



Der Weg zur Smart Factory von manueller zur autonomen Produktion

I Referenten

Dr. Thomas Mücke

Senior Business PreSales Consulting Part Manufacturing
Siemens Industry Software GmbH
Digital Industries
Siemens Industry Software GmbH

Weilimdorfer Str. 11
70499 Stuttgart, Germany
Mobil: +49 152 26392501
<mailto:thomas.muecke@siemens.com>
www.siemens.com



Mayur Dass

Portfolio Development NX-CAD/CAM
Siemens Industry Software GmbH
Digital Industries
Siemens Industry Software GmbH

Am Kabelwerk 9
51063 Köln, Germany
Mobil: +49 152 22725233
<mailto:mayur.dass@siemens.com>
www.siemens.com



Agenda

1. Anforderungen an eine smart factory
2. Datendurchgängigkeit vom Engineering anhand von Beispielen
3. Nutzung der Daten aus dem Prozess anhand von Beispielen
4. Einführung über ein modulares Stufenkonzept und Ausblick in eine smart factory
5. Zusammenfassung

Ursachen / Auswirkungen auf die Teilefertigung

Produktkomplexität
mechatronische Systeme
serialisierte Produkte

Höhere Variantenvielfalt

Kurze Lieferzeiten

kleine Losgrößen

Antworten auf die Ursachen

**Automatisierung
Edge-Computing**

**Vernetzung
Digitalisierung**

**Reduzierung von Prozess- und
Medienbrüchen**

**Ausblick auf
selbstorganisierbare und autonome
Einheiten**

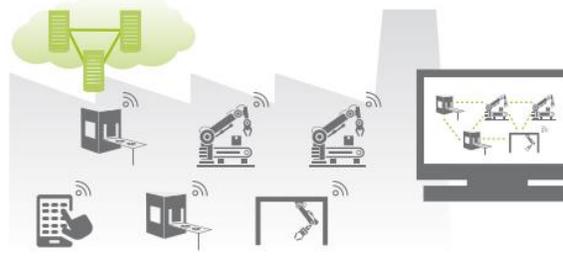
Notwendigkeit der Vernetzung

Industrie 4.0

Horizontale Integration über Wertschöpfungsnetzwerke



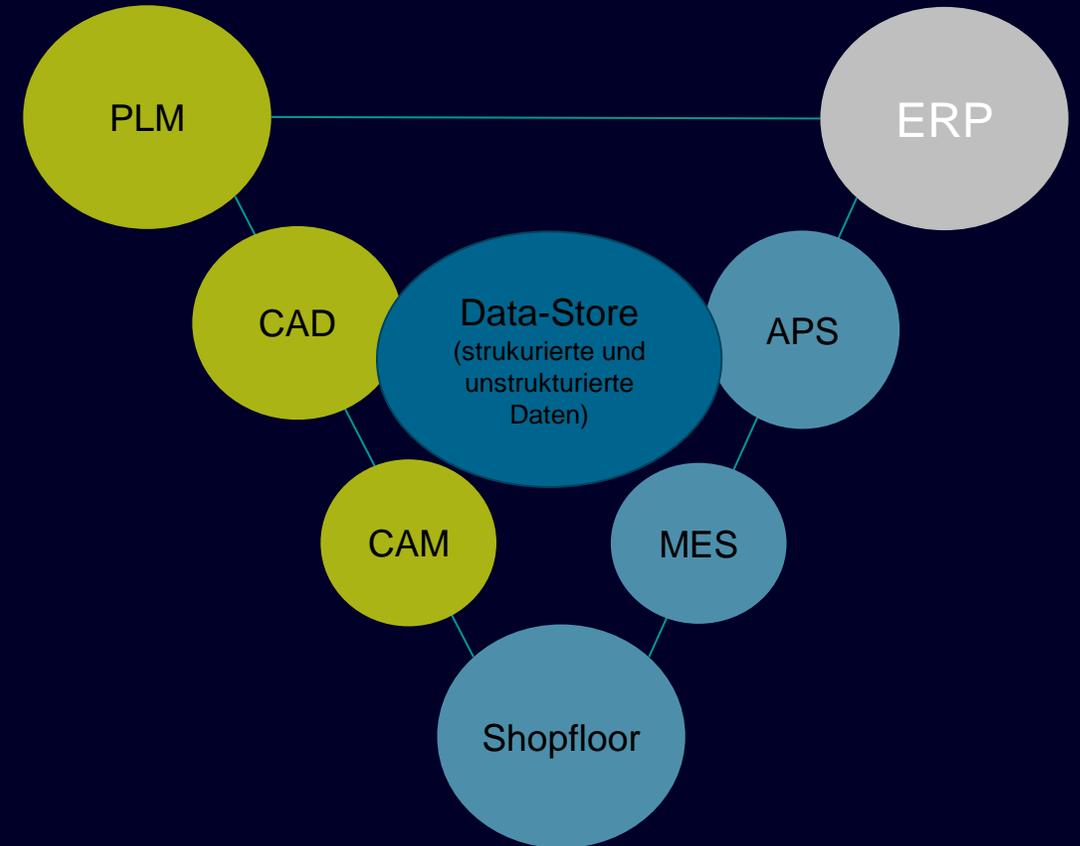
Vertikale (Integration und vernetzte Produktionssysteme)



Digitale Durchgängigkeit des Engineerings über die gesamte Wertschöpfungskette



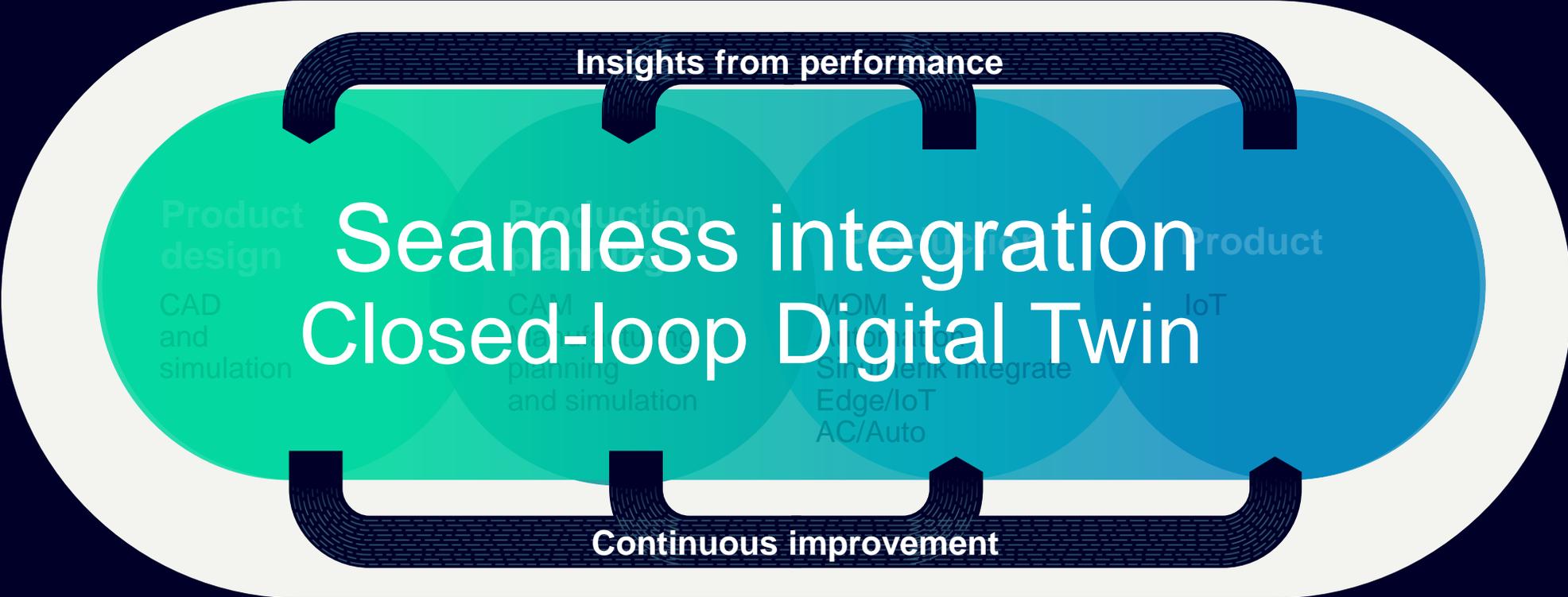
Mensch als Dirigent der Wertschöpfung



DNC, Ressource-Management, Prozessdaten
Edge-Daten (hochfrequente /unstrukturierte Daten)

