

Flexible Montage

Impulsreferat

Prof. Dr.-Ing. Rainer Müller

Zentrum für Mechatronik und Automatisierungstechnik gGmbH

Technologiezentrum

Nordenham, 14. Mai 2019

Zahlen und Fakten des ZeMA

- Gegründet 2009
- Unsere Gesellschafter sind
 - Saarland mit 60%
 - Universität des Saarlandes mit 20%
 - Hochschule für Technik und Wirtschaft mit 20%
- Mitarbeiter:
aktuell ca. 117 Mitarbeiter/-innen



Geschäftsführung

wissenschaftlich



Prof. Dr.-Ing.
Rainer Müller

kaufmännisch



Dipl.-Wirtsch.-Ing.
Andreas Noss

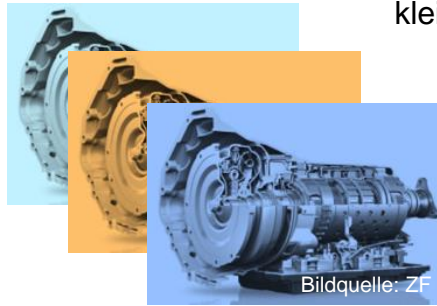


Es gibt eine Vielzahl von äußeren und inneren Einflüssen, die insbesondere auf produzierende Unternehmen einwirken



Flugzeugbau:

kundenindividuelle Lösungen
kleine Stückzahlen



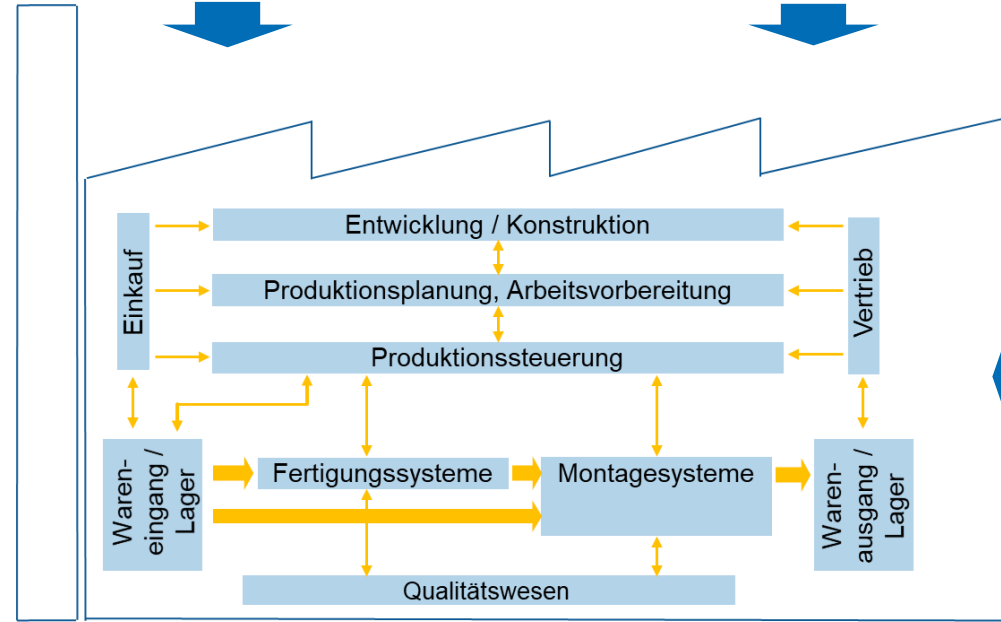
Bildquelle: ZF

Automobilzulieferer:

Hohe Produktvarianz
hohe Stückzahl

Fortschreitende Globalisierung

Ressourcenlage



In Anlehnung an: Spur

➔ Materialfluss
➔ Informationsfluss

Technologischer Fortschritt

Umwelt

Um im Wettbewerb erfolgreich zu bleiben, müssen die Unternehmen kontinuierlich Optimierungen und Lösungen für eigene Produktions- und Unternehmensprozesse vorantreiben und umsetzen.

Die Umsetzung einer flexiblen, wandlungsfähigen und transparenten Montage ist eine Herausforderung

Sondermaschinenbau



Woll

Luftfahrt



PAG, Airbus



Produktionsanlagen



XENON

Weißware

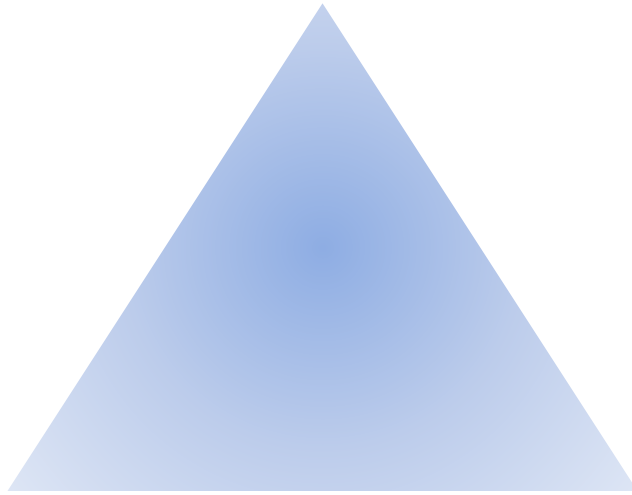


Miele

Die Montage im nationalen und globalen Wettbewerb muss hinsichtlich verschiedenster Zielgrößen optimiert werden

Die Perfekte Produktion: Magisches Dreieck wichtiger Zielgrößen

Wirtschaftlichkeit



Transparenz

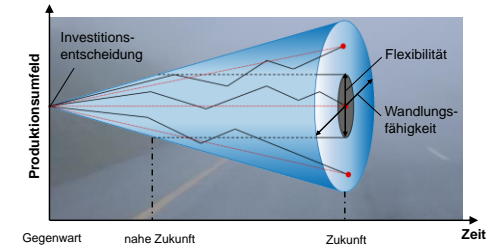
Reaktionsfähigkeit

Quelle: J. Kletti, J. Schumacher: Die perfekte Produktion

Das Ziel ist die Beherrschung der Problemstellungen und vorherrschenden Komplexität durch Vernetzung, Wandlungsfähigkeit und Assistenz in der Produktion und speziell der Montage.

Erreichung der Zielgrößen u.a. durch:

