

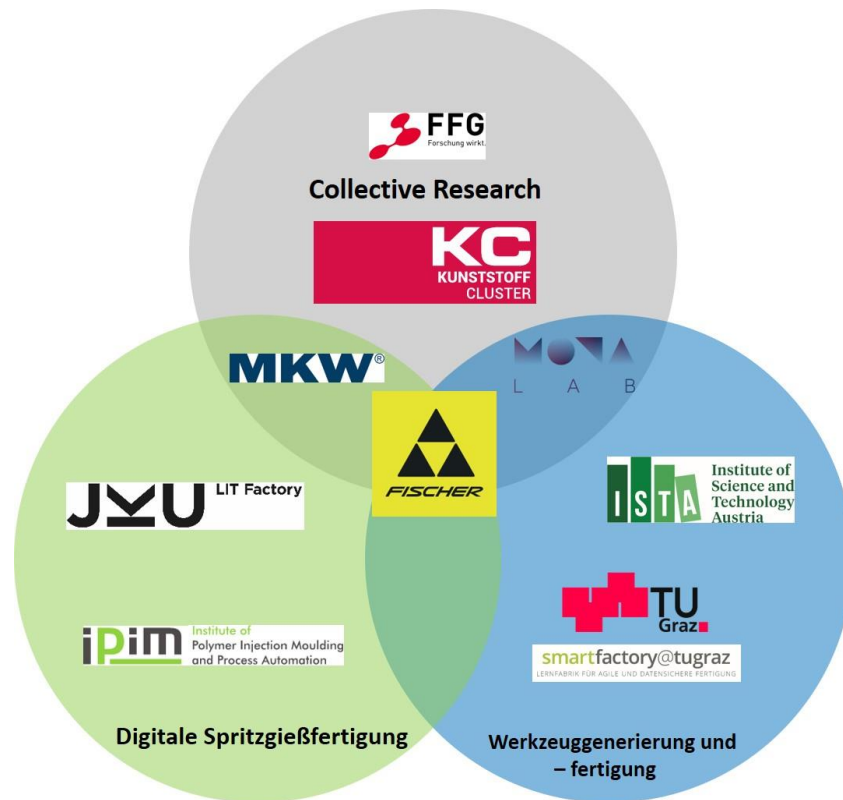
Kleinserienfertigung in Rekordzeit: Wie Digitalisierung die SG-Prozesskette beschleunigt und optimiert



Dominik Altmann, Institut für Polymer-Spritzgießtechnik und Prozessautomatisierung
28.09.2023, Production Engineering Graz (PEG)

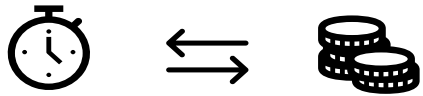
Projekt – DiProK

„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.

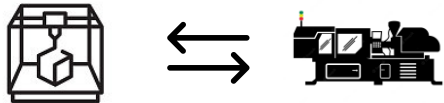
Motivation & Zielsetzung



Verkürzung der „Time-to-Market“

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

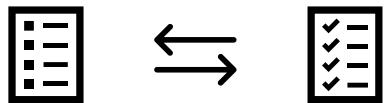
- Derzeit von Bauteilentwurf bis Serienfertigung ca. 10-14 Wochen
- Bsp.: 3D-CAD Konstruktion einer Skischuhschale ca. 4-6 Wochen



Prototypen- und Kleinserienfertigung

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

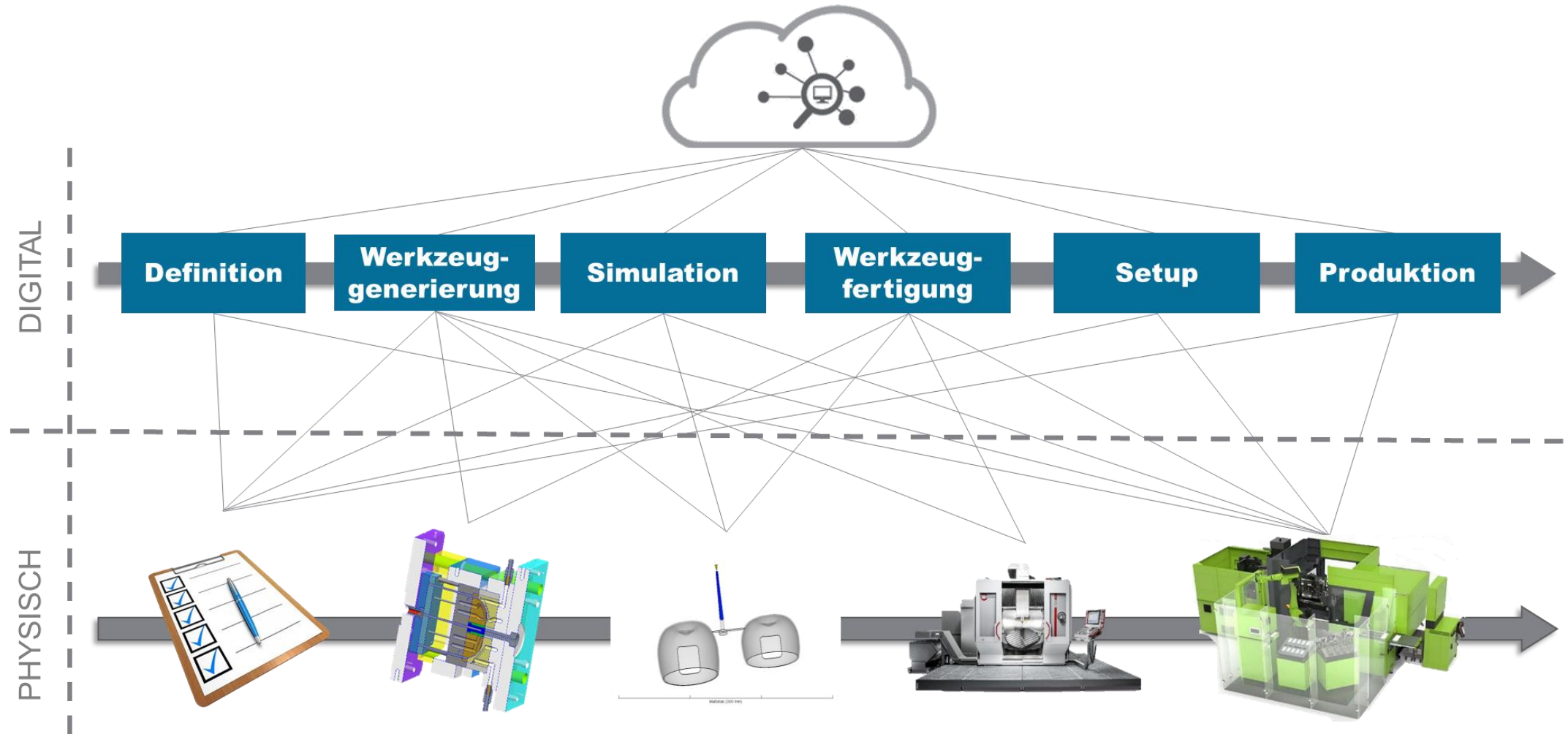
- Herstellung von Prototypen für die Testung im realen Umfeld
- Nutzung vorhandener Materialien, Infrastruktur und Know-how