Quelle : Aspekte Industrie 4.0 ; Umsetzungsstrategie Industrie 4.0 VDMA 2015

The most comprehensive Digital Twin

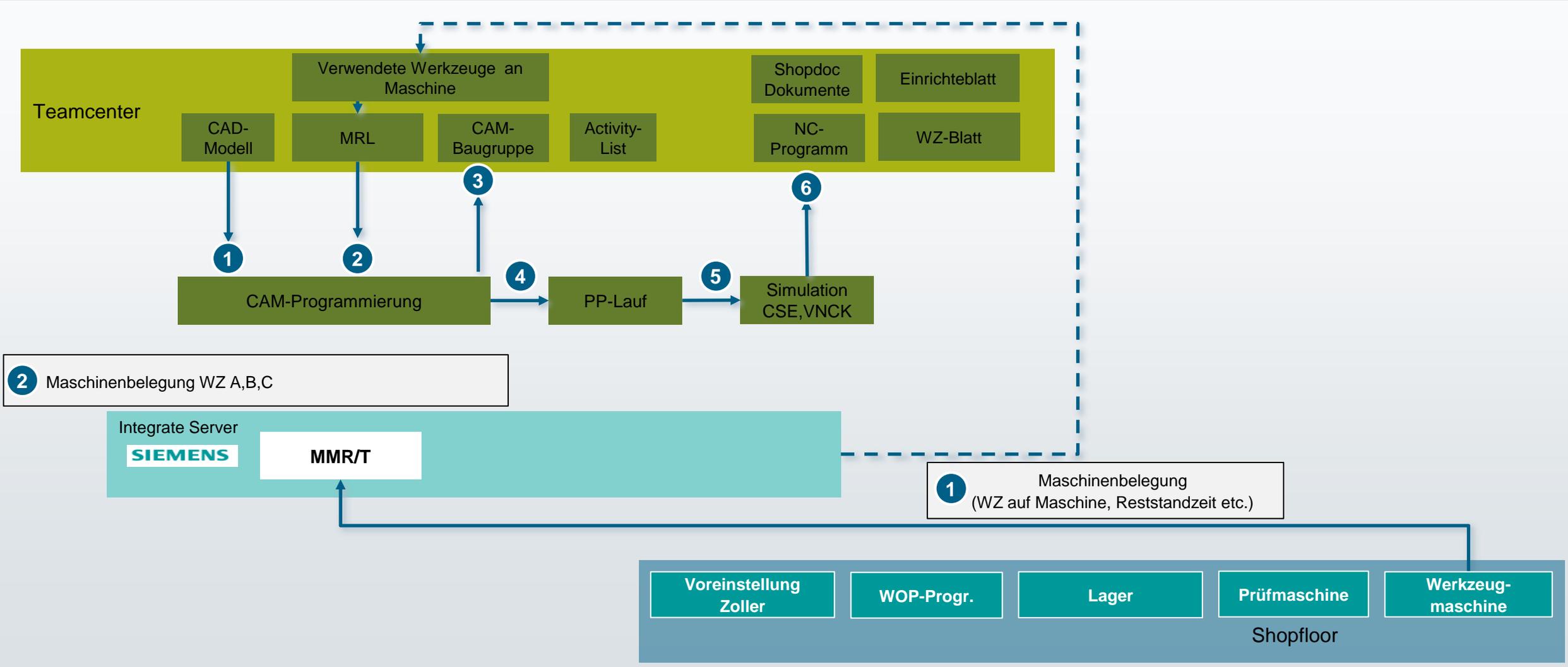


Agenda

1. Anforderungen an eine smart factory
2. Datendurchgängigkeit vom Engineering anhand von Beispielen
3. Nutzung der Daten aus dem Prozess anhand von Beispielen
4. Einführung über ein modulares Stufenkonzept und Ausblick in eine smart factory
5. Zusammenfassung

Datendurchgängigkeit von der Entwicklung zur Maschine (bidirectional)

Aspekt NC-Programmierung – vereinfachte Darstellung

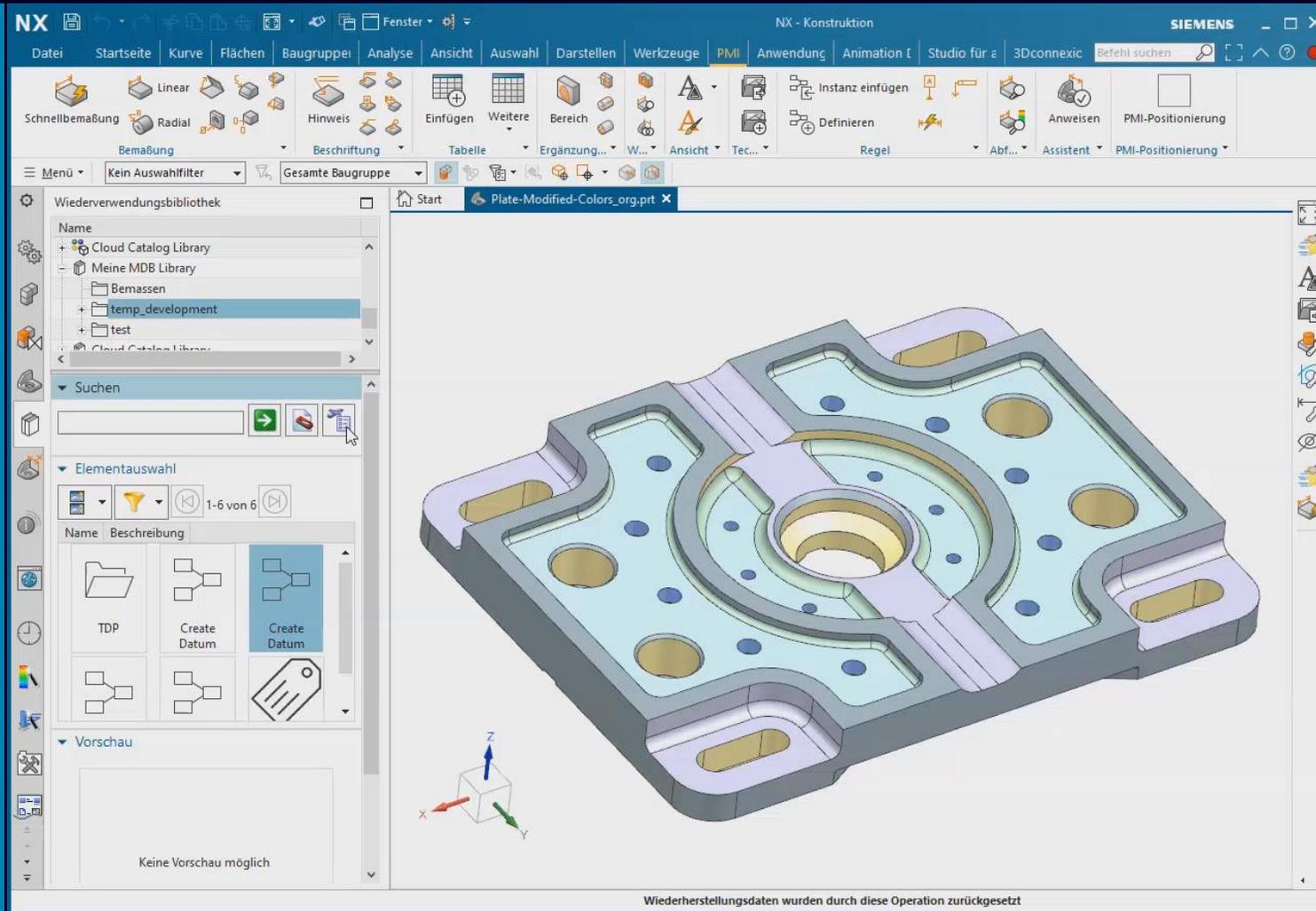


Reduction effort in design - NX1953

using of PMI's for automatic dimensions

PMI's

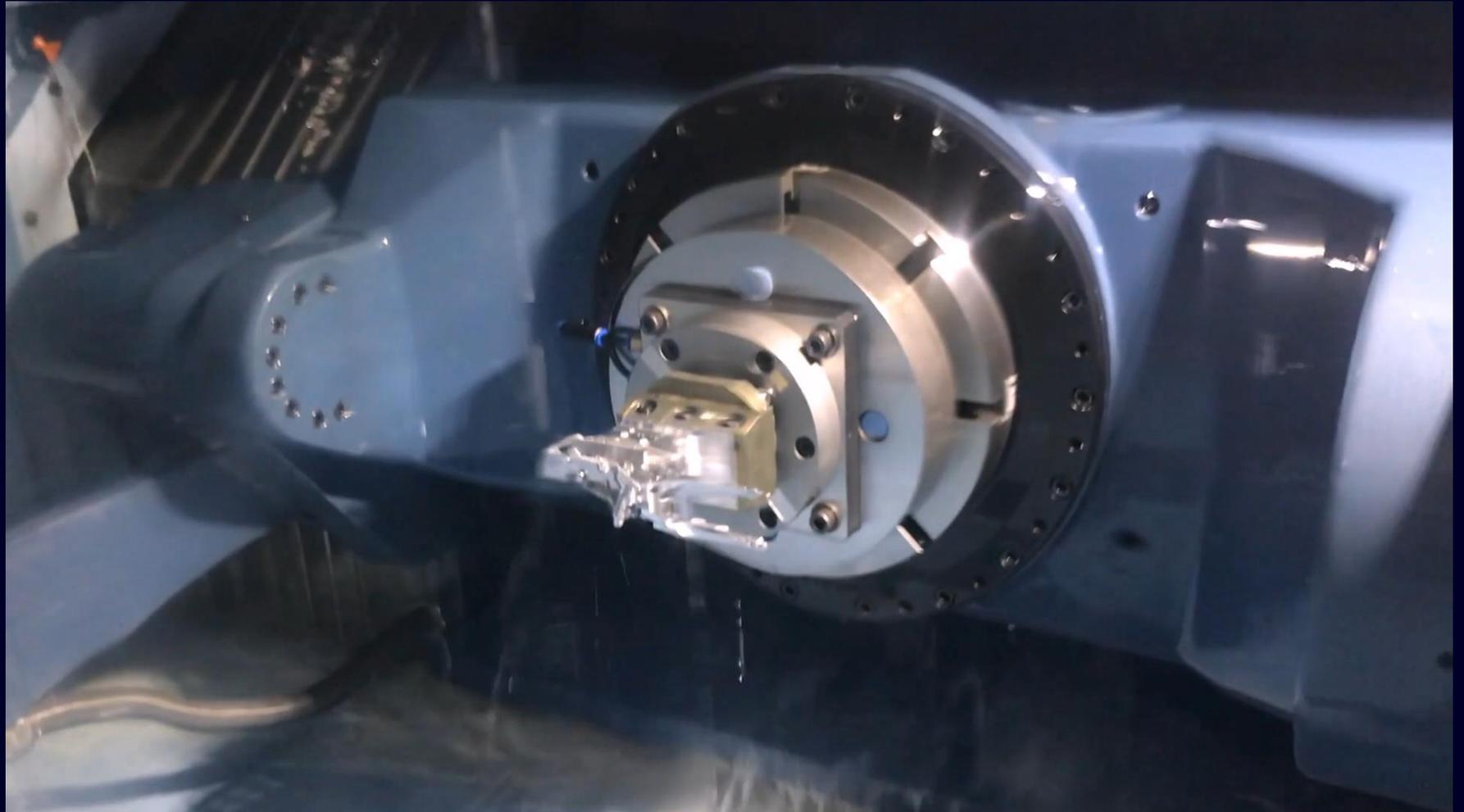
Reduce design time through automated massing.
Continued use of information in the value creation process



