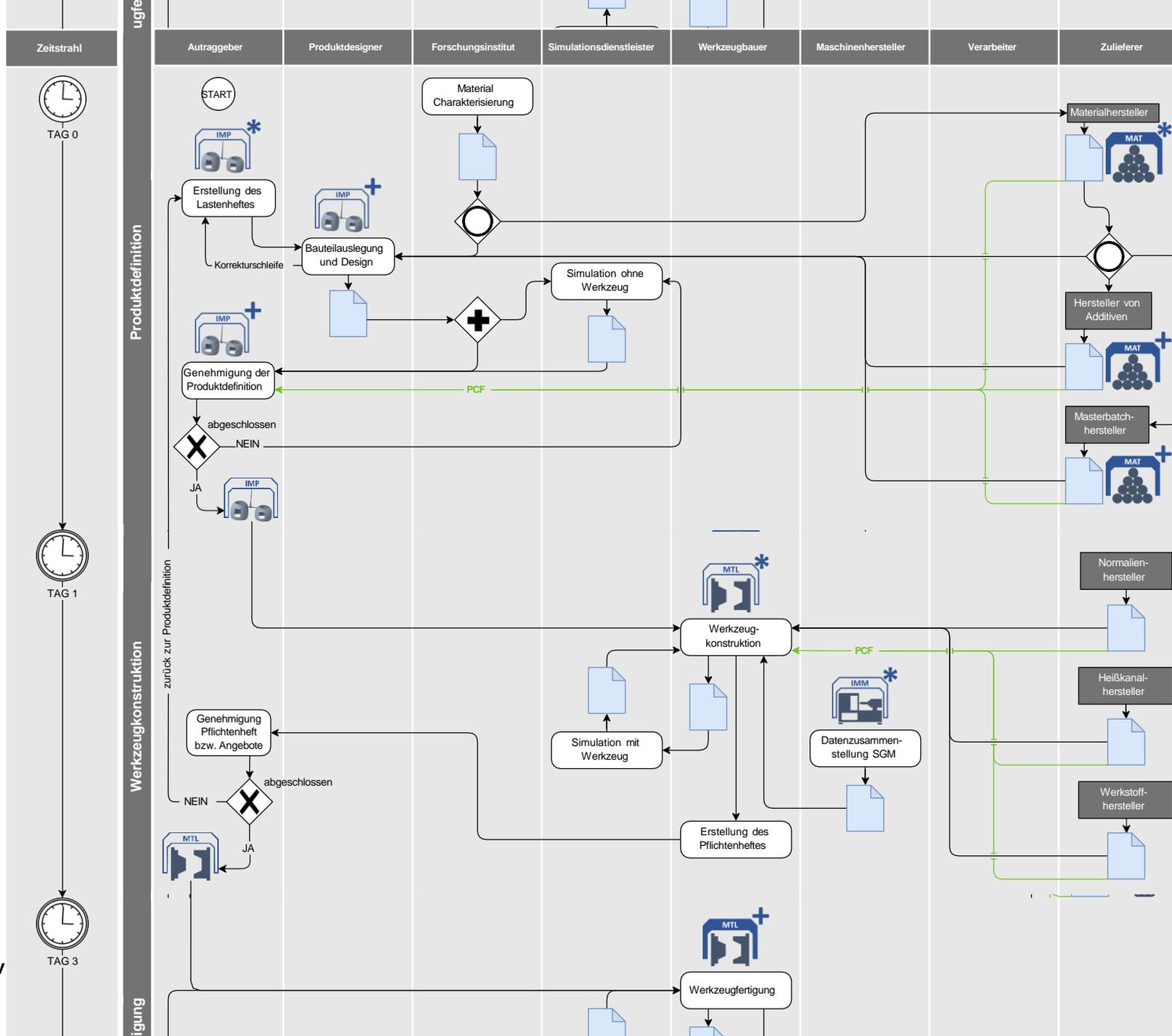
© Meusburger GmbH, Backenform



# Timeline entlang der SG-Prozesskette

Wie kann nun die **Durchlaufzeit** ab Vorlage eines **kunststoff- und fertigungsgerecht** gestalteten Bauteildatensatzes bis zur **Kleinserienfertigung** auf **ca. 2 Wochen** reduziert werden?