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

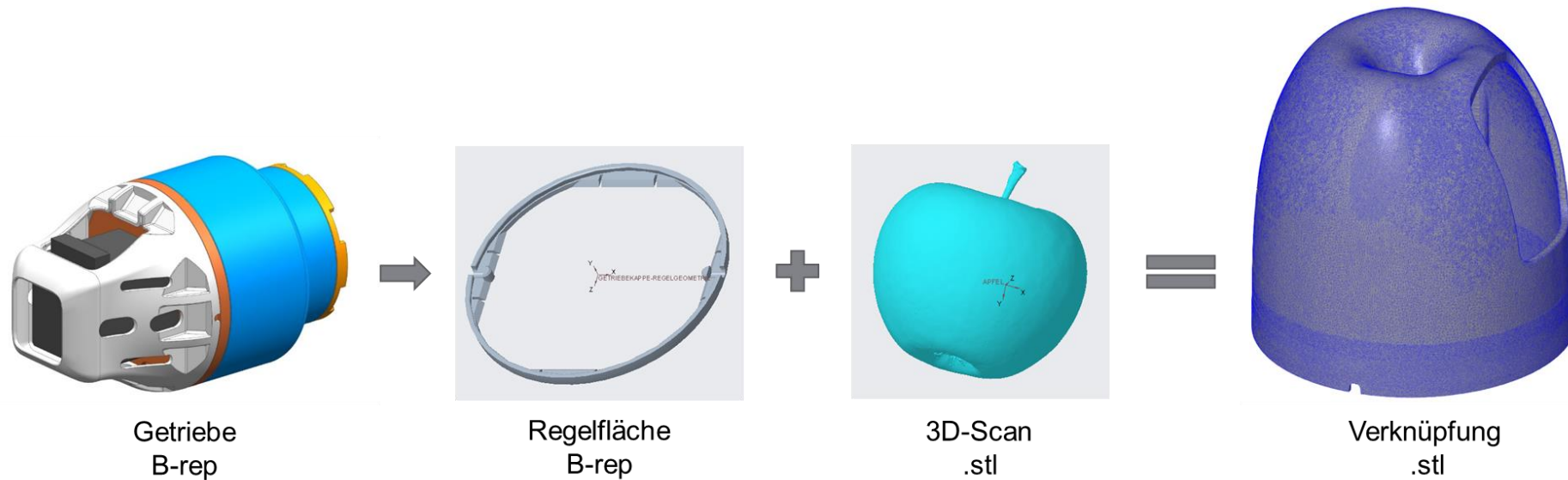
- Die adäquate Beschreibung von Oberflächen und Volumina ist eine der wichtigsten Grundlagen für die Produktentwicklung, die numerische Prozesssimulation sowie die Werkzeugkonstruktion und -bearbeitung