Reduction effort in NC-programming using of PMI's and FBM

NX-CAM

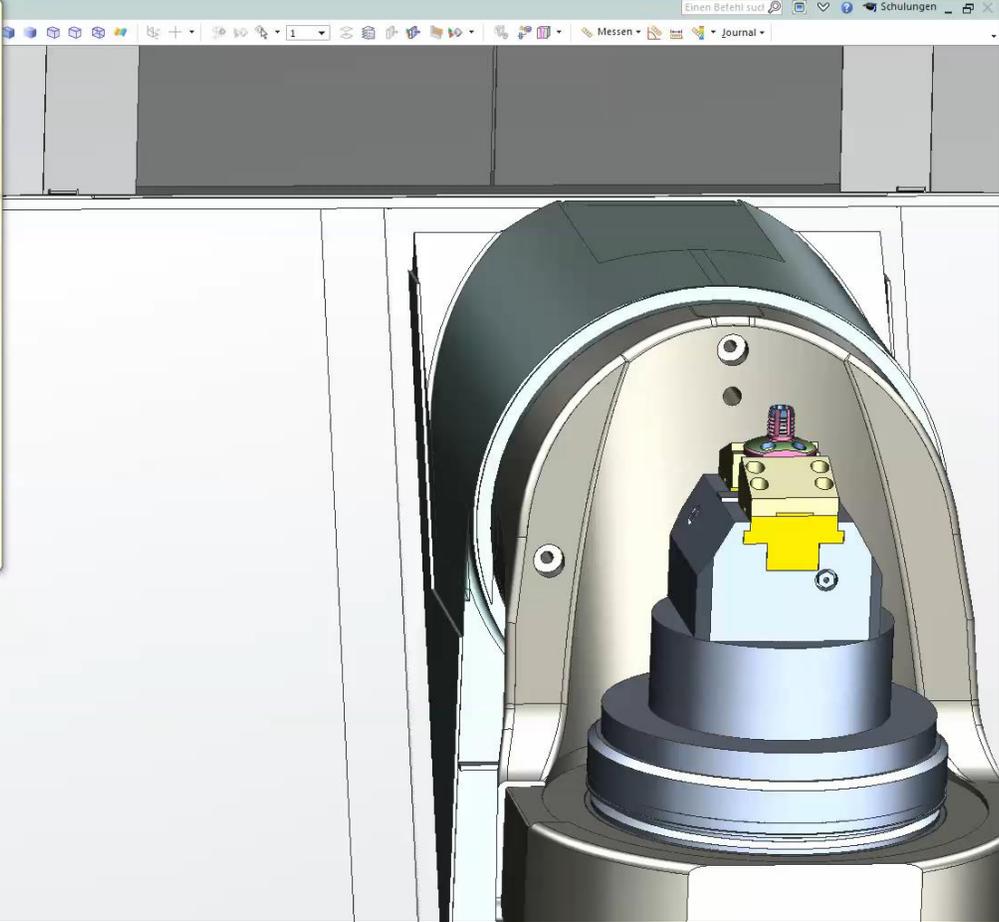
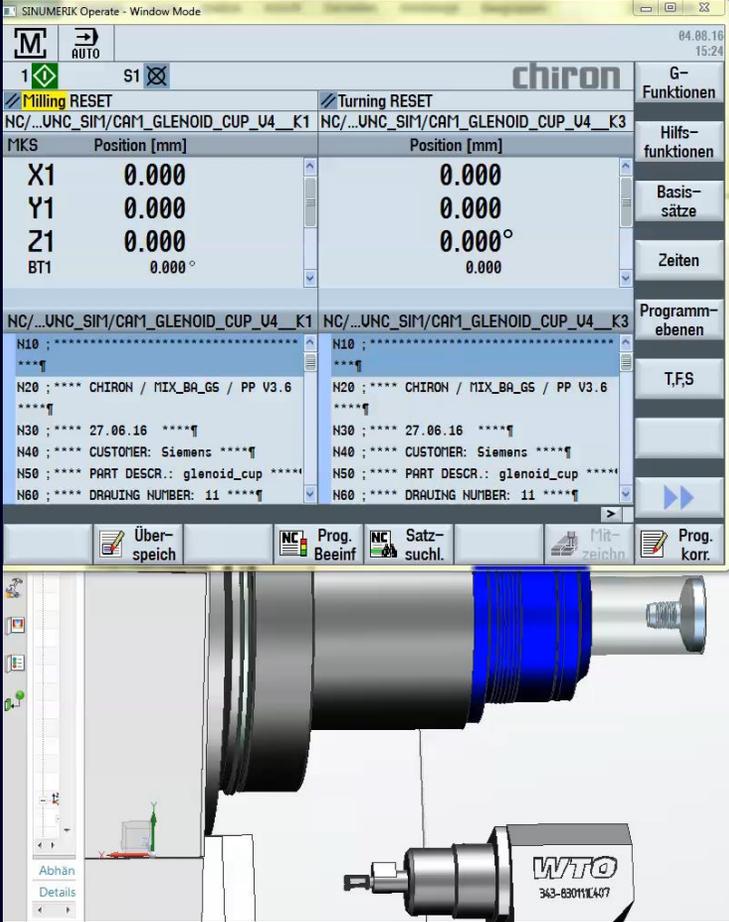
Use of PMI's for the
automation of NC
programming,



Reduction start-up time for the first part of production Simulation with VNCK

CSE / VNCK

Reduction of the start-up time by machine-related simulation taking into account the machine kinematics and current resource allocation

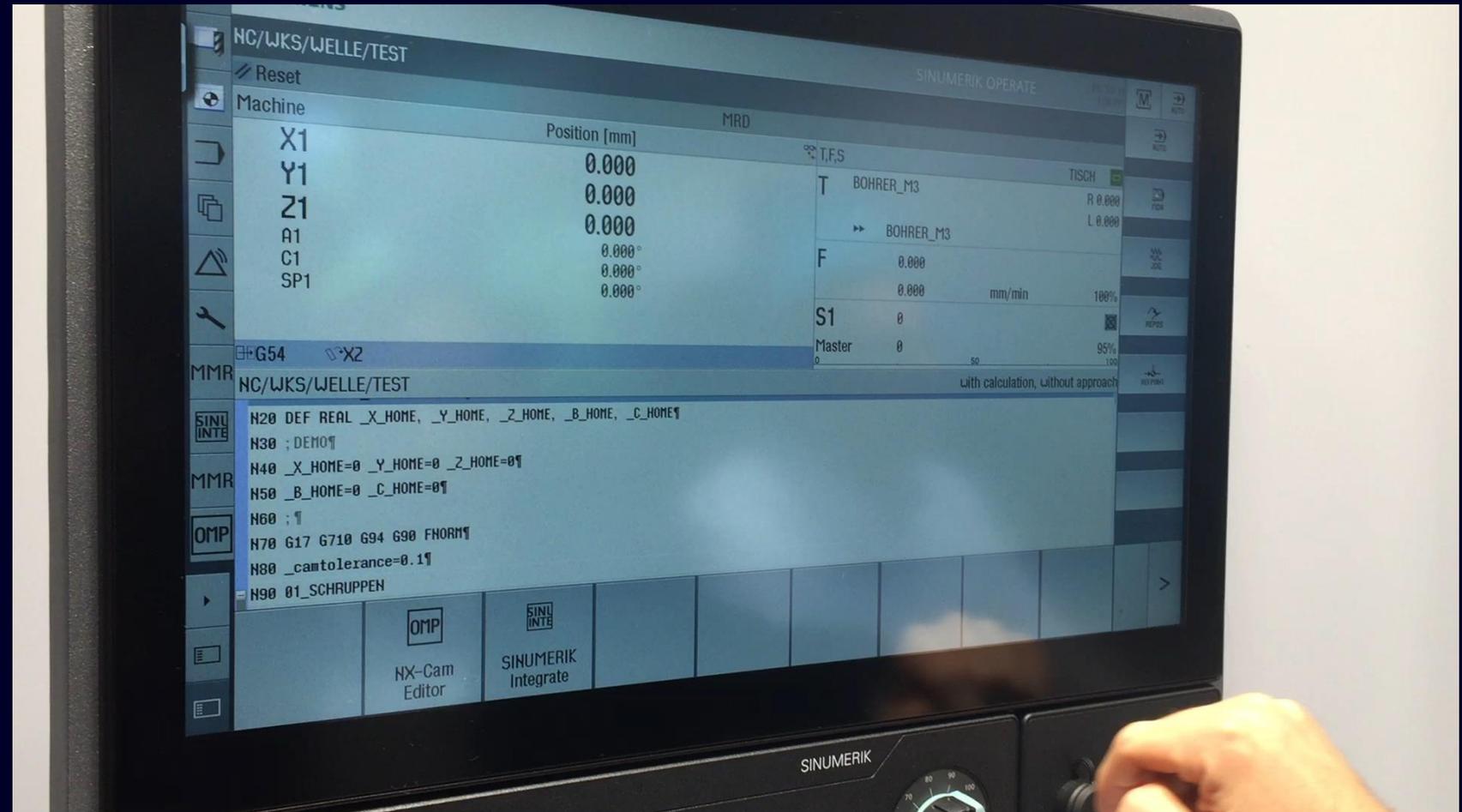


Reduction time for change-process in NC-programming

Modification from 3D-parts directly on controller-level

OMP

Reduce the change-effort in NC programming due to direct integration into the controller