**Asset Shells - Verwaltungsschalen**

Asset Shells werden in sogenannte "Instance-" und "Type-" Shells unterteilt. Die "Instance Shell" stellt nur die Idee dar, es existiert zu diesem Zeitpunkt also noch kein reales Produkt. Die "Type Shell" hingegen repräsentiert ein reales Produkt.

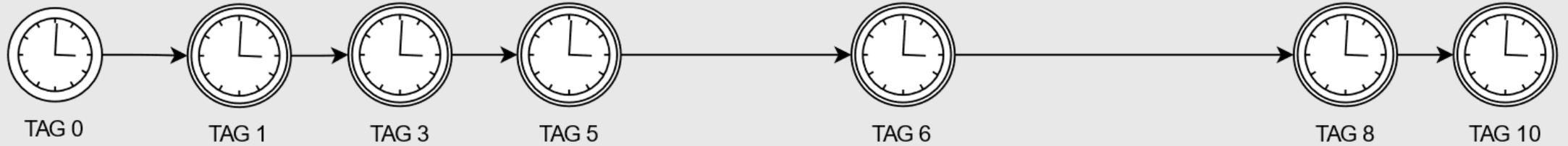
**Asset Shell - Zeichenerklärung**

Sternchen oder Kreuzchen auf den Shells verdeutlichen, ob die Shell entsteht (Stern), also neu angelegt wird, oder Daten hinzukommen (Kreuz).

- Shell Bezeichnungen**
- IMP: Spritzgussbauteil
  - MAT: Spritzgussmaterial
  - IMM: Spritzgussmaschine
  - MTL: Werkzeug
  - TMP: Temperiergerät
  - CNS: Förder- und Dosiergerät
  - ROB: Roboter
  - DRY: Trocknungsanlage

- UND: beide Pfade müssen parallel durchlaufen werden
- ODER: es kann nur einer der möglichen Pfade durchlaufen werden
- UND/ODER: es können müssen aber nicht alle möglichen Pfade durchlaufen werden