Use Case 1

Produktdefinition → Bauteilentwicklung

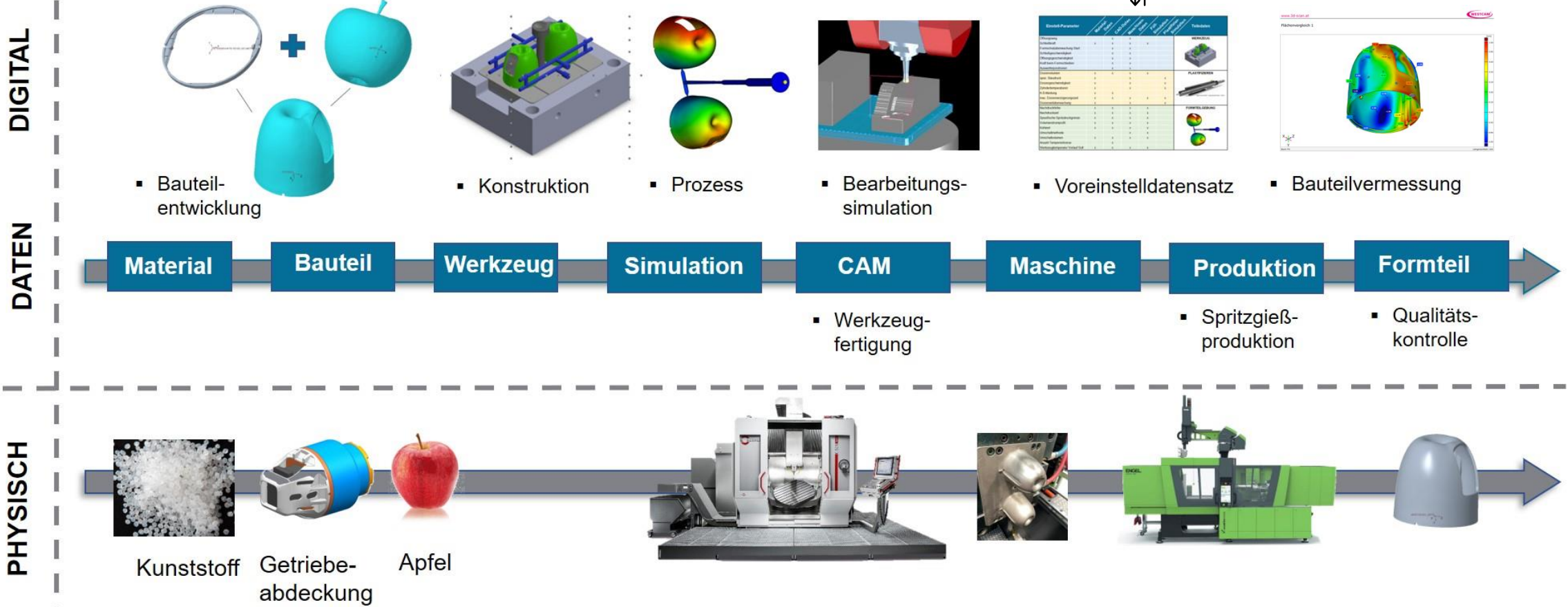
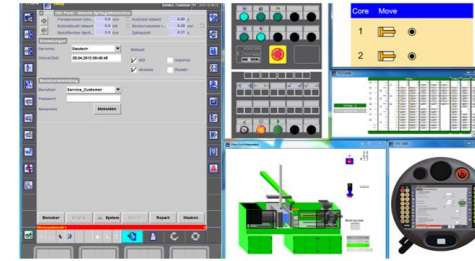
- Gescannte Freiformfläche einer Apfeloberfläche (STL-Meshgeometrie) wurde mit den Regelflächen der 3D-Konstruktion einer Getriebe-Abdeckkappe zusammengeführt
- Diese Abdeckkappe gehört zum Getriebe eines Industrieroboters, das in der smartfactory der TU Graz gefertigt wird



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

Use Case 1

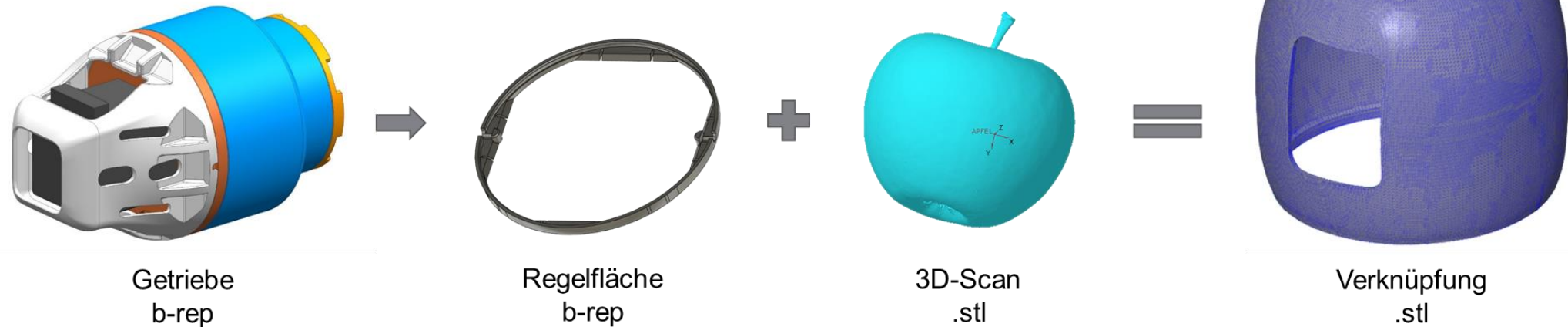
SG-Prozesskette im Detail



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)



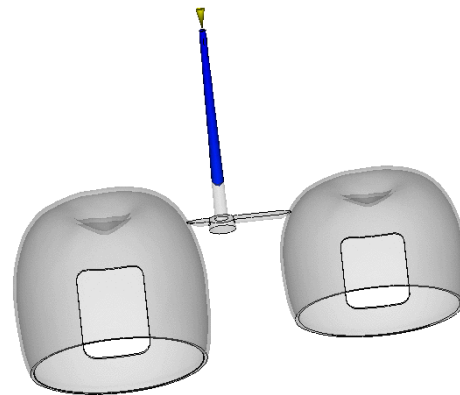
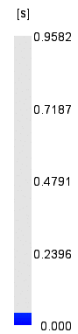
Generierung der Bauteilgeometrie: 1. GOM (scannen und aufbereiten), 2. Geomagic Freeform für die Nachbearbeitung (Hinterschnittanalysen, etc.), 3. Verwendung einer klassischen CAD-Software