OMP

= Optimize my Programs

SIEMENS

Vergleich: ohne und mit ACM

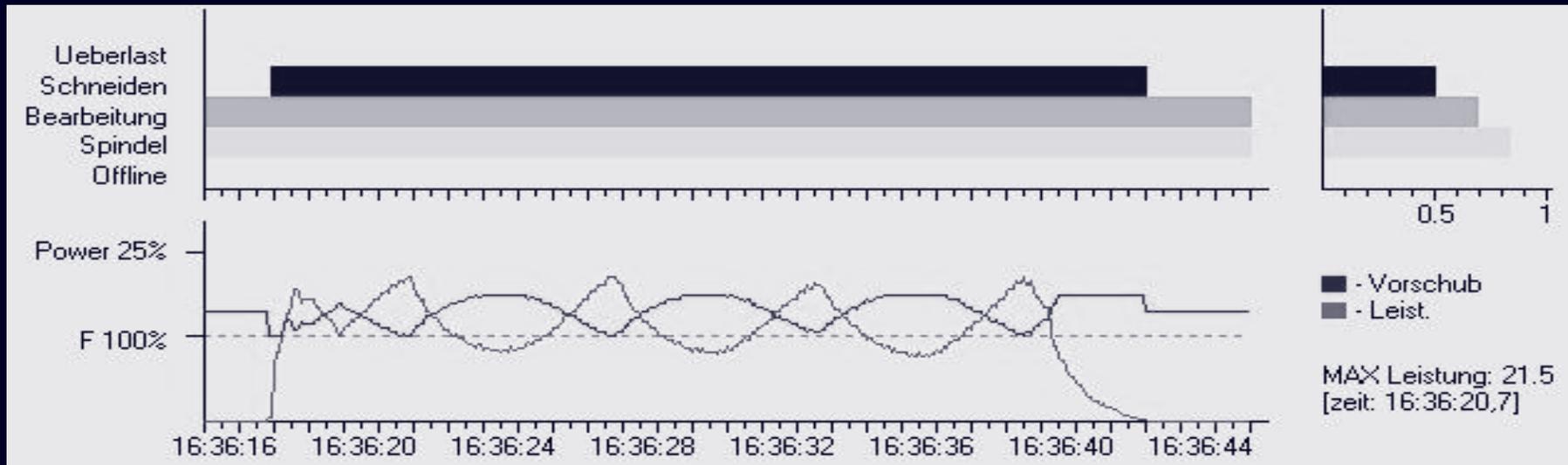


OHNE AC 36 sec

- 22%



MIT AC 28 sec

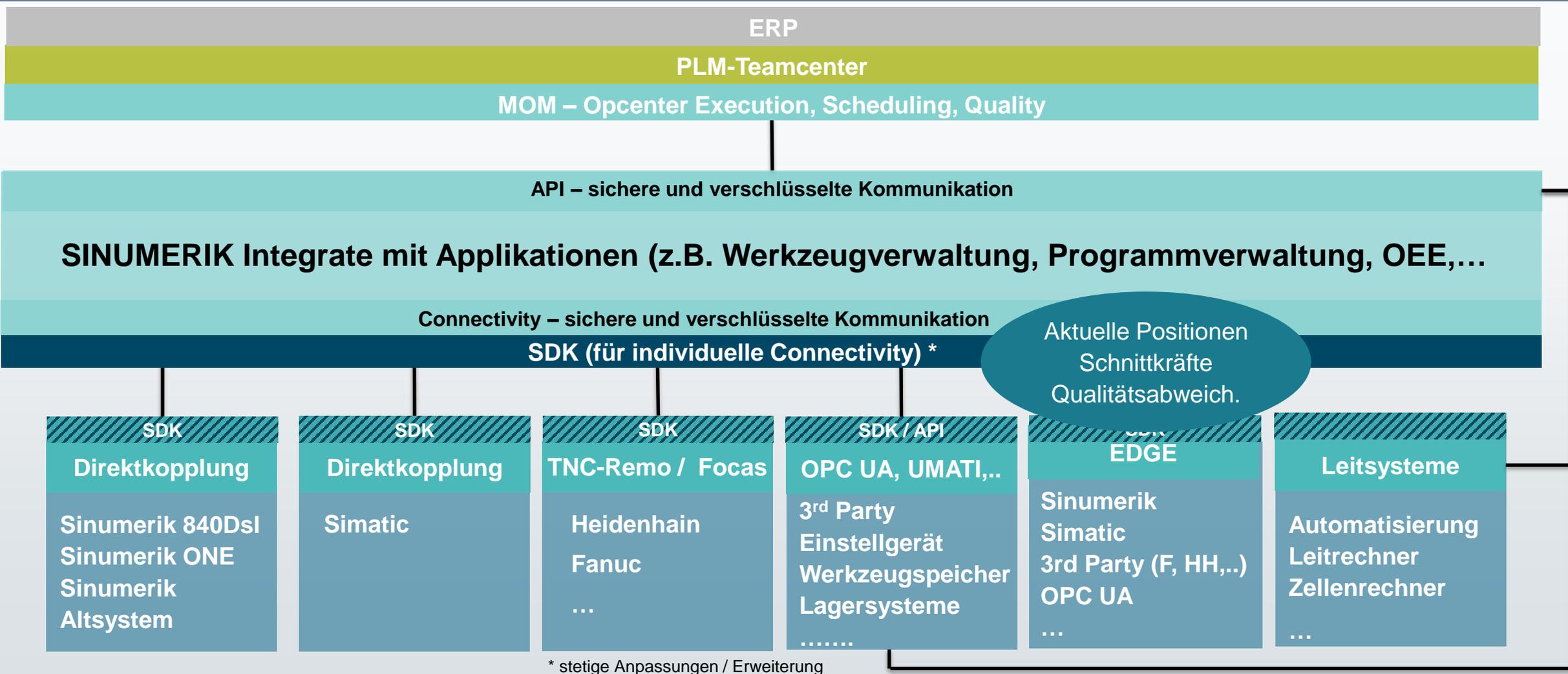


Agenda

1. Anforderungen an eine smart factory
2. Datendurchgängigkeit vom Engineering anhand von Beispielen
3. Nutzung der Daten aus dem Prozess anhand von Beispielen
4. Einführung über ein modulares Stufenkonzept und Ausblick in eine smart factory
5. Zusammenfassung

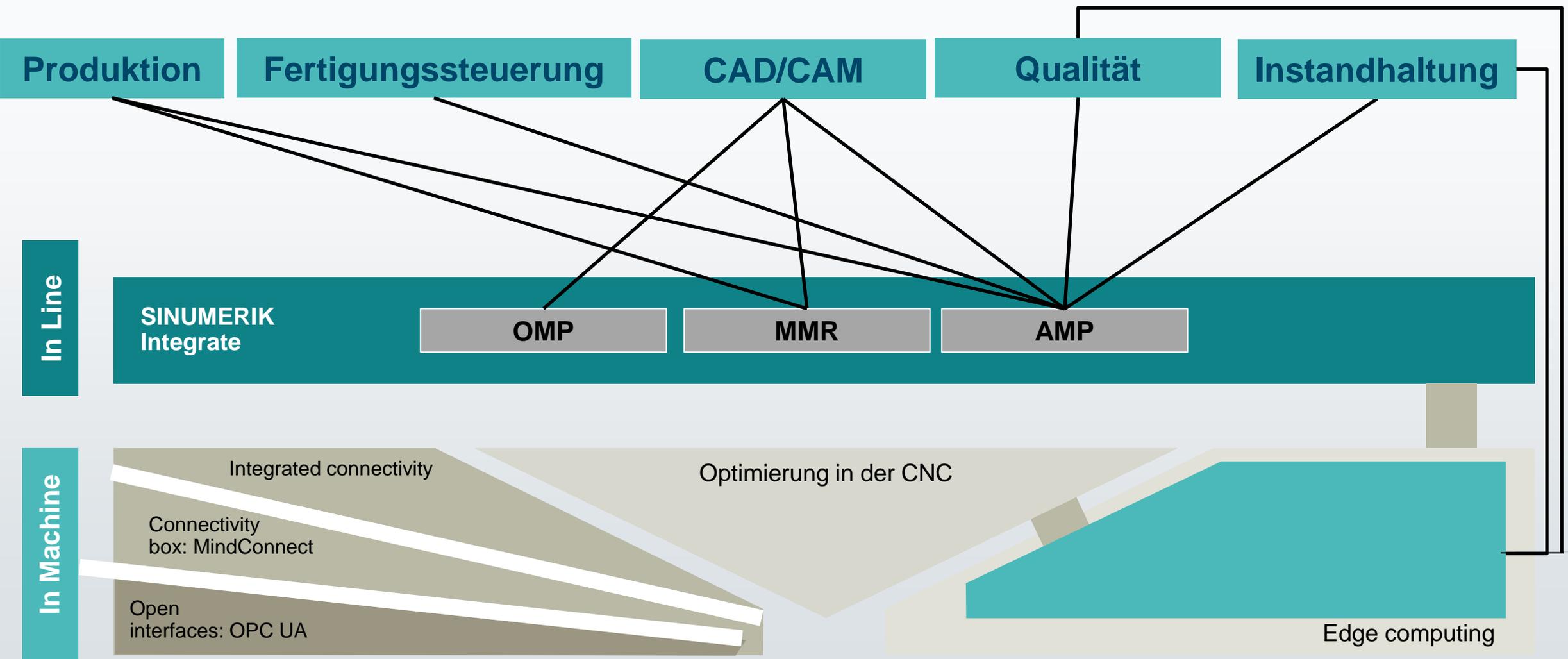
Sinumerik Integrate

Das steuerungsunabhängige Bindeglied zur Unternehmensebene



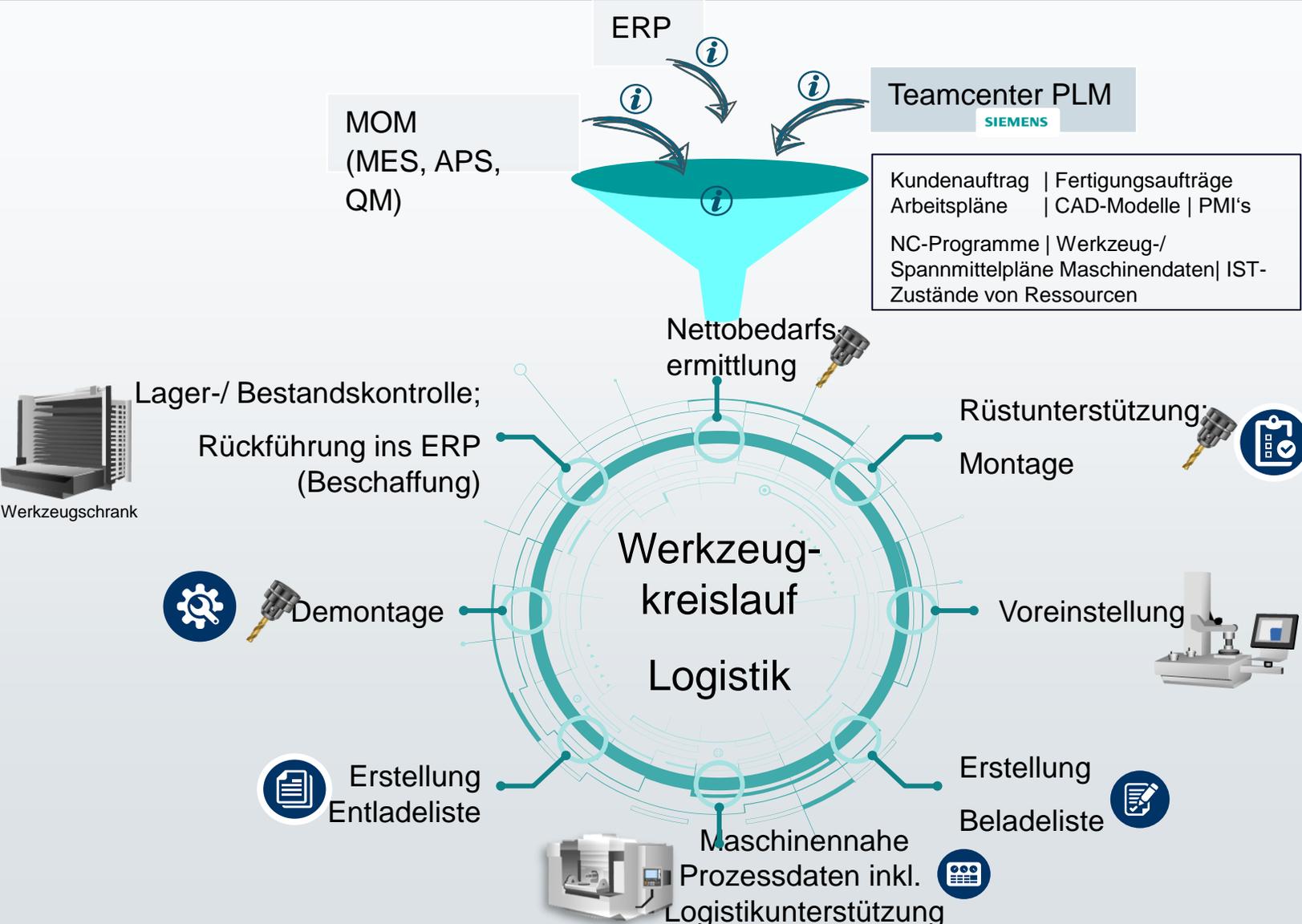
Nutzung von Daten aus Sinumerik Integarte und Edge für den Produktionsprozess

