

# Design und Gestaltung des digitalen Montageplatzes der Zukunft

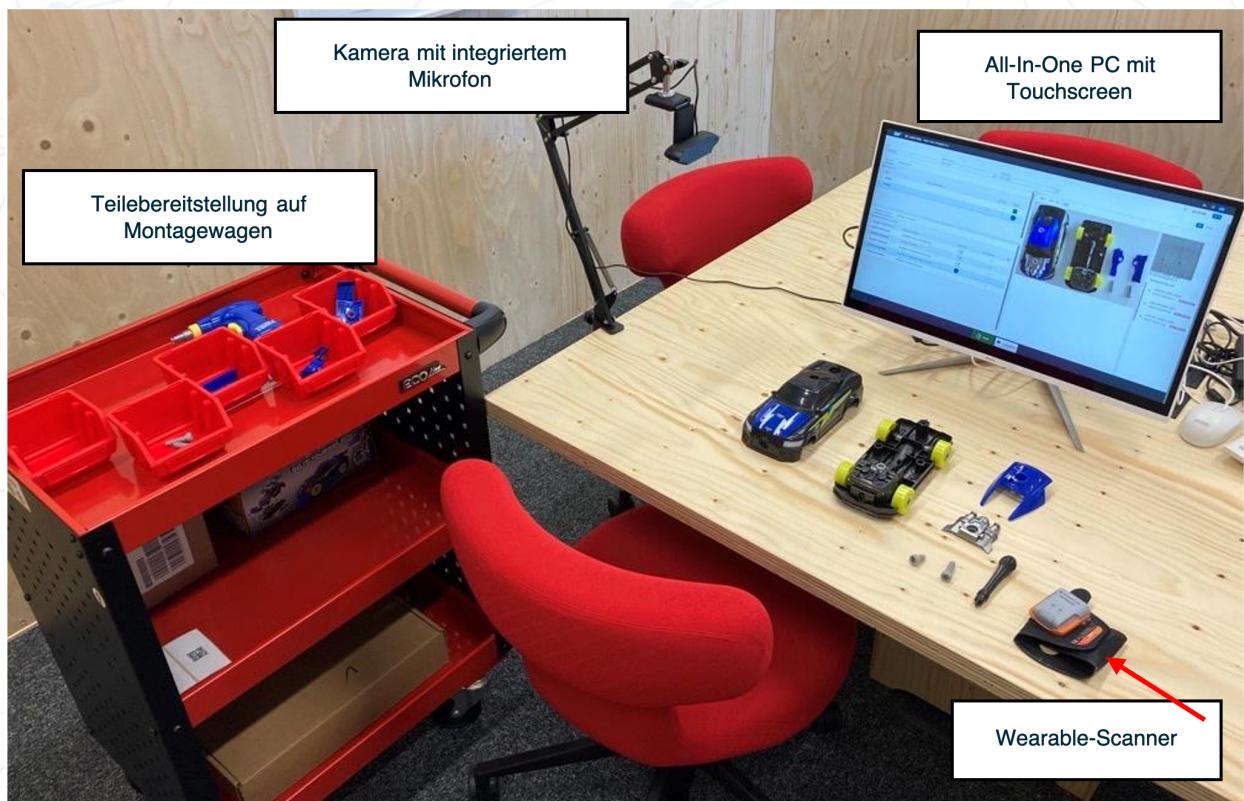
## Prototypische Umsetzung

Der stetig wachsende globale Wettbewerb führt zu steigender Produktvielfalt, kürzeren Produktlebenszyklen sowie hohem Kosten- u. Qualitätsdruck, weshalb Unternehmen stetig dazu gezwungen sind ihre Produktion zu optimieren und Abläufe effizienter zu gestalten. Aufgrund der steigenden Variantenvielfalt wird zudem vermehrt auf manuelle Montagesysteme gesetzt, da der Mensch mit seinen kognitiven Fähigkeiten, seinem Wahrnehmungsvermögen sowie spezifischen Fertigkeiten flexibel und schnell an neue Gegebenheiten anpassbar ist. Daraus resultiert allerdings auch eine höhere physische und psychische Belastung der Mitarbeiter. Um dem entgegenzuwirken und weiters eine Effizienzsteigerung zu ermöglichen, werden digitale Technologien zur Assistenz in Betracht gezogen.

Zur Evaluierung der Stärken und Schwächen neuartiger Technologien bzw. Zur Demonstration der Umsetzbarkeit wurde das Konzept realisiert, in dem ein Montageplatzprototyp in unserem concircle Büro in Wien aufgebaut wurde.

Der Prototyp zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus:

- Integration des Manufacturing Execution Systems SAP Digital Manufacturing Cloud for Execution mit Verbindung zum ERP-System SAP S/4HANA
- Multimodale Interaktion per Touchscreen, Sprachbefehlen und Handgesten
- Komponentenerkennung bzw. -validierung mittels Kamera und KI-Algorithmus
- Einsatz eines Wearable-Scanners für Traceability relevante Teile mit QR-Code



Assembly station prototype in concircle office