Produktdefinition

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

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

Füllzeit
= 0.0399[s]



Maßstab (300 mm)

AUTODESK
MOLDFLOW INSIGHT

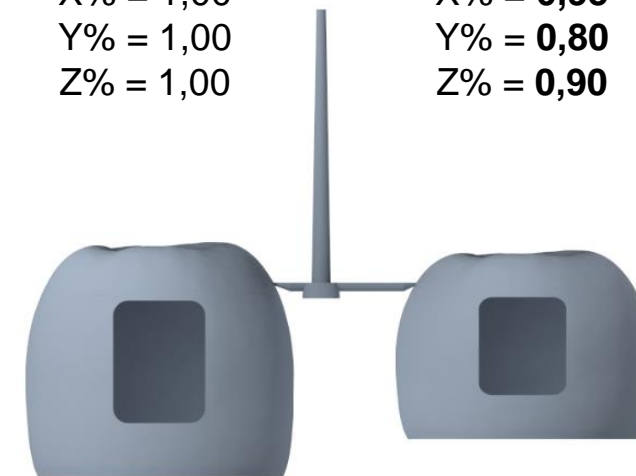


1. Originale Bauteilgeometrie

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

2. Skalierte Bauteilgeometrie

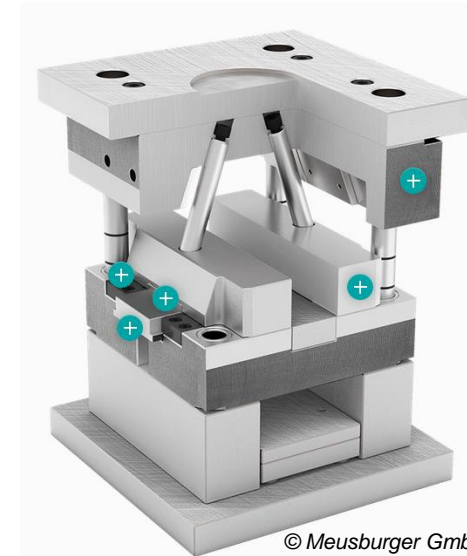
X% = **0,95**
Y% = **0,80**
Z% = **0,90**



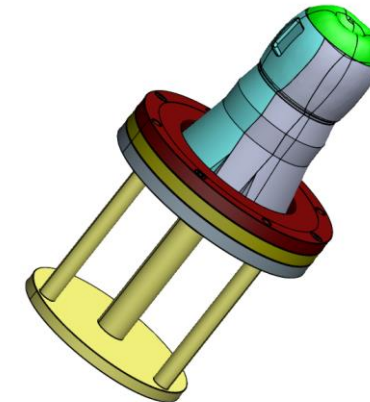
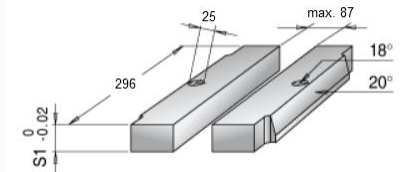
Werkzeugkonzept

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, Fertigung TU Graz)
 - Verwendung von 6 Segmenten



© Meusburger GmbH, Backenform

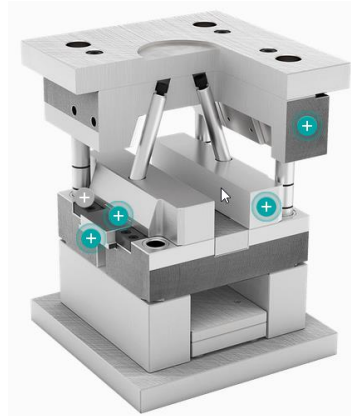
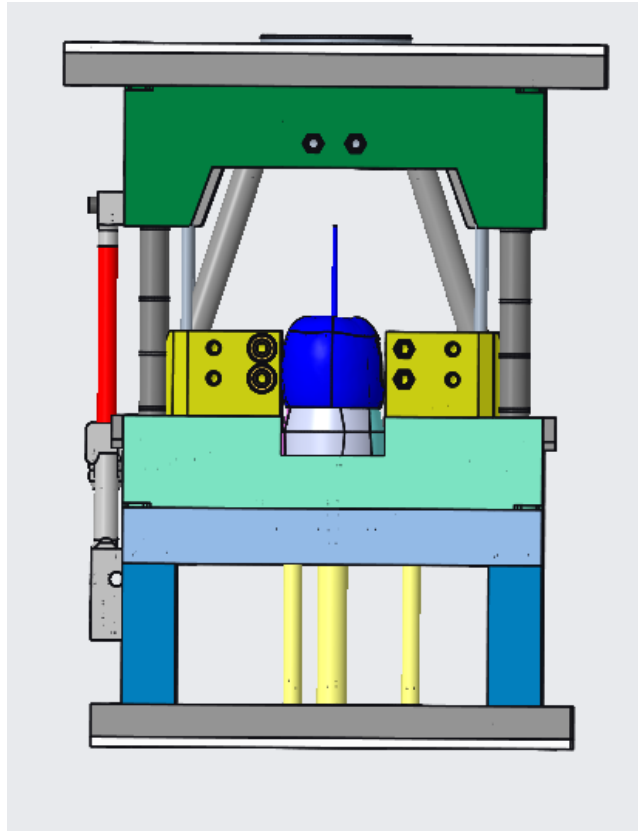