integriertes ECO-System um die Maschine



Werkzeugkreislauf – Auszug aus Shopfloeroptimierung

Vereinfachte Darstellung





DMG MORI

ERGOline®

01/05 SMARTKey Info 54 Z 01/08 Service Info 4 UpperScreenNG

Operation Mode: [Icons] Access Level: 4

DMG MORI

DATE: 17.09.20
TIME: 15:58:28

24/7

DMG MORI G&K Group

MACHINE NO.: 212548151 SUPPORT HOTLINE: +49 202 23388

SIEMENS SINUMERIK OPERATE 09/17/2015 15:59:39 MMRT JOG

Tools to load

Identification Production order

ID	Instance data	Tool name	ID	Master data	Location
2031	MILL-KON-1	2031	2031	MILL-KON 3 > DEX > HSC30-840sl >	CABINET_HSC30 > 1
2101	MILL-BALL-1	2101	2101	MILL-BALL 1 > DEX > HSC30-840sl >	CABINET_HSC30 > 1
2102	MILL-END-1	2102	2102	MILL-END 1 > DEX > HSC30-840sl >	CABINET_HSC30 > 1

Buttons: Load, Update, For transfer

Internal Tools External Tools Transfer list

Tools by remaining lifetime

Machine	ID for tool instance data	Tool name	Lifetime (remaining/target)	ID
PUMA-2600SY		 FRAESER_D12_HS	0/200 min	
PUMA-2600SY		 SCHRUPP_HS	5/300 min	
HSC30-840Dsl		 OMATIV_TOOL_02	10/400 min	
HSC30-840Dsl		 SCHLICHT_D10	17/90 min	
HSC30-840Dsl		 BLUM_KALIB	0/0 min	
PUMA-2600SY		 GEWINDE_1.5ST_HS	26/150 min	
PUMA-2600SY		 BOHRER_D10_HS	36/400 min	
HSC30-840Dsl		 KUG_D6_PKD	50/260 min	
PUMA-2600SY		 SCHL35_HS	50/50 min	
PUMA-2600SY		 ZENTRIER_D8	58/150 min	
HSC30-840Dsl	2031-MILL-KON-1	 2031	104/240 min	
HSC30-840Dsl		 ENDMIIL_D10	123/123 min	
HSC30-840Dsl		 OMATIV_TOOL_01	153/230 min	

81/85 SMARTkey Info

01/08 Service Info

Operation Mode

Access Level

4

DMG MORI

DATE: 17.09.20
 TIME: 18:04:31

24/7

MACHINE No.: 2025683754
 SUPPORT HOTLINE: +212522633988

Key Made 3 - II: 838870222

SIEMENS

SINUMERIK OPERATE

09/17/20 18:4 PM

Tool Overview

Place	Type	ID Instance data	Tool name	Lifetime (remaining/target)	Duplo- No.	Exchange / Check
1/6		2102-MILL-END-1	2102	1/180	1	1:1-Exchange
1/18			SCHLICHT_D10	19/90	1	
1/5			KUG_D6_PKD	50/260	1	
1/4			OMATIV_TOOL_02	60/400	1	
1/13			ENDMILL_D10	123/123	1	Unload
9998/1			OMATIV_TOOL_01	151.395933/230	2	
1/2		2031-MILL-KON-1	2031	240/240	1	For transfer
1/3		2101-MILL-BALL-1	2101	300/300	1	
1/8					1	
1/30	+		KUGEL_D6_22	-/-	1	
1/29			3D-TASTER	-/-	1	Tool- details
			BLUM_KALIB	-/-	1	Edge- details

Internal Tools External Tools Transfer list

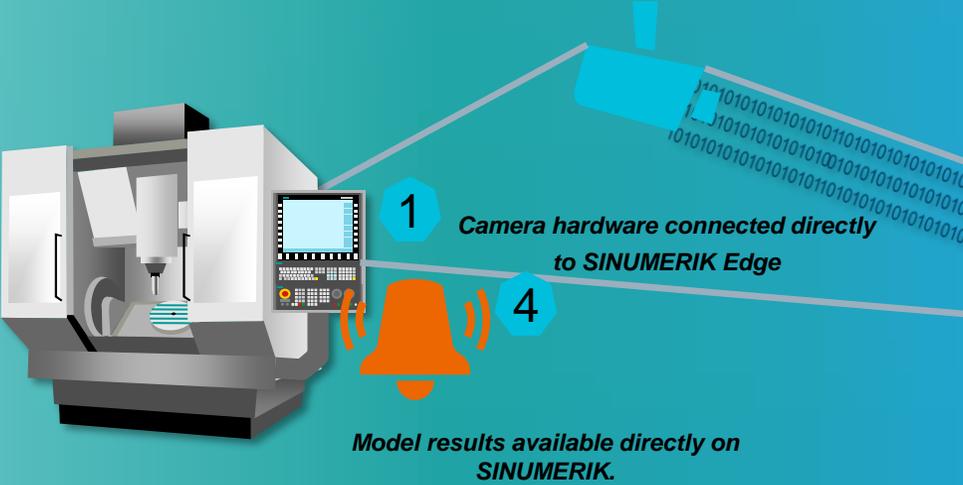


Navigation buttons: Up arrow, Home, Left arrow, Right arrow, Menu Select

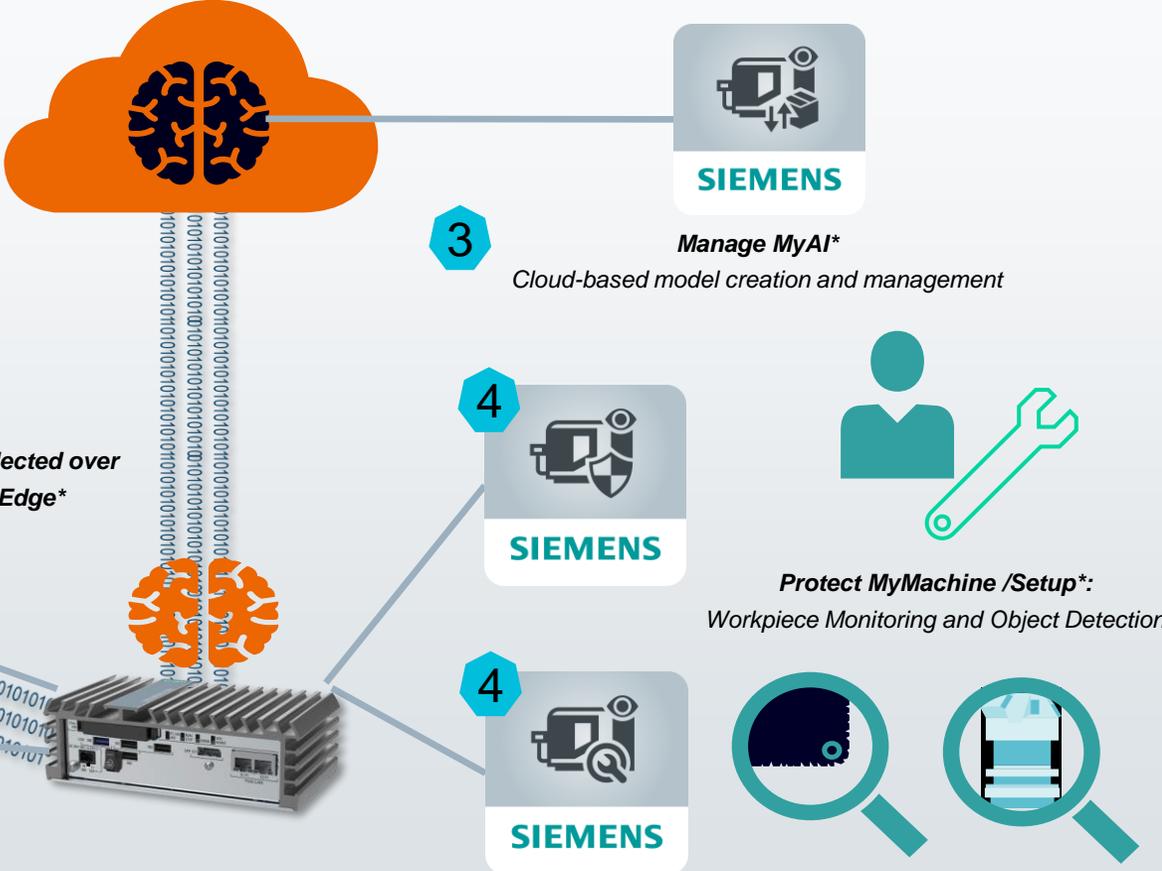
Approach: compliment existing visual processes with advanced analytics – directly at the machine tool

Visual Machine Awareness

Enabling the next generation of automation and machine protection through visual analytics



2 Training data collected over SINUMERIK Edge*

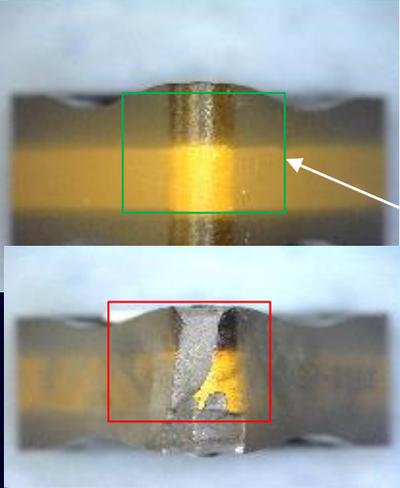


*Sold and managed by Siemens.
Camera hardware not provided by Siemens.