Datenfluss entlang der  
Wertschöpfungskette



Produkt-  
definition

Werkzeug-  
konstruktion

Werkzeug-  
fertigung

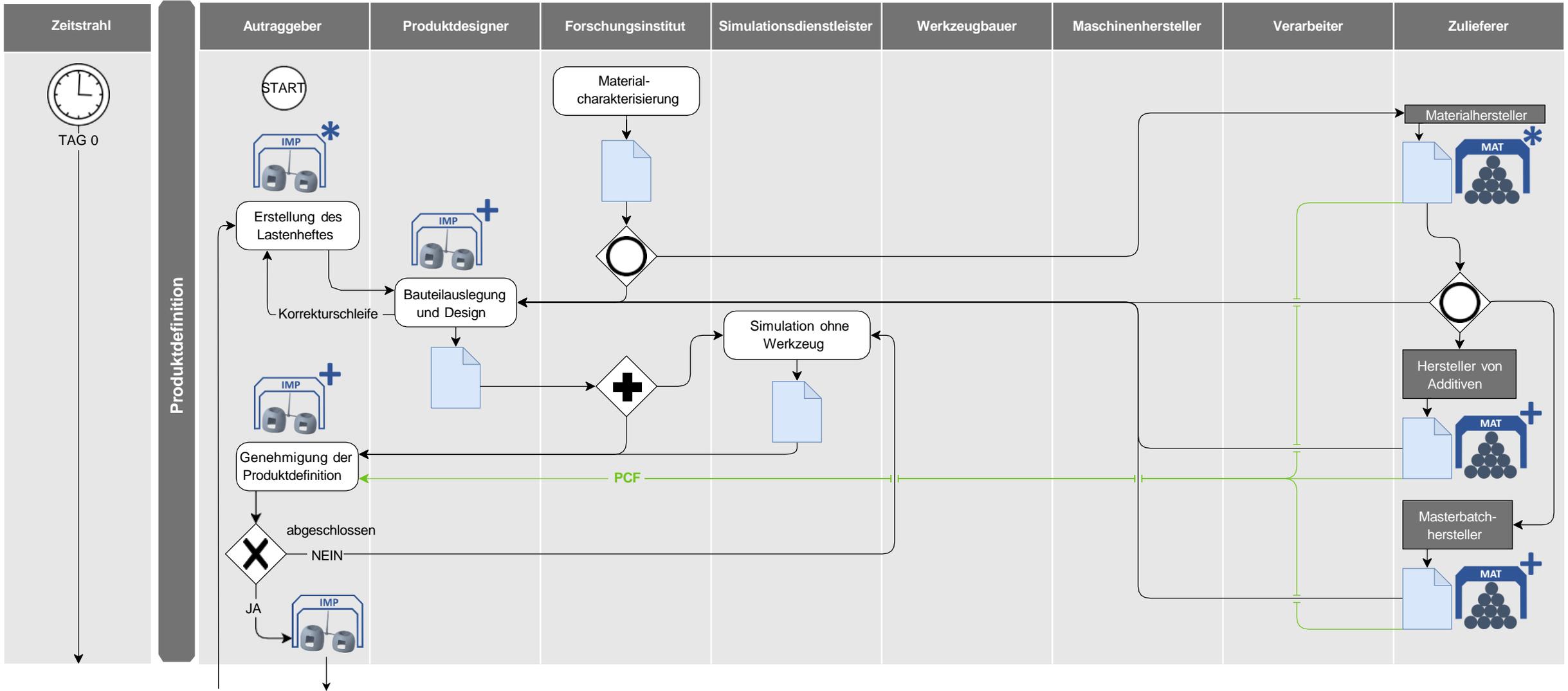
Werkzeug-  
bemusterung

Spritzguss-  
Optimierung

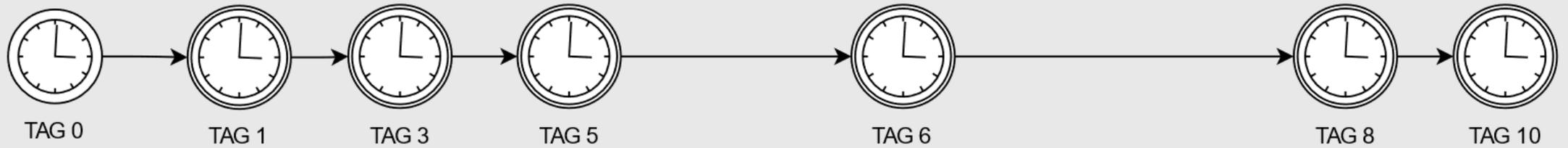
Validierung /  
Spritzguss-  
Produktionsfreigabe

Spritzguss-  
produktion /  
Qualitätssicherung

Setup Spritzgussmaschine



Datenfluss entlang der  
Wertschöpfungskette



Produkt-  
definition

Werkzeug-  
konstruktion

Werkzeug-  
fertigung

Werkzeug-  
bemusterung

Spritzguss-  
Optimierung

Validierung /  
Spritzguss-  
Produktionsfreigabe

Spritzguss-  
produktion /  
Qualitätssicherung

Setup Spritzgussmaschine

## Zusammenfassung

- Use Case 1 & 2 mit unterschiedlichem Komplexitätsgrad
- SG-Prozesskette:
  - Analyse aller Teilbereiche der Wertschöpfungskette
  - Identifizierung von Problemen, Zeitfressern und Showstoppnern
  - Aktuelle Möglichkeiten aufzeigen und Lösungskonzepte erarbeiten

## Fazit

*Obwohl das **Spritzgießverfahren** eines der weltweit gängigsten Produktionsverfahren in der Kunststoffverarbeitung mit einem **hohen industriellen Reifegrad** ist, **fehlt** es entlang der **Wertschöpfungskette** weitgehend an **standardisierten Daten- und Berechnungsschnittstellen**.*