© Wiedemann GmbH, Einfallkern

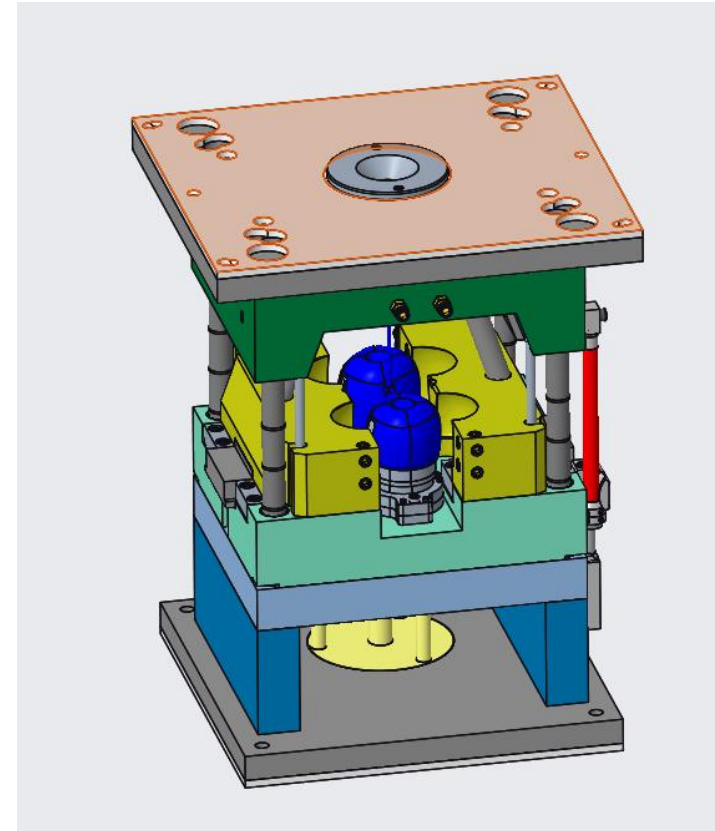


© IPIM, Eigenkonstruktion,
Fertigung TU Graz

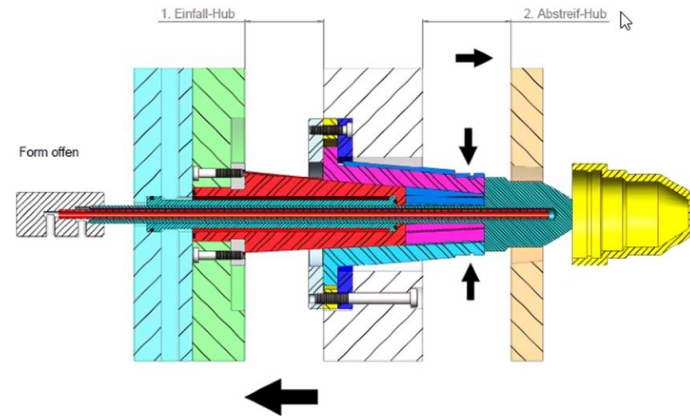
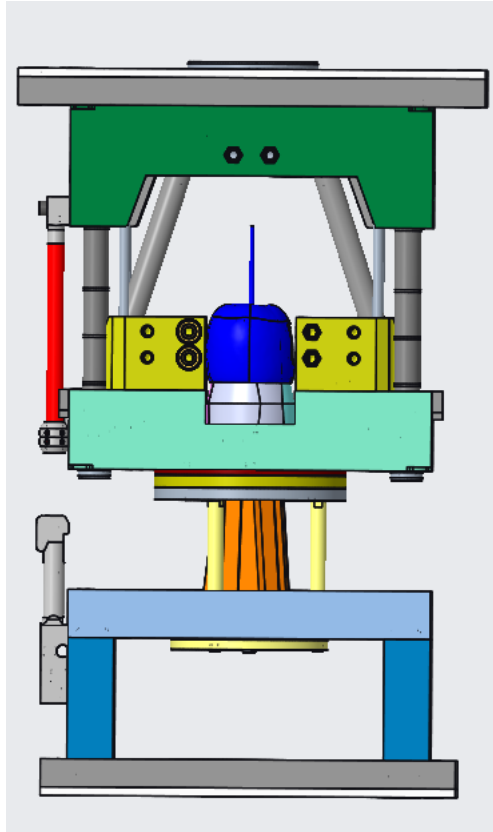
1. Öffnungshub Werkzeug