Analyze MyWorkpiece /ToolCheck

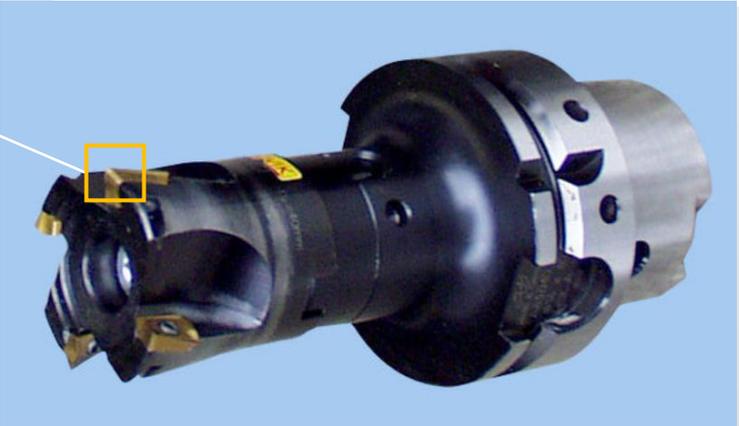
Use Case: Toolwear monitoring and breakage detection

1. Model Training



2. Simple Edge-application configuration

Model	Camera Association	Activation	Result
DemoModel	camera1	<input checked="" type="checkbox"/>	
Mod_ang	camera1	<input type="checkbox"/>	
TEST	camera1	<input type="checkbox"/>	
TEST2	camera1	<input type="checkbox"/>	



3. Environment Deployment



Analyze MyWorkpiece /Tool-Check

Broken Tool

- Camera live stream in the loading environment
- Detection of trained toolwear level
- Visualization of collected data (process quality, toolwear status)

Betrachtung von Werkstückoberflächen Analyse MyWorkpiece /Monitor

In Cloud

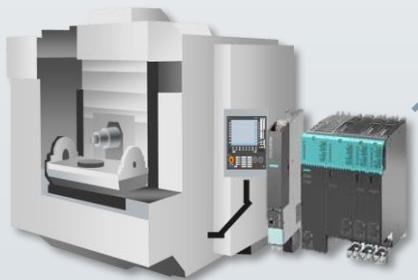
Kontinuierliche Qualitätskontrolle

Analyse von produktionsparallelen
Bearbeitungsdaten durch
statistische Modelle

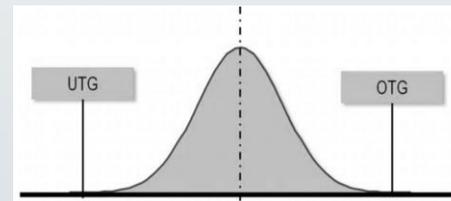
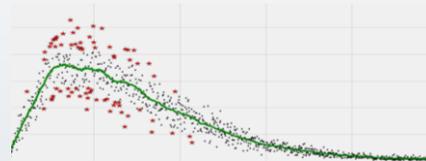
Frühzeitige Erkennung von
Qualitätsproblemen in der
Produktion durch kontinuierliche
Produktionsüberwachung

Erfassen von
Hochfrequenzdaten für
wichtige Operationen

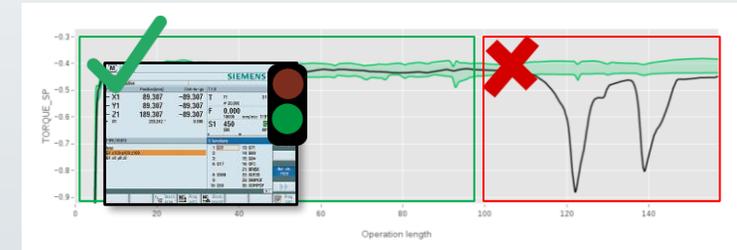
1010101010101010101
0101010101010101010
1010101010101010101



Automatische Auswertung
der Daten mit statistischen
Methoden oder maschinell
gelernten Modellen



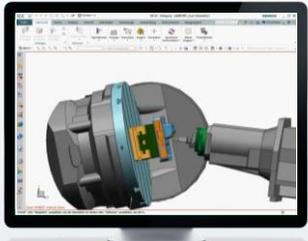
Rückmeldung der
Ergebnisse direkt an die
CNC-Steuerung und
Erstellung eines Berichts



Nutzung von Daten aus dem Prozess für den Produktionsprozess mit Hochfrequenzdaten zum Kundennutzen – analyze my toolpath

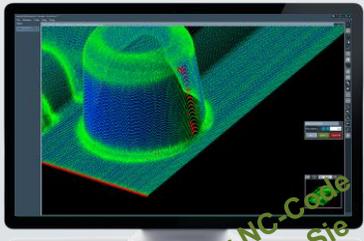
1 NC-Code-Prüfung

Erstellen und simulieren Sie ein NC-Programm im CAD/CAM-System



NC-Programm (G-Code)

Überprüfen Sie den G-Code auf Abweichungen mit Analyze MyWorkpiece /Toolpath

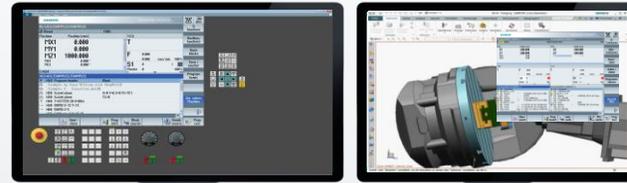


✓ Wenn der NC-Code OK ist, fahren Sie mit Schritt 2 fort

2 NC-Code-Prüfung mit Maschinendynamik

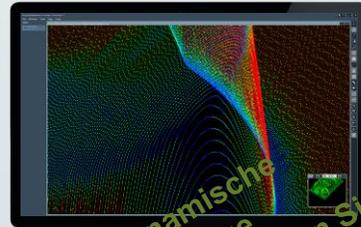
Verarbeiten Sie den G-Code in SinuTrain / Virtual Machine und generieren Sie Trace-Daten (Dynamik der Maschine)

NC-Programm (G-Code)



Trace-Datei

Überprüfen Sie die Trace-Datei mit Analyze MyWorkpiece /Toolpath

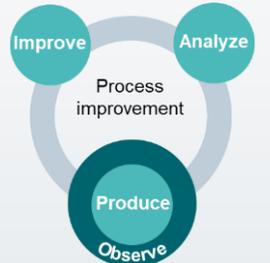


✓ Wenn dynamische Werkzeugwege reibungslos verlaufen, fahren Sie mit Schritt 3 fort

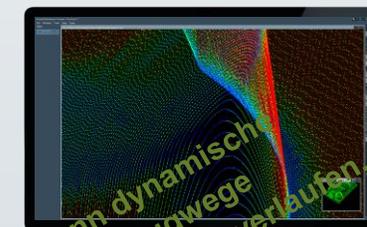
3 NC-Code-Prüfung mit echter Maschinendynamik

Während der Abarbeitung des NC-Programms wird ein HF-Datenstrom mit Zeitstempel (IPO-Takt) in der Sinumerik EDGE verarbeitet

NC-Programm (G-Code)

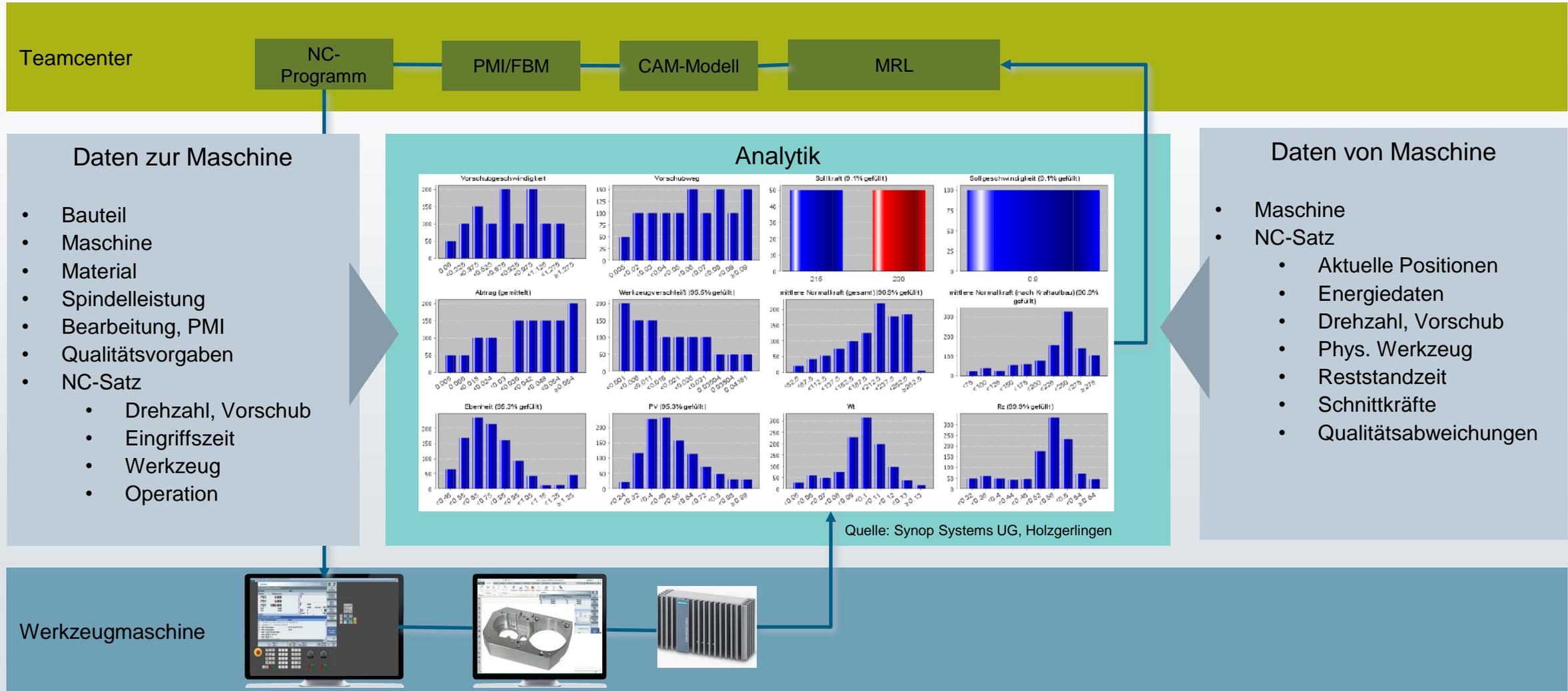


Überprüfen der aufbereiteten HF-Daten mit Analyze MyWorkpiece /Toolpath



✓ Wenn dynamische Werkzeugwege reibungslos verlaufen, gehen Sie zur Serienproduktion