■ Wandlung



■ Assistenz

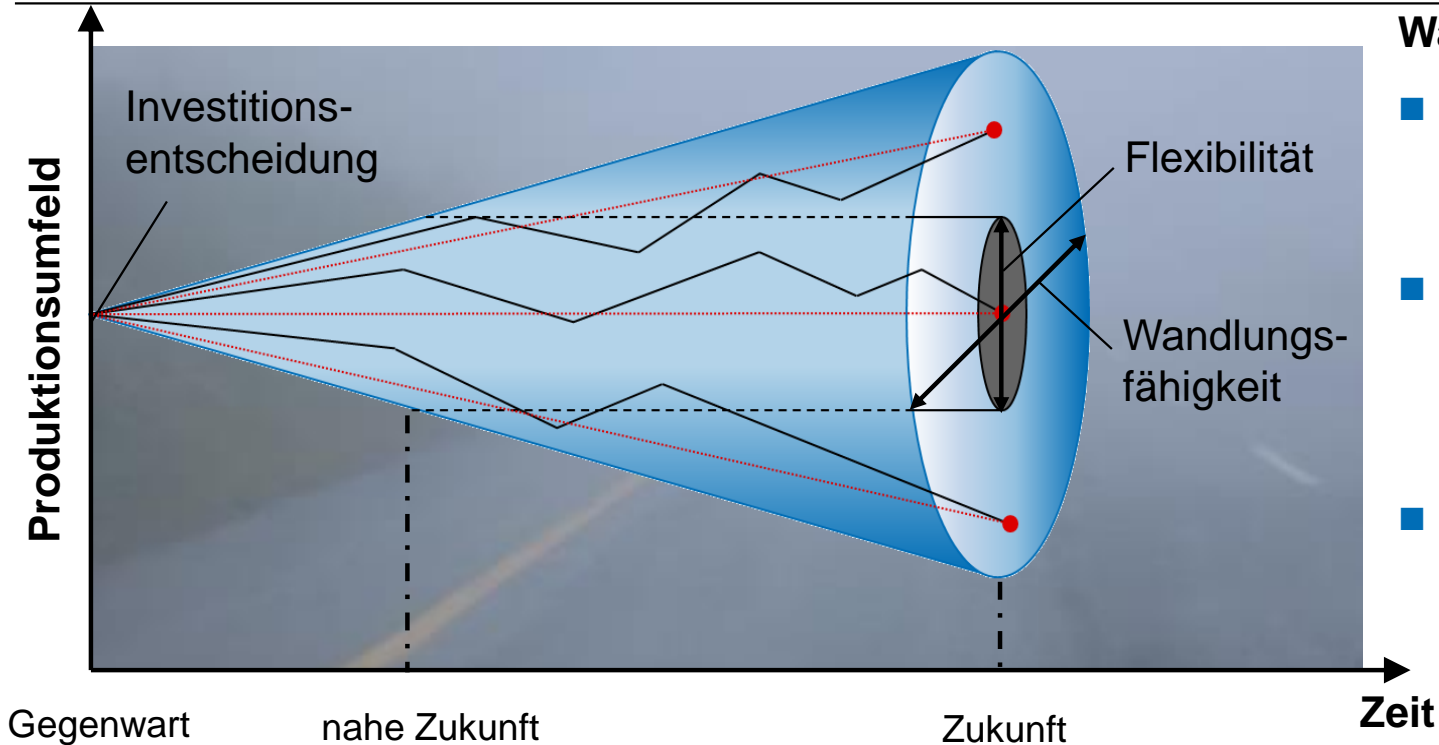


Bildquelle: produktion.de

■ Vernetzung



Wandlungsfähigkeit ermöglicht die Reaktionsfähigkeit des Montagesystems auf sich stark ändernde Randbedingungen

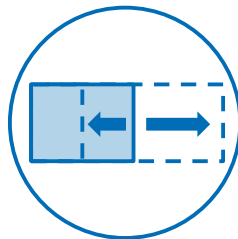


Wandlungsfähigkeit bedeutet:

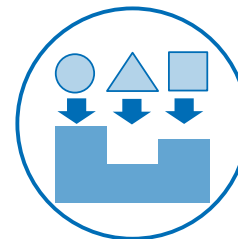
- Anpassungsfähigkeit jenseits des vorgehaltenen Flexibilitätskorridors
- Freiräume für unvorhersehbare Veränderungen wurden vorgedacht
- Investitionskosten für Anpassungen entstehen erst bei der Durchführung der Veränderung



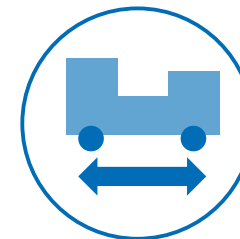
Modularität



Skalierbarkeit



Universalität



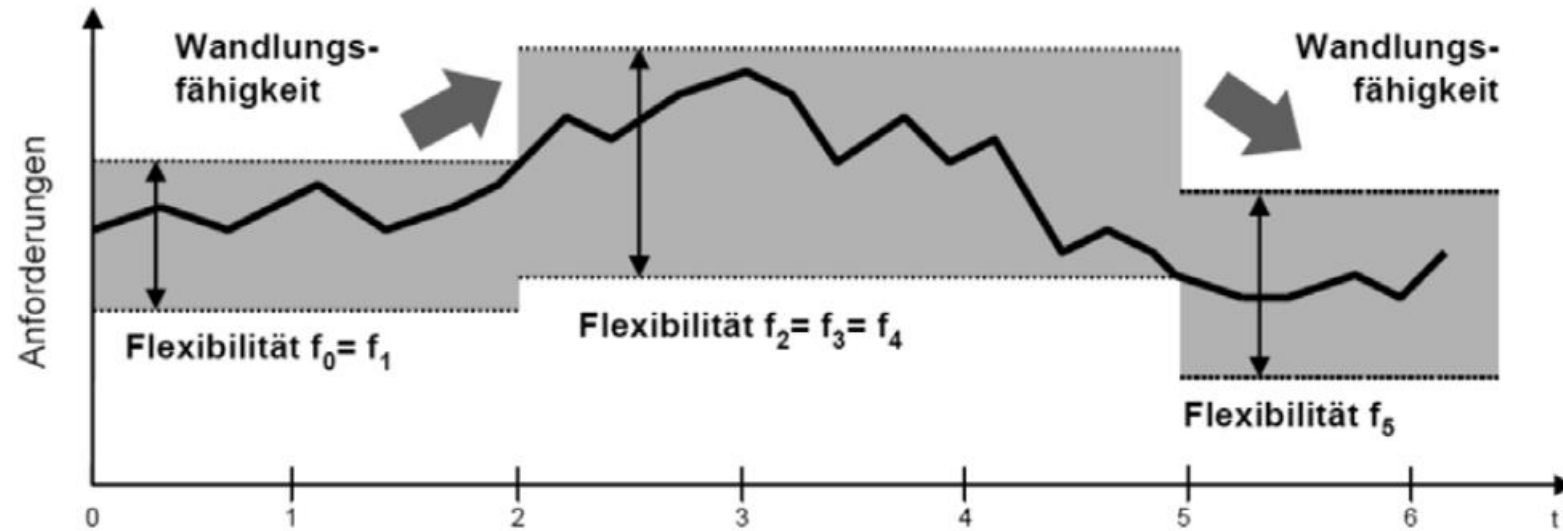
Mobilität



Kompatibilität

Befähiger für Wandlungsfähigkeit:

Modularität und Skalierbarkeit ermöglicht Flexibilität. Wandlung ermöglicht es den vorgedachten „Korridor“ zu wechseln.