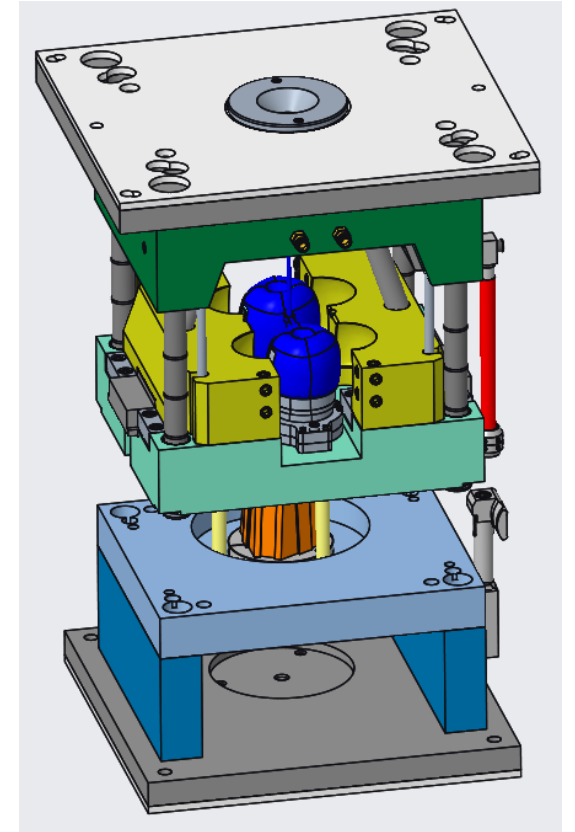
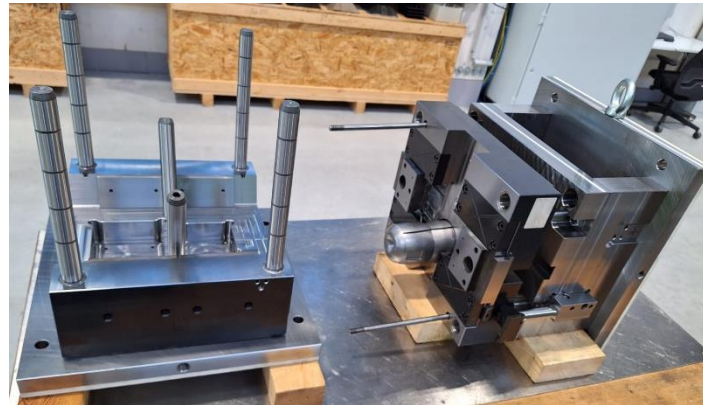
© Meusburger GmbH, Backenform