Analytik zur Optimierung von Technologiedaten * vereinfachte Darstellung für closed loop



Stufe 6 – Grundlagen zur Fertigungskostenermittlung *

Analytics als Basis für Verfahrensauswahl zur hybriden Fertigung



IoT-MindSphere

PLM-Teamcenter

MOM – Preactor / Simatic IT

Digitaler Zwilling des Produktes

CAD Konstruktion

Fertigungs-Information

Digitaler Zwilling der Produktion

Kostenkalkulation

Arbeitsplan-Erstellung

NC-Programmierung

Digitaler Zwilling der Performance

Bearbeitung Werkzeugmasch.

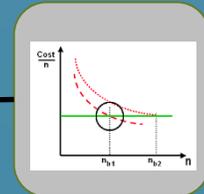
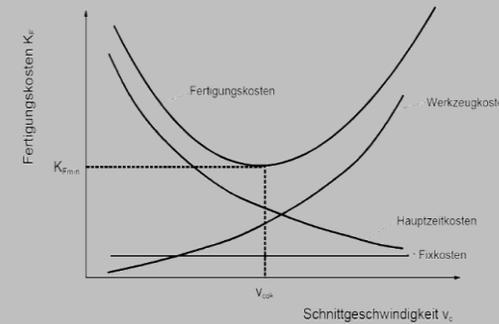
additive/hybr. Bearbeitung



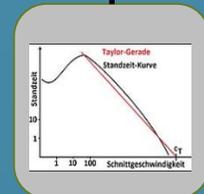
zerspanende Bearbeitung



Fertigungskostenoptimierung



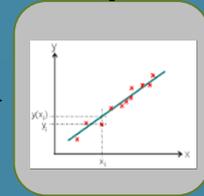
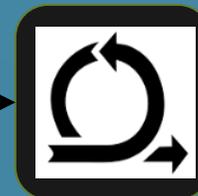
Kosten-ermittlungen



Standzeit-konstanten

Methoden

Technologie- und Qualitätsverbesserung



Regressions-analysen

Agenda

1. Anforderungen an eine smart factory
2. Datendurchgängigkeit vom Engineering anhand von Beispielen
3. Nutzung der Daten aus dem Prozess anhand von Beispielen
4. Einführung über ein modulares Stufenkonzept und Ausblick in eine smart factory
5. Zusammenfassung

Erwartungen / Trends

Hohe Flexibilität im Shopfloor

**Autonome,
selbstorganisierbare
Einheiten**

**Echtzeitdatenauswertung
Analytics**

**Verbesserte Ausnutzung von
Produktionskapazitäten**

Nachhaltigkeit

Bottom-up-Ansatz

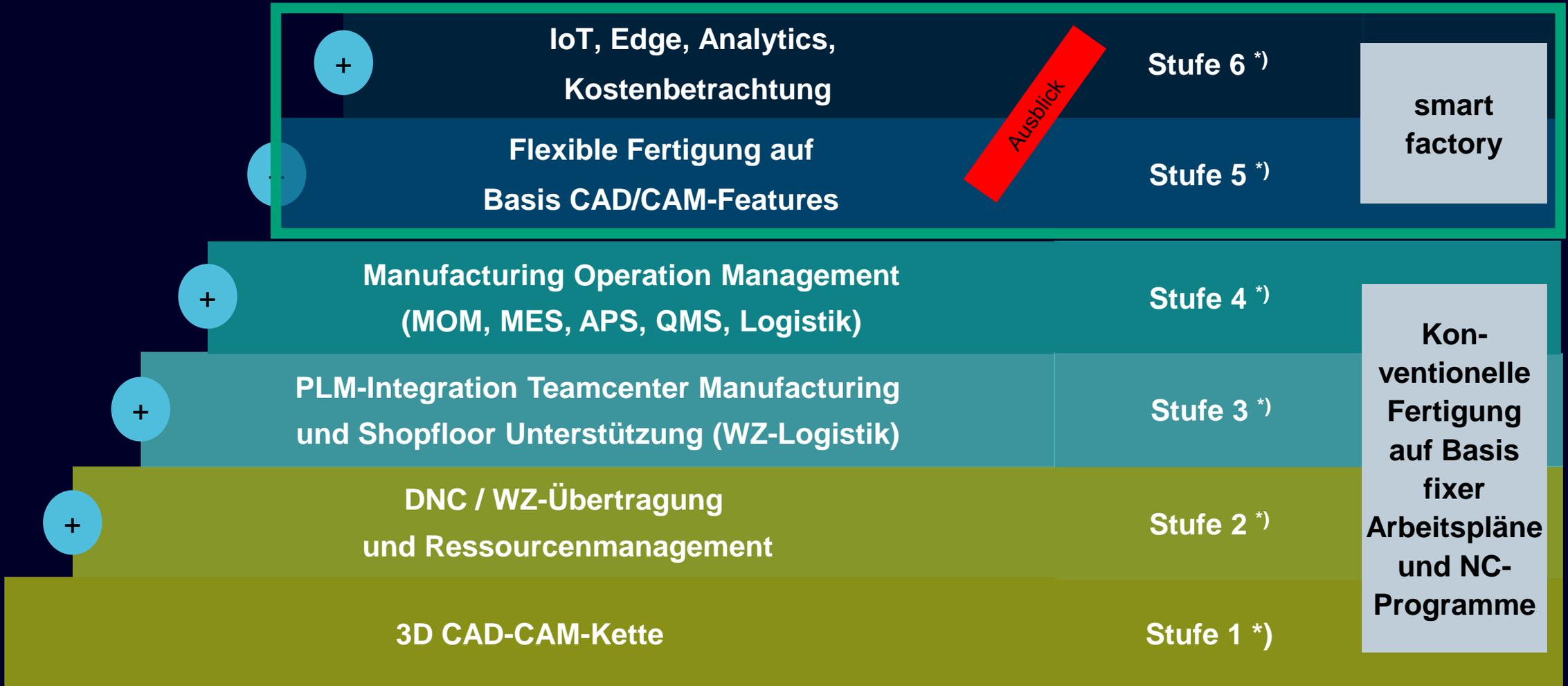


Top Down Ansatz

**transaktionsorientierter
Ansatz**

Neue Geschäftsmodelle

Stufenkonzept durchgängige Lösung für die Teilefertigung



*) optional mit Messmaschinenprogrammierung, additive Fertigung, Roboter-Programmierung

Stufe 5/6 – Unterschiede der Teilefertigung (Auszug I) *

konventionelle Fertigung < > Smart Factory (Industrie 4.0)

konventionelle Fertigung

Smart Factory (modellbasiert)

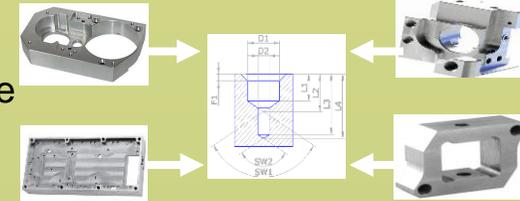
Digitaler
Zwilling des
Produktes

CAD-Modelle



CAD-Modelle auf Basis von
Funktionsweisen

CAD-Feature



CAD-Features auf
Basis zur flexiblen
Fertigung über
Teile hinweg

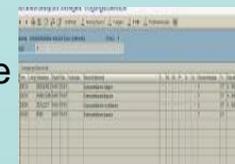
Digitaler
Zwilling der
Produktion

Arbeitspläne



0010 Sägen
0020 Fräsen NC-1
0030 Drehen NC-2

Arbeitspläne



0010
Komplett

Bereitstellung von NC-Progr. auf
Basis von sinnvollen Objekten
aufgrund der Maschinenbelegung
der Fertigung und
Auftragsanforderung