Wandlungsfähigkeit

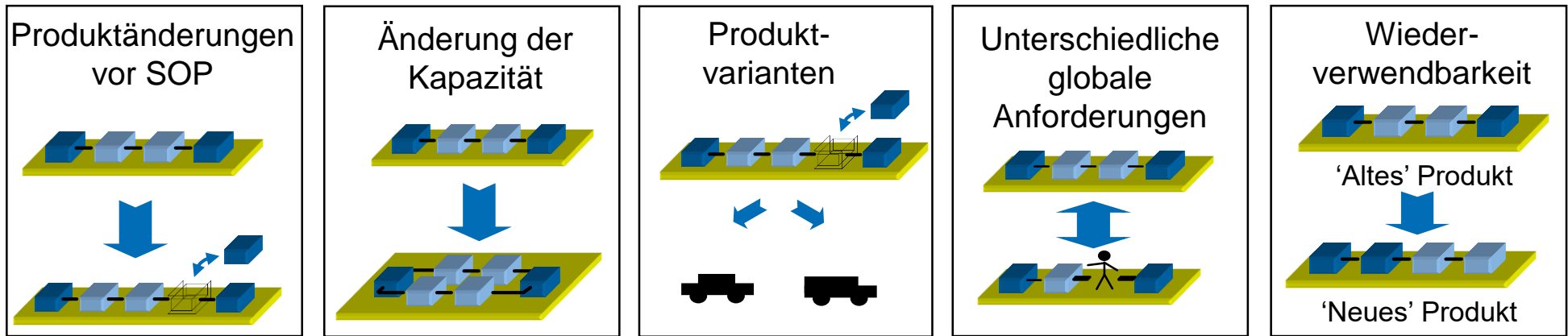
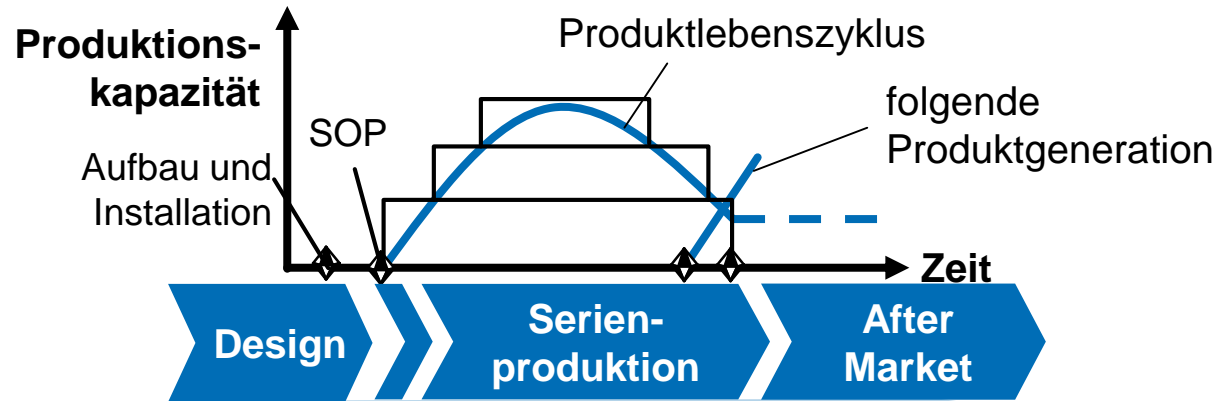
- Veränderbarer Lösungsraum
- Veränderungen im Bedarfsfall
- Rekonfiguration und Rückbauoption als Grundeigenschaft

Flexibilität

- Vorgehaltener Fähigkeitsbereich
- Skalierbar in festgelegten Korridoren
- Rück- / Umbau oft nicht vorgesehen

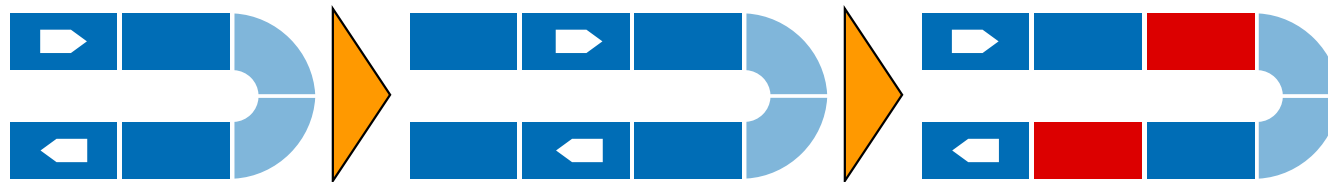
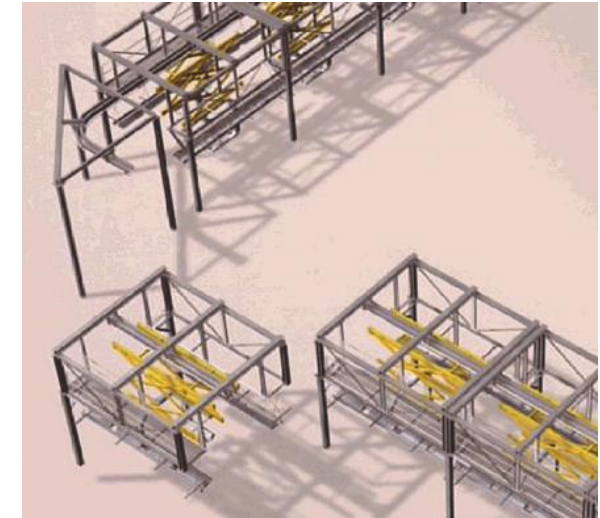
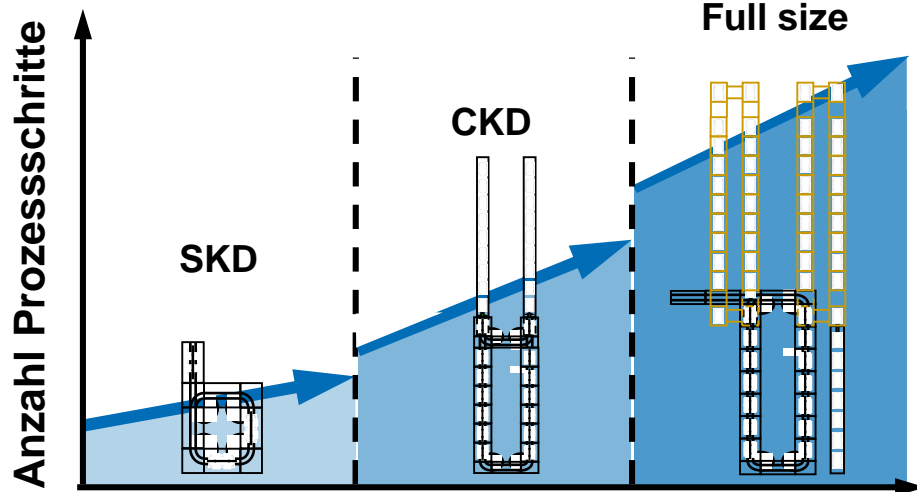
Quelle: Zäh; Wiendahl

Modular konzipierte Montagesysteme sind über den Produktlebenszyklus durch Rekonfiguration anpassungsfähig

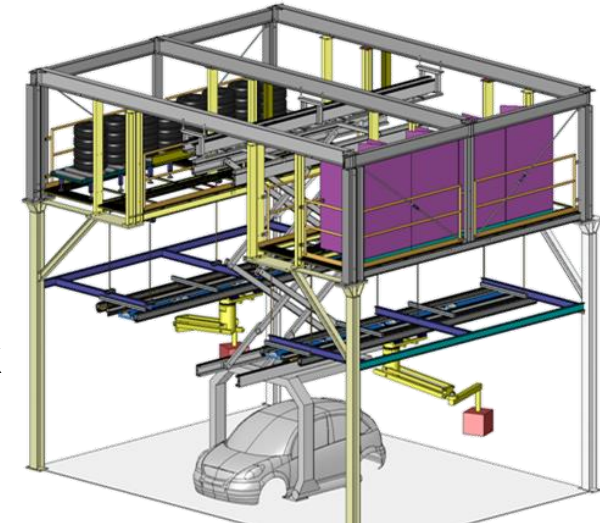


Modularität der Anlage als zentraler Ausgangspunkt zur Rekonfiguration

Die konsequente Anwendung von Rekonfigurierbarkeit ermöglicht Wandlungsfähigkeit.