2. Öffnungshub Werkzeug



Darstellung des Funktionsprinzips

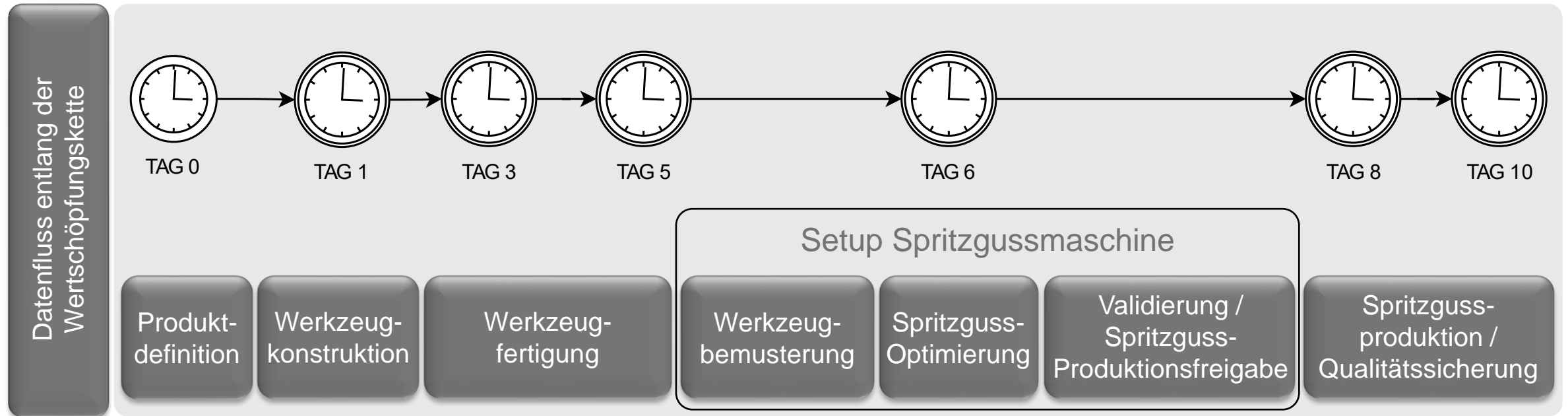


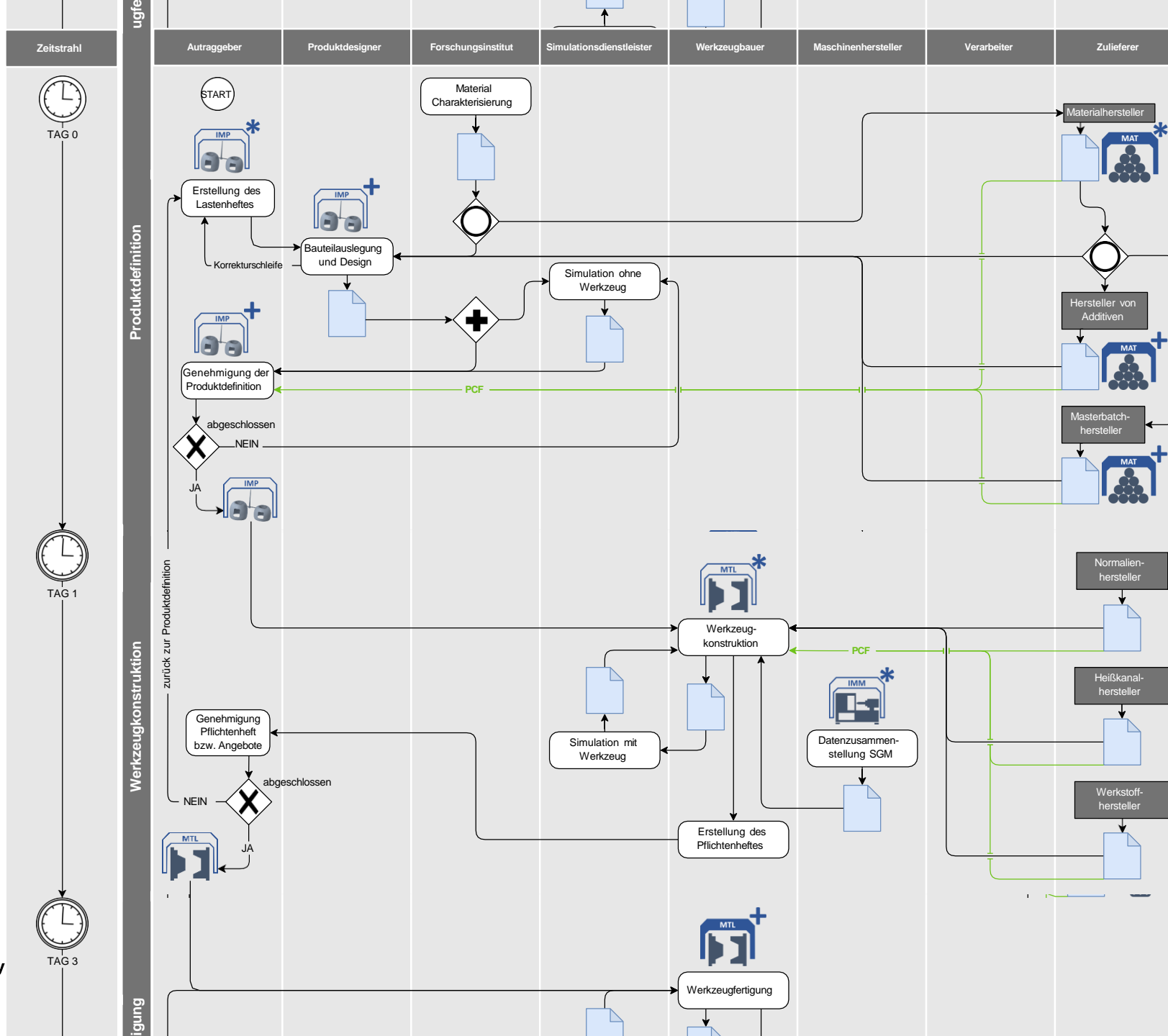
© Meusburger GmbH, Backenform
© Wiedemann GmbH, Einfallkern

Zusammenbau am IPIM, JKU

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.