Digitaler
Zwilling der
Performance

Fertigungs-
aufträge



Sequenzielle Abarbeitung
nach geplanter
Vorgehensweise

Fertigungs-
aufträge



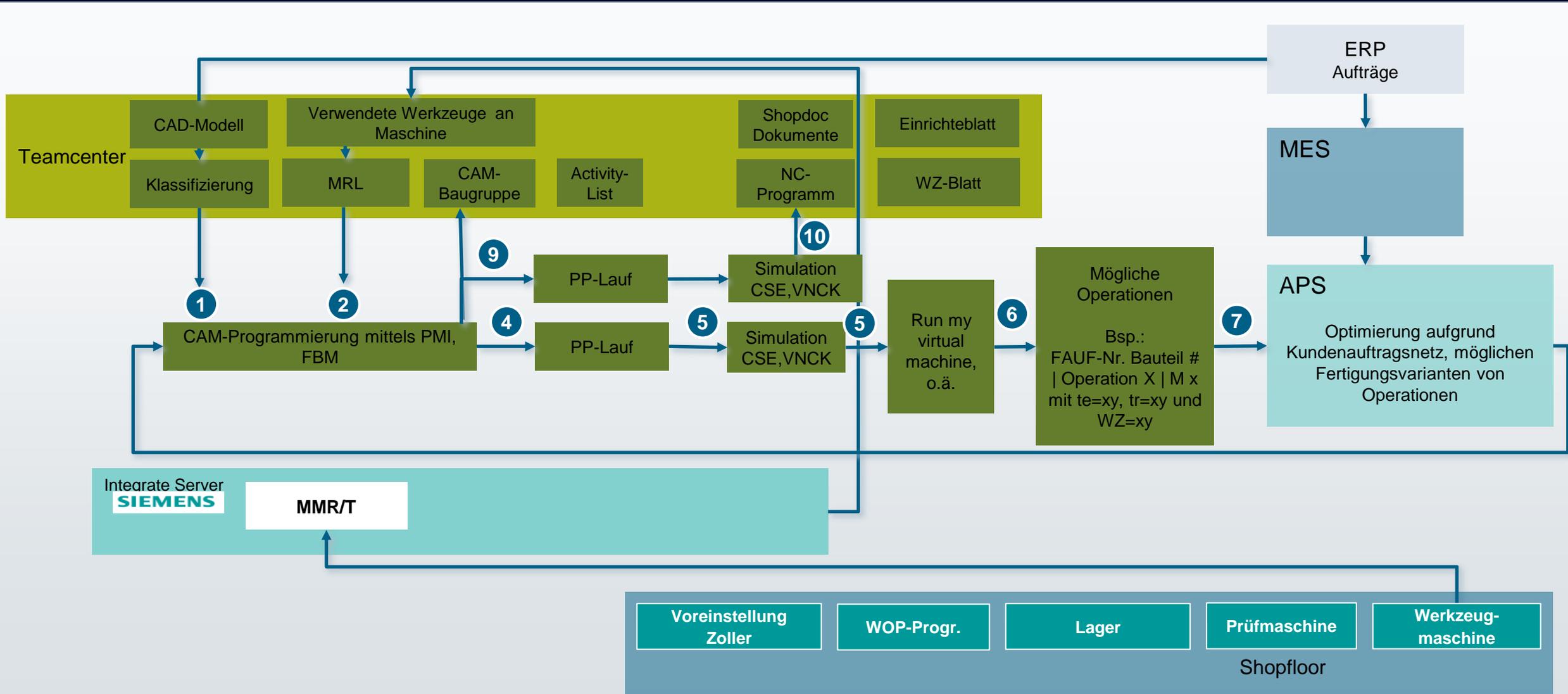
Bearbeitung von CAM-
Objekten auf Basis
vorhandener Ressourcen
und Objektgruppen über
div. serialisierte Bauteile

Genereller Ablauf gesamt *



NC-Programmierung zum Auftrag *

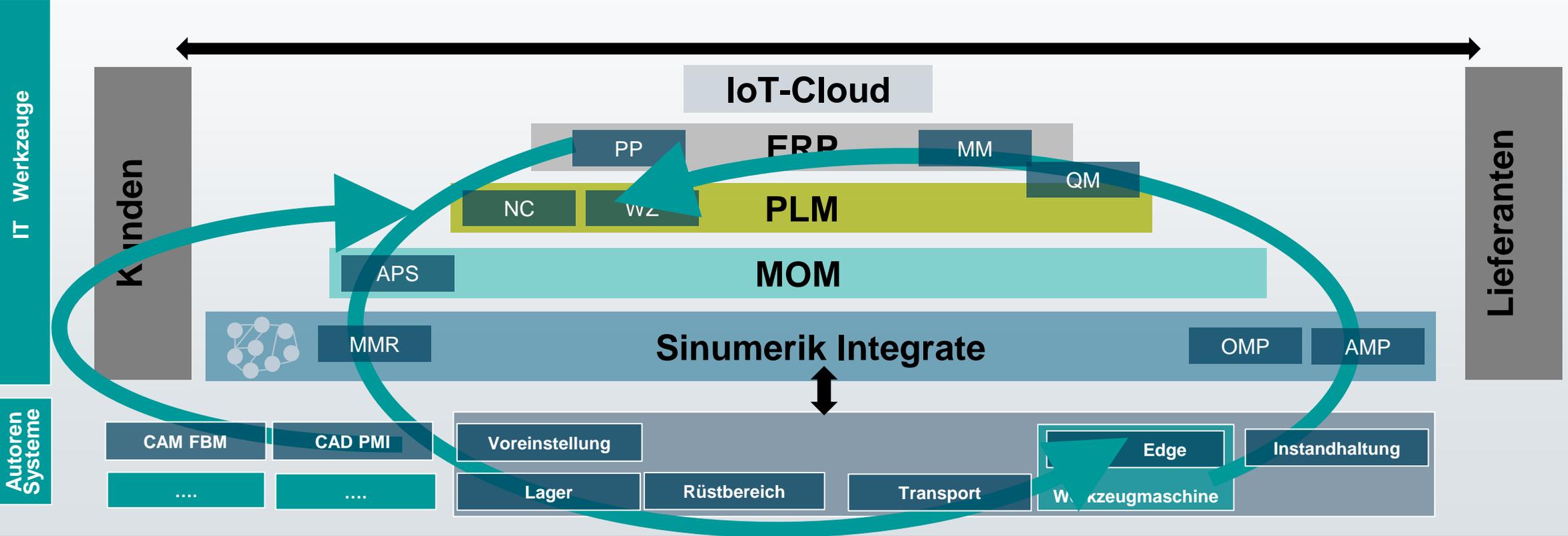
Vereinfachte Darstellung



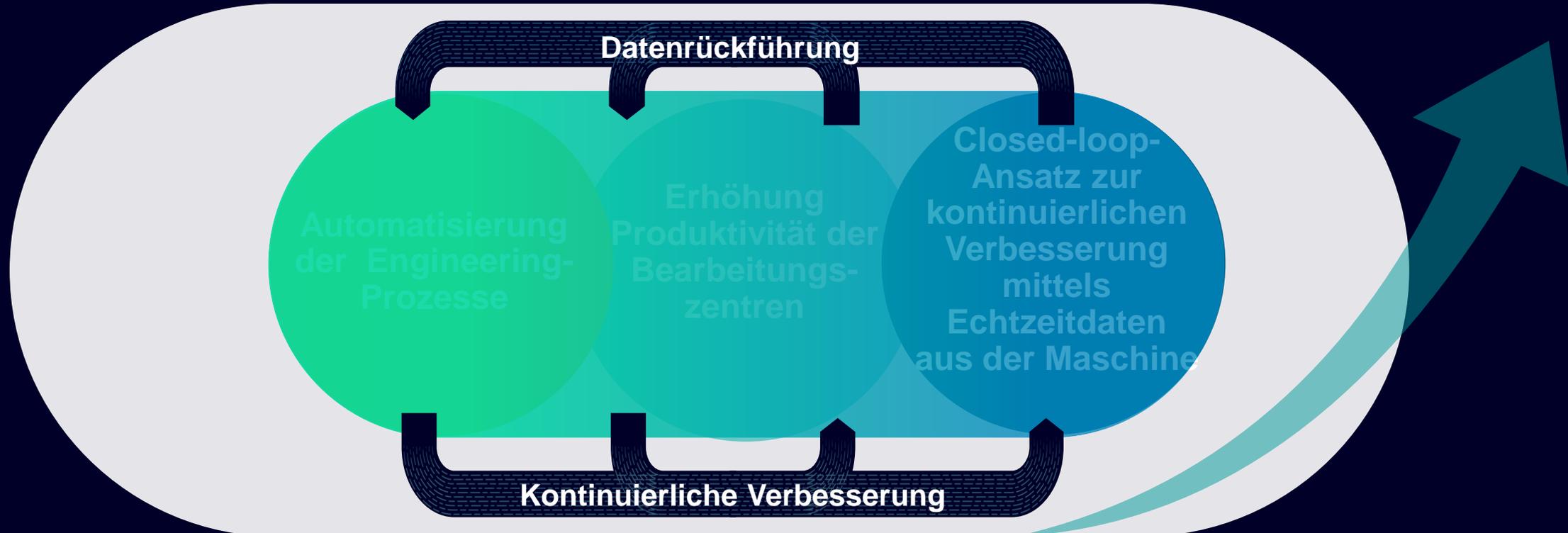
Agenda

1. Anforderungen an eine smart factory
2. Datendurchgängigkeit vom Engineering anhand von Beispielen
3. Nutzung der Daten aus dem Prozess anhand von Beispielen
4. Einführung über ein modulares Stufenkonzept und Ausblick in eine smart factory
5. Zusammenfassung

Abbildung der Prozesse zusammengefasst zur Abbildung des closed-loops part manufacturing *



Nutzenpotenziale (Auszug)



Kundenreferenz: Trefz GmbH – Hersteller von Präzisionsteile und Metallerzeugnissen

Reduzierung der Werkzeugkosten sowie Rüstzeiten mit Sinumerik Integrate

Herausforderung:

- Zusammenspiel verschiedener Systeme (ERP System, Werkzeugeinstellgerät und Steuerungen)
- Reduktion der Werkzeugkosten und der Rüstzeiten

Lösung

- Keine Verwechslung der Werkzeuge mehr, durch eindeutige Kennzeichnung
- Mit der neuen digitalen Werkzeugverwaltung werden die Werkzeuge im Vorfeld vermessen und dann freigegeben.
- Transparenz im Werkzeugbestand

Kundennutzen:

***Reduktion der Werkzeugkosten um 30%,
Reduktion der Rüstzeiten um 50%***



**Ihre Nutzenpotentiale mit einer Siemens
Potentialanalyse entdecken**

Erleben Sie live, wie Sie Ihre Prozesse optimieren können

<https://new.siemens.com/de/de/branchen/maschinenbau/werkzeugmaschinen/cnc4you/fokus-digitalisierung/cnc-process-chain.html>



Ausblick:
Online Symposium Teilefertigung
Werkzeugmaschinen
Hybrid im DEX in Erlangen
20.05.2022

thomas.muecke@siemens.com



Kontakt

Dr. Thomas Mücke

Senior Business PreSales Consulting Part Manufacturing
Siemens Industry Software GmbH
Digital Industries
Siemens Industry Software GmbH

Weilimdorfer Str. 11
70499 Stuttgart, Germany
Mobil: +49 152 26392501
<mailto:thomas.muecke@siemens.com>
www.siemens.com



Mayur Dass

Portfolio Development NX-CAD/CAM
Siemens Industry Software GmbH
Digital Industries
Siemens Industry Software GmbH

Am Kabelwerk 9
51063 Köln, Germany
Mobil: +49 152 22725233
<mailto:mayur.dass@siemens.com>
www.siemens.com



Ausblick:
Online Symposium Teilefertigung
Werkzeugmaschinen
Hybrid im DEX in Erlangen
20.05.2022