- Änderungen im Produkt → mehr/weniger Takte
- Änderungen in der Technologie → Anpassung Prozesstechnik
- Änderungen in der Stückzahl → Anpassung der Taktzeit



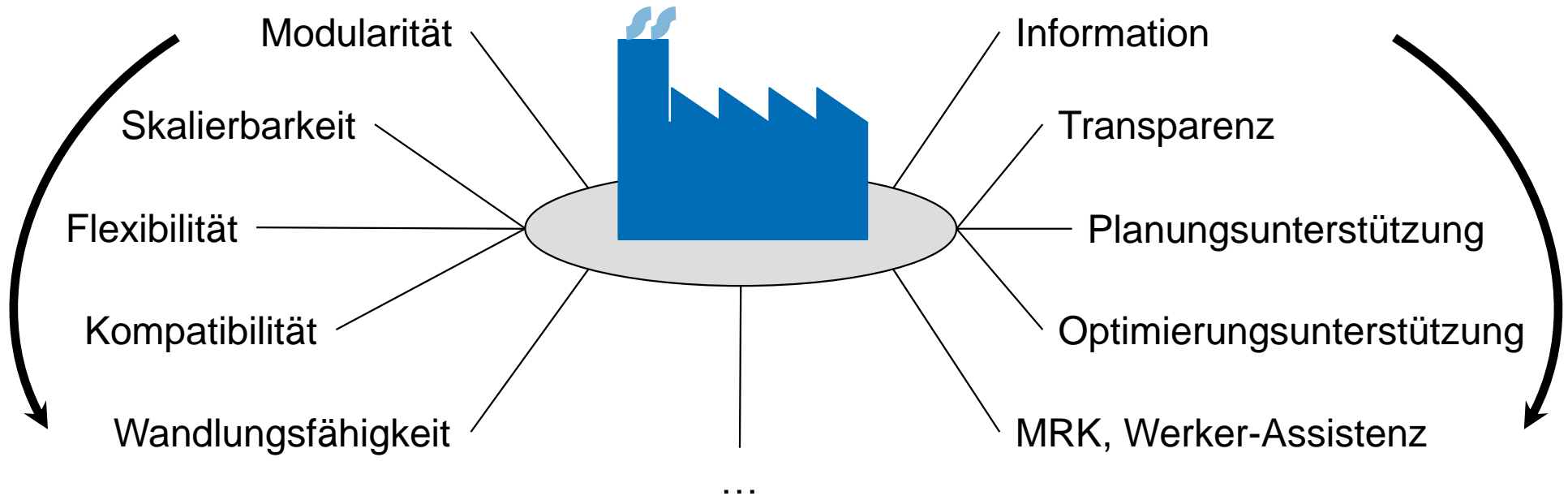
Quelle: Dürr, Daimler

Industrie 4.0 erweitert die bisherigen Möglichkeiten einer wandlungsfähigen Montage und bietet weitere neue Potentiale

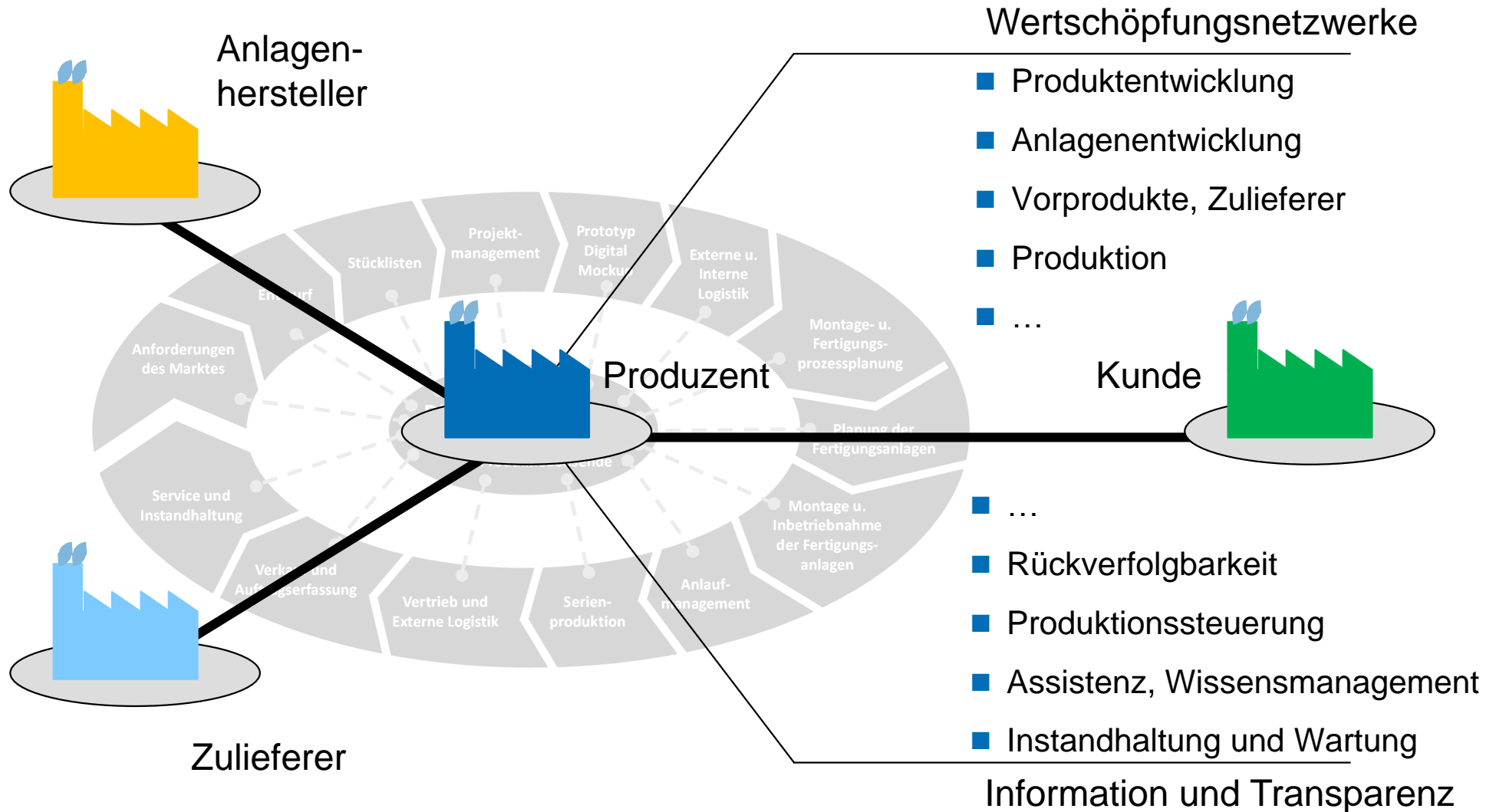
Wandlungsfähigkeit



Industrie 4.0



Die Montage im Zentrum verschiedener Wertschöpfungsnetzwerke – Industrie 4.0 ermöglicht mehr Information und Transparenz



Der Mensch kann in seiner Rolle als Planer, Entscheider, und Akteur fähigkeitsbasiert mittels Assistenz unterstützt werden



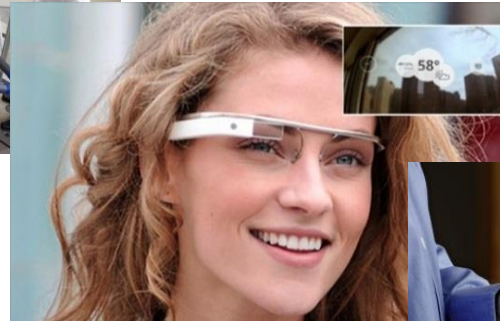
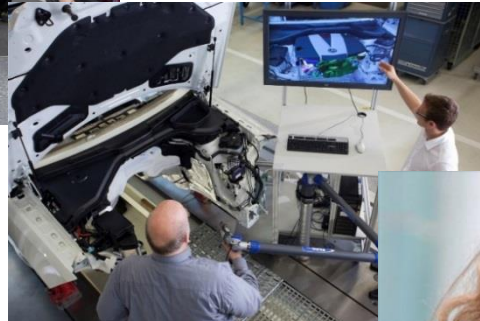
Virtual Reality

Augmented Reality

Datenbrillen

Tablets

...



Planung

Steuerung

Montage

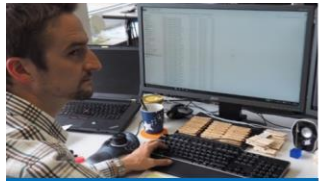
Instandhaltung

...

Assistenzsysteme können den Mitarbeiter auf Basis vorhandener Informationen mit notwendigen Anleitungen und Empfehlungen in unterschiedlichen Prozessen unterstützen.

Bildquellen: produktion.de, wearear.de, stockcreatorblog.de

Beispiel1: Digitalisierung von Änderungen im Sondermaschinenbau und Vernetzung von Konstruktion und Shop-Floor



Konstruktion/Entwicklung
Leiter reicht die Änderung
an Konstrukteure weiter



Fertigung
Übermittlung der
digitalen
Zeichnungsänderung

Digital

Änderung wird
vorgenommen und
wird in den Kreislauf
erneut
eingeschleust



Konstruktion/Entwicklung
Erstellung der Zeichnung



Analog



Arbeitsvorbereitung
Druck der Zeichnung



Fertigung
Meister nimmt die
Änderung vor



Fertigung
Facharbeiter muss an
Meister eskalieren



Fertigung
Facharbeiter bemerkt
Fehler

- Verbesserte Kapazitätsplanung in der Konstruktion
- Transparenz des Projektfortschrittes
- Verkürzte Projektlaufzeit durch simultane Erstellung der Gesamtdokumentation zum Produktionsprozess
- Frühzeitige Erkennung und Vermeidung von konstruktiven Fehlern in Folgeprojekten

AutoID-Code Plug-In und AutoID-Codes auf technischen Zeichnungen als initiale Befähigung

Auszug aus Siemens NX – Auto-ID Code Plugin

The image displays a screenshot of the Siemens NX software interface. The main window shows a technical drawing of a component with two views, VIEW A and VIEW B. A QR code is visible in the bottom right corner of the drawing area. A dialog box titled 'Ablagemanager' (Save Manager) is open, showing options for saving the drawing as a PDF. The dialog box includes fields for the file name, project, project leader, and team leader, and an 'Anwenden' (Apply) button. Below the dialog box, a technical drawing of a component is shown, along with a 3D model of the component. A blue double-headed arrow indicates the relationship between the QR code in the drawing and the 3D model. The drawing includes dimensions and a table with the following data:

| Material | Zeichnungsnummer |
|---------------|------------------|
| WELM U-metall | |

Below the drawing, there is a table with the following data:

| Material | Material | Material | Material |
|----------|----------|----------|----------|
| WOLLM | WOLLM | WOLLM | WOLLM |

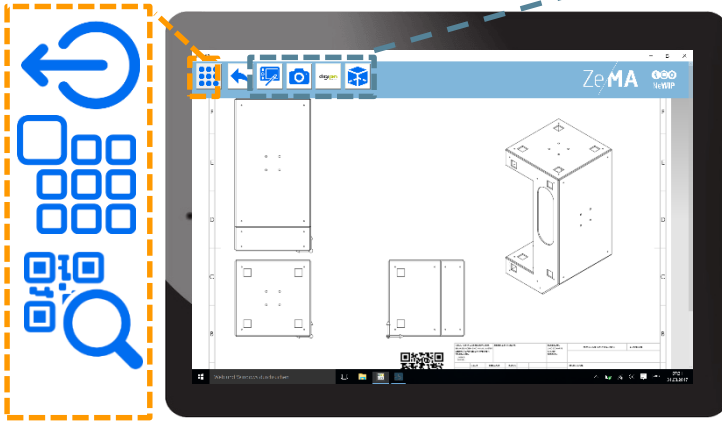
The drawing also includes a table with the following data:

| Material | Material | Material | Material |
|----------|----------|----------|----------|
| WOLLM | WOLLM | WOLLM | WOLLM |

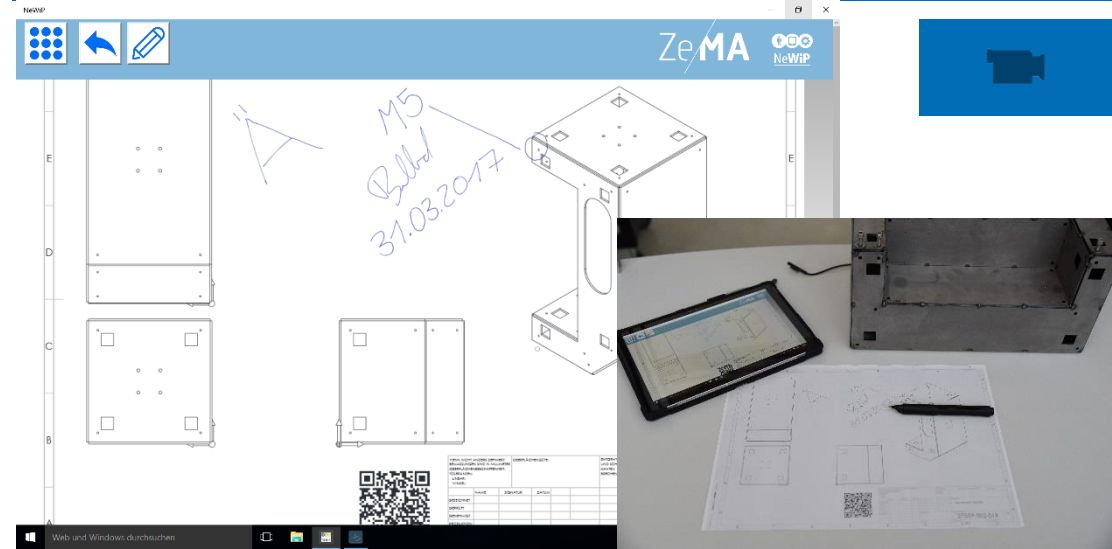
Auszug aus PDF – Auto-ID Code Plugin

Multimodale Funktionalitäten zur Aufnahme und Dokumentation von Änderungen an Sondermaschinen

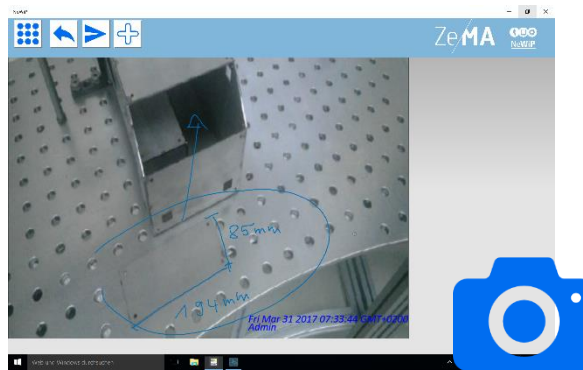
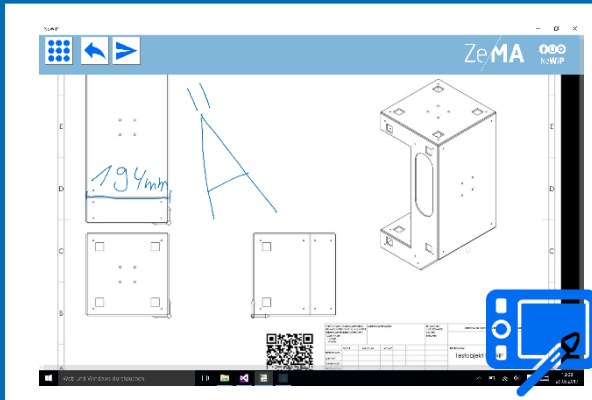
Mensch-Maschine Schnittstelle



Änderungsaufnahme / -dokumentation



Multimodale Funktionalitäten



Beispiel2: Assistenz und Prozessdokumentation in der Getriebe-Nacharbeit bei ZF in Saarbrücken

■ Hochgradig automatisierter & abgesicherter Arbeitsplatz in der Linienmontage

- Zwischenprüfungen während der Montage
- Anbindung an MES-Datenbanken:
 - Prüfung von Prozessdaten
 - Plausibilisierung von Bauteilen
 - Vollständigkeitsprüfungen
 - Rückverfolgbarkeit Prozessdaten & Bauteile



Automatisierter
Arbeitsplatz

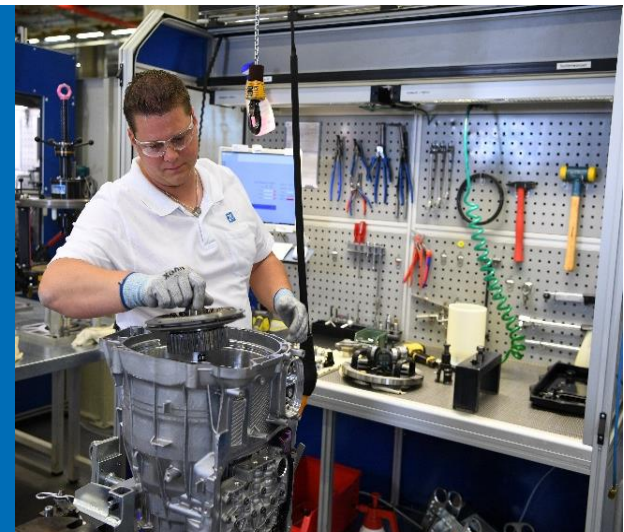


■ Werkbank-Arbeitsplatz zur Nacharbeit

- Arbeitsplatz ohne Variantenbindung
- Keine durchgängige systemische Plausibilisierung
- Qualität im Prozess stark abhängig vom Mitarbeiter -> hoher Schulungsaufwand



Manueller
Nacharbeitsplatz



Anforderungen an das Assistenzsystem zur Assistenz, Prozessführung und Dokumentation



Informieren

- Information über durchzuführende Prozesse
 - Anweisungen zum Prozessverlauf
- Parametrierung der Betriebsmittel
 - Automatisierte Einstellung von Betriebsmittel
 - Vorbeugende Prozessabsicherung

Parametrieren



- Verifikation kritischer Prozesse
 - Automatisiertes Ansteuern der Betriebsmittel zur Überprüfung des Prozesses



Absichern und Prüfen

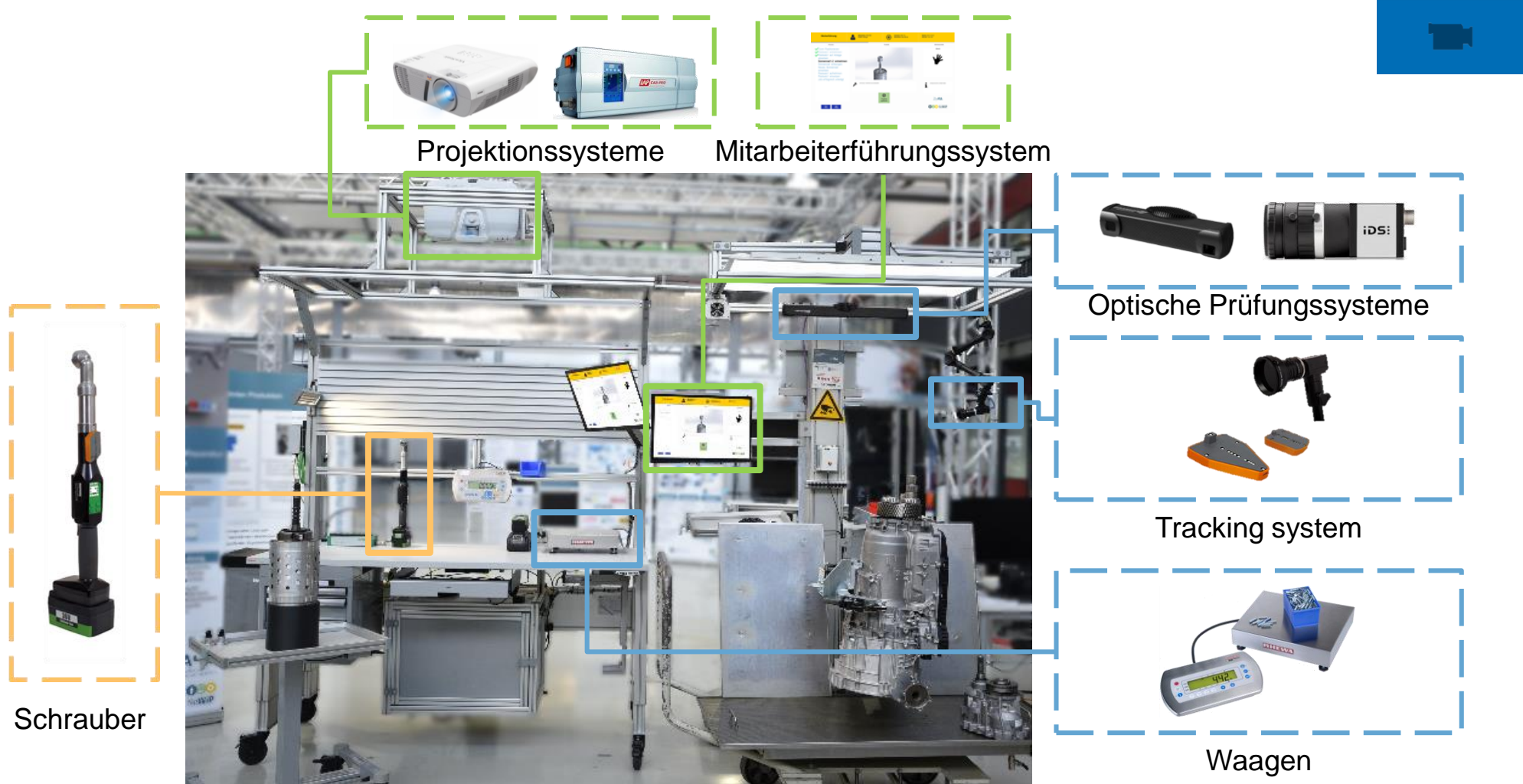
- Dokumentation der Prozesse
- Assistenz unter Berücksichtigung der Mitarbeiterqualifikation

Dokumentieren



- Flexibilität im Arbeitsprozess
 - Mitarbeitergetriebene Änderungen im Prozessablauf

Pilotarbeitsplatz und Prototyp für die assistierte Reparatur von Automatgetrieben am ZeMA



Beispiel3: Durchführung verschiedener komplexer Montageprozesse in der Flugzeugmontage



Manuelle Prozesse umfassen u.a.:

- Positionierung von Bauteilen
- Nietprozesse
- Abdichtapplikationen
- Prüfprozesse



Herausforderungen:

- Schulung und Qualifizierung von Personal
- Fehlende zuverlässige überwachende Prozesse (Dokumentation)
- Hohe Lohnkosten
- Geringe Stückzahlen
- Qualitätskontrolle



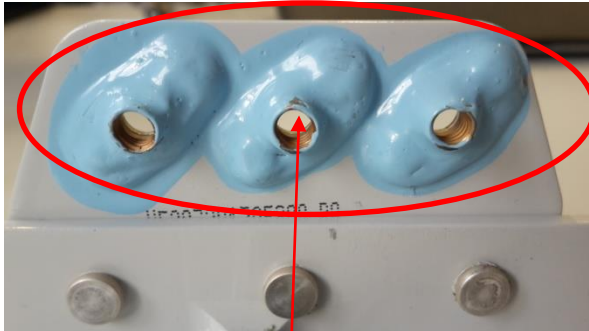
Figures: compositeworld.com, Airbus, Boeing

Anwendungsbeispiel: Abdichtprozesse am Fußbodenquerträger in der Strukturmontage

Abgedichtete Nieten



Fußbodenquerträger



Abgedichtete Erdungspunkte



Abgedichtete Halterungen



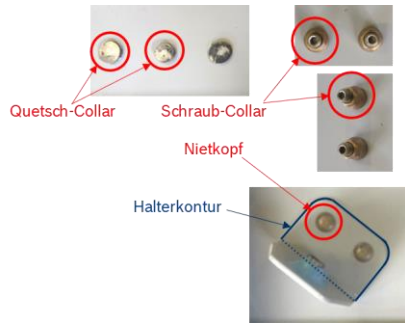
Figures: Premium Aerotec, Airbus

In der Strukturmontage der Sektionen wird unter anderem der Fußbodenquerträger montiert. Sealant Applicator Floorgrid Assembly



Produkt

- Am Fußbodenquerträger werden eine hohe Anzahl an Haltern und Winkel sowie hunderte von Nieten montiert.
- Als Korrosionsschutz werden Dichtmittelraupen an z.B. Haltern oder Nieten aufgetragen.



Prozess

- Die Dichtmittelraupen müssen die Fügstellen komplett verschließen, damit keine Feuchtigkeit eintreten kann.
- Der Zweikomponenten-Dichtmittelstoff wird luftblasenfrei appliziert.



Betriebsmittel

- Das Abdichten der Anbauteile am Träger erfolgt in einem manuellen Montageprozess.
- Der Auftrag des Dichtmittels erfolgt mit einer Klebepistole





Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Prof. Dr.-Ing. Rainer Müller

ZeMA - Zentrum für Mechatronik und
Automatisierungstechnik gemeinnützige GmbH

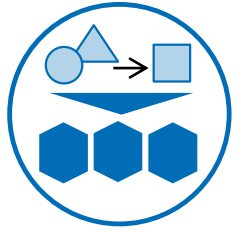
Eschberger Weg 46

D-66121 Saarbrücken

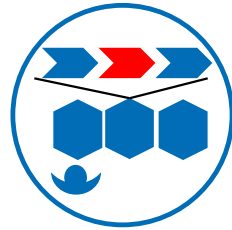
Tel +49 (0) 6 81 - 85 787 - 16

Mail rainer.mueller@zema.de

Den konkreten Herausforderungen können Unternehmen mit abgestimmten Strategien begegnen



Produktänderung



Prozesse

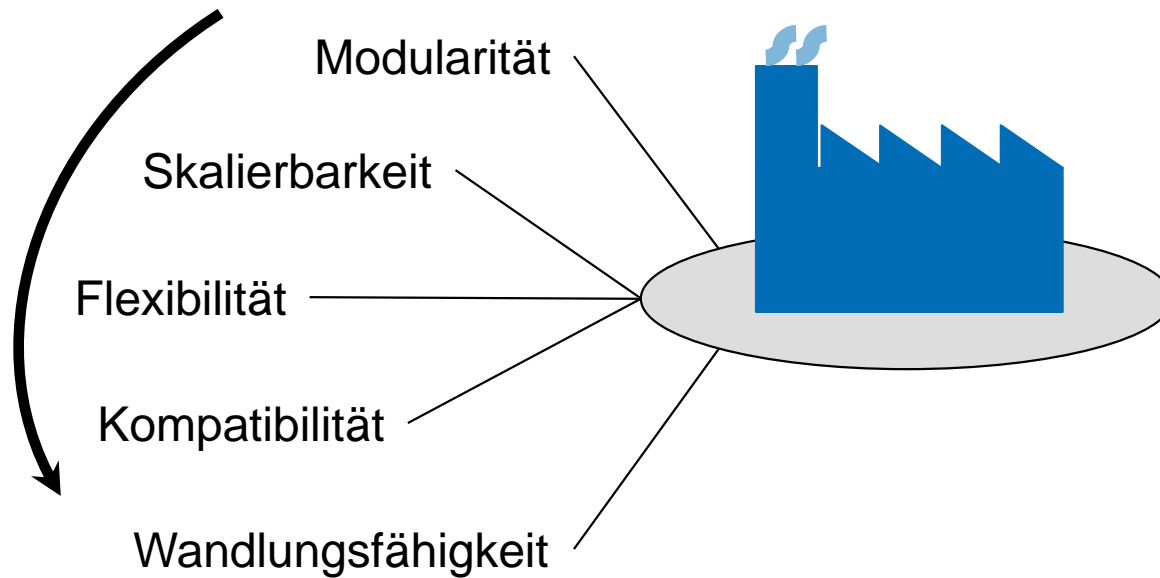


Re-/Konfiguration von
Betriebsmitteln

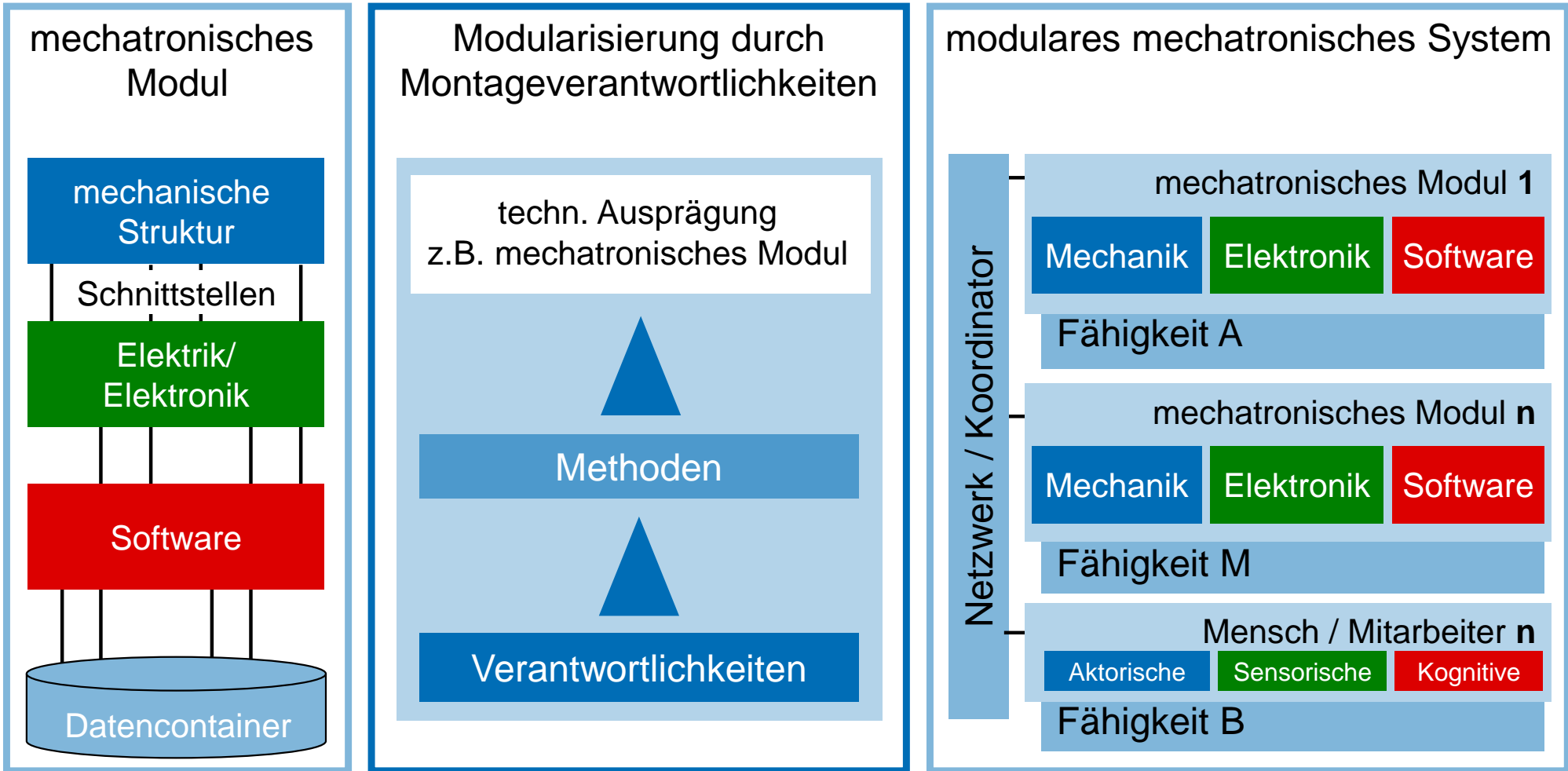


Mitarbeiter

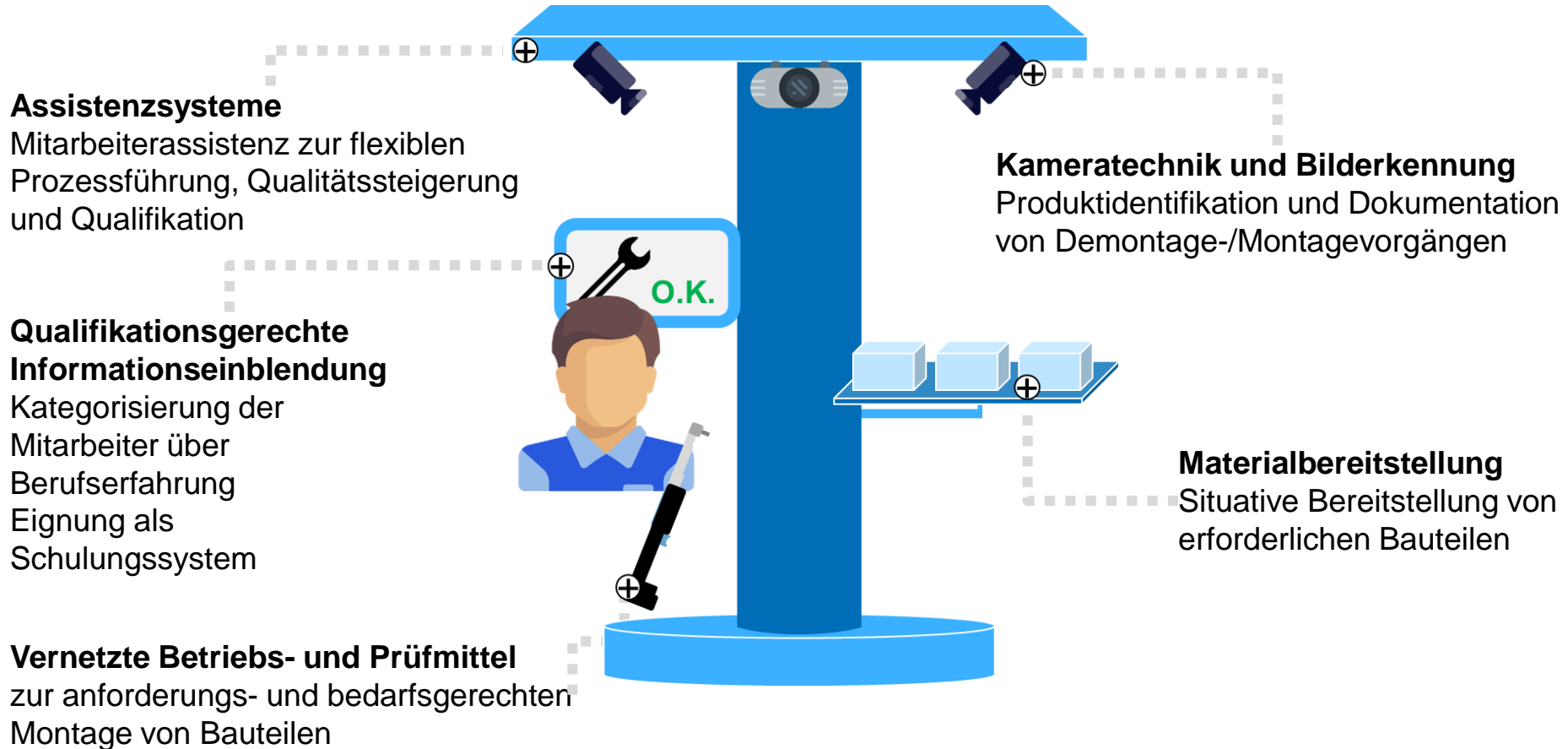
Herausforderungen



Mechatronische Module befähigen die Modularisierung von Montagesystemen und erfüllen spezifische Aufgaben



Vision: Abgesicherter Nacharbeitsplatz zur Mitarbeiterassistenz, Prozessabsicherung und Dokumentation



ZeMA: Schwerpunkt Forschung / Entwicklung bei Modellierung (Datenmodelle, Reparaturpläne), Steuerung, Assistenztechnologien und Mitarbeiterführungssystem.