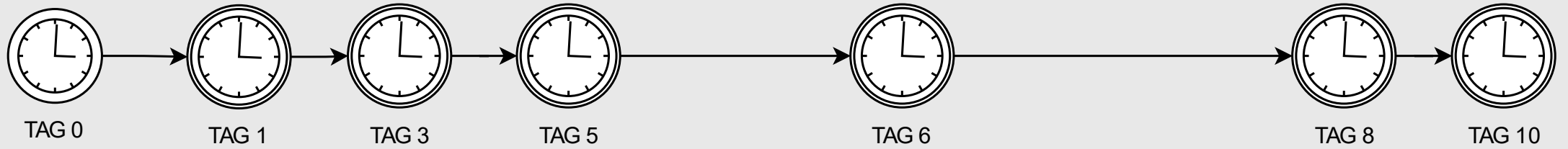
Asset Shell - Zeichenerklärung

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

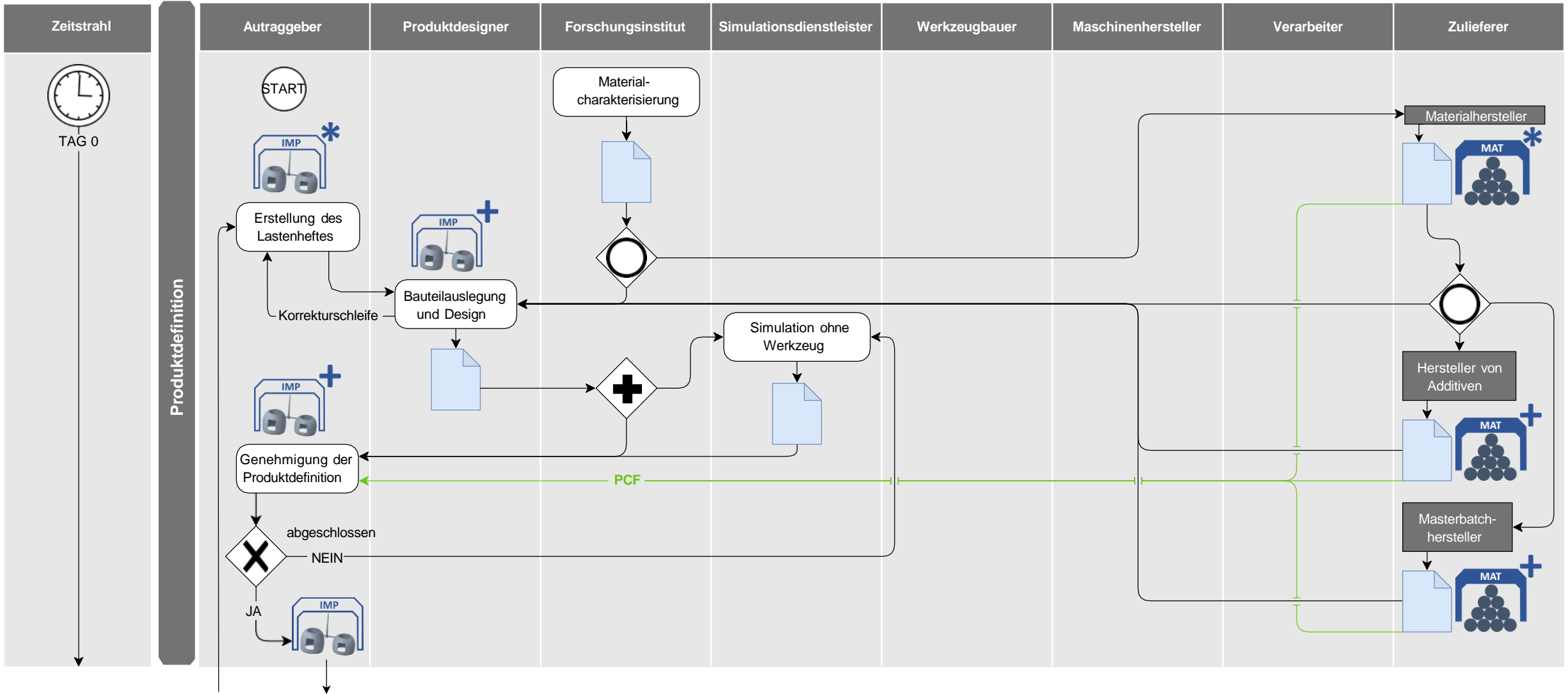
Werkzeug-
bemusterung

Spritzguss-
Optimierung

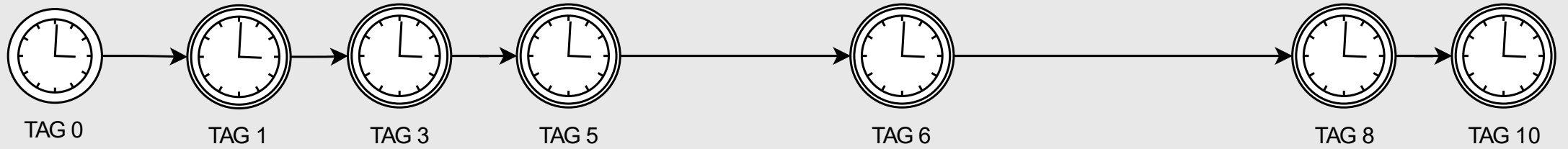
Validierung /
Spritzguss-
Produktionsfreigabe

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?

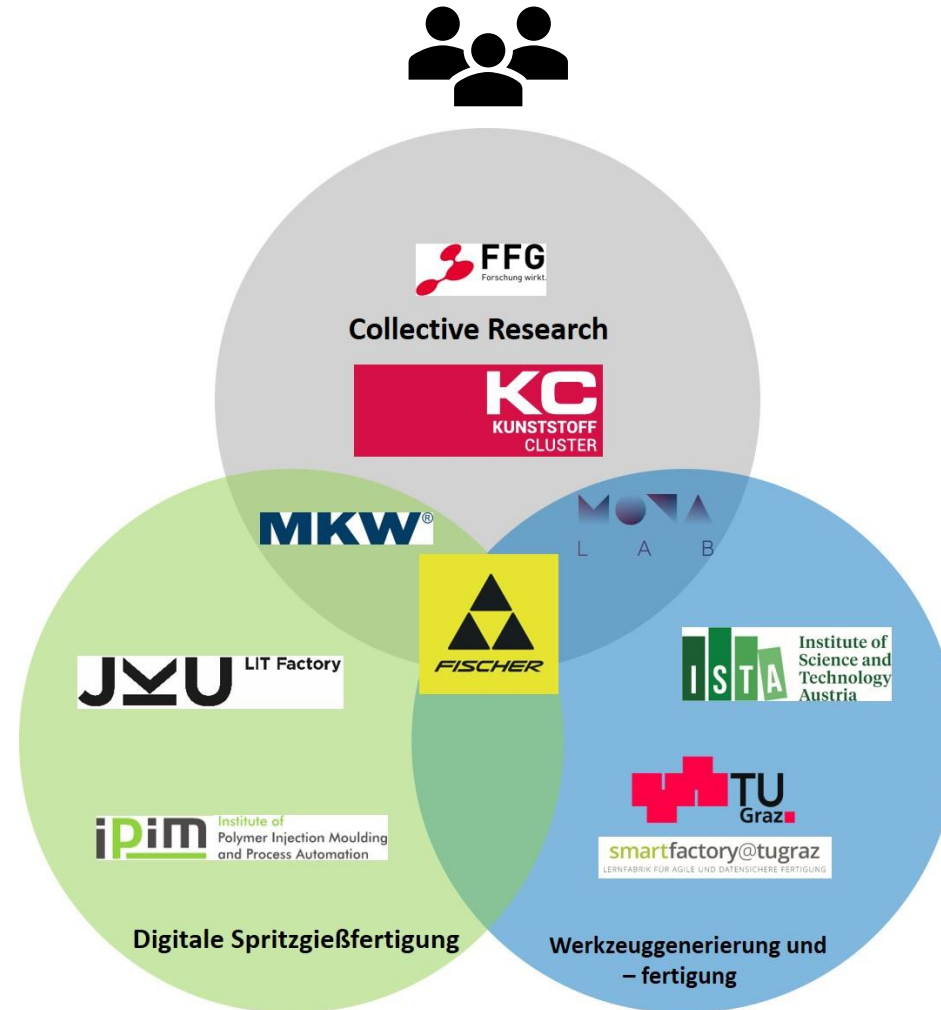
- Ja, wenn Sie die SG-Prozesskette virtuell durchlaufen, bevor der „erste Span“ fliegt.
- Ja, wenn Sie über ein Netzwerk verfügen, das alle Teile der Wertschöpfungskette abdeckt.
- Ja, wenn Sie Daten entlang der SG-Prozesskette effizient nutzen und austauschen.



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:

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