## Von der Produktdefinition zum fertigen SG-Bauteil in 14 Tagen?

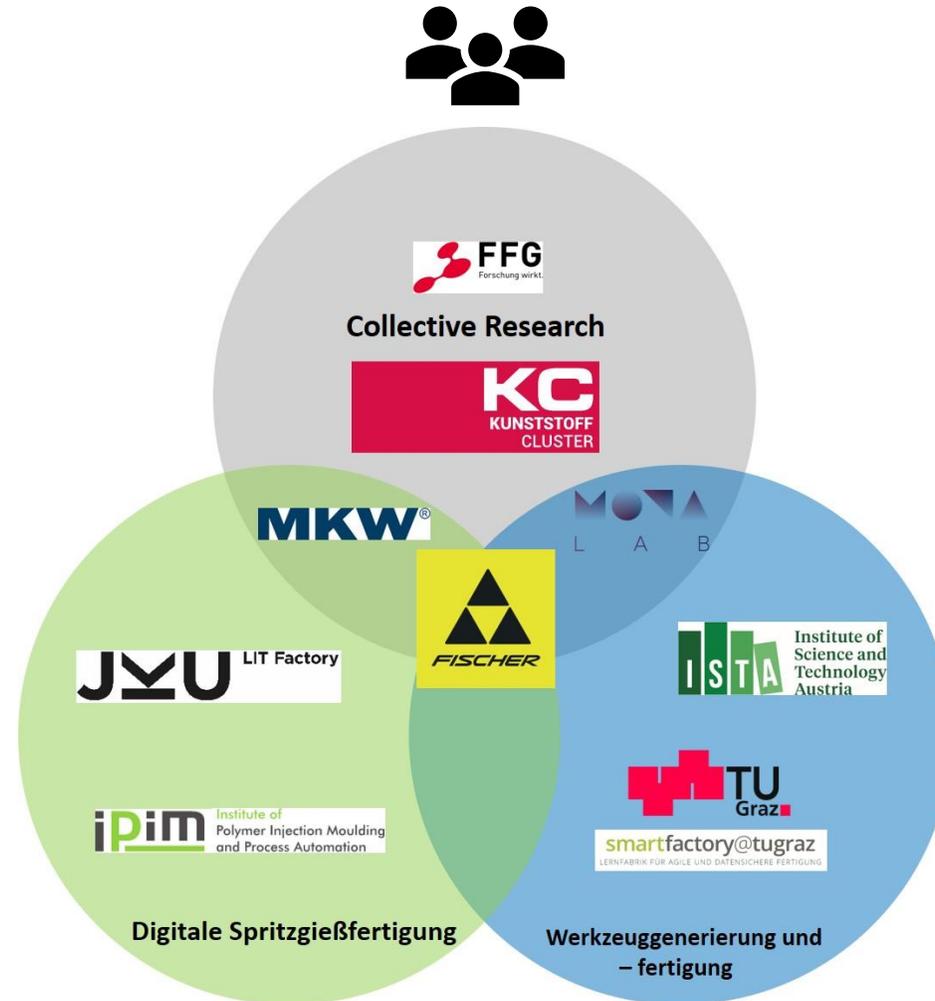
- Ja, wenn Sie die SG-Prozesskette virtuell durchlaufen, bevor der „erste Span“ fliegt.
- Ja, wenn Sie über ein Netzwerk verfügen, das alle Teile der Wertschöpfungskette abdeckt.
- Ja, wenn Sie Daten entlang der SG-Prozesskette effizient nutzen und austauschen.



Ja, wenn Sie unsere Handlungsempfehlungen verwenden!



# DANKE



*Wir bedanken uns bei unseren Projektpartnern für die Bereitstellung von Materialien sowie ihre organisatorische, fachliche und finanzielle Unterstützung!*

# Danke für die Aufmerksamkeit



Kontakt:

Dr. Dominik Altmann  
dominik.altmann@jku.at  
+43 732 2468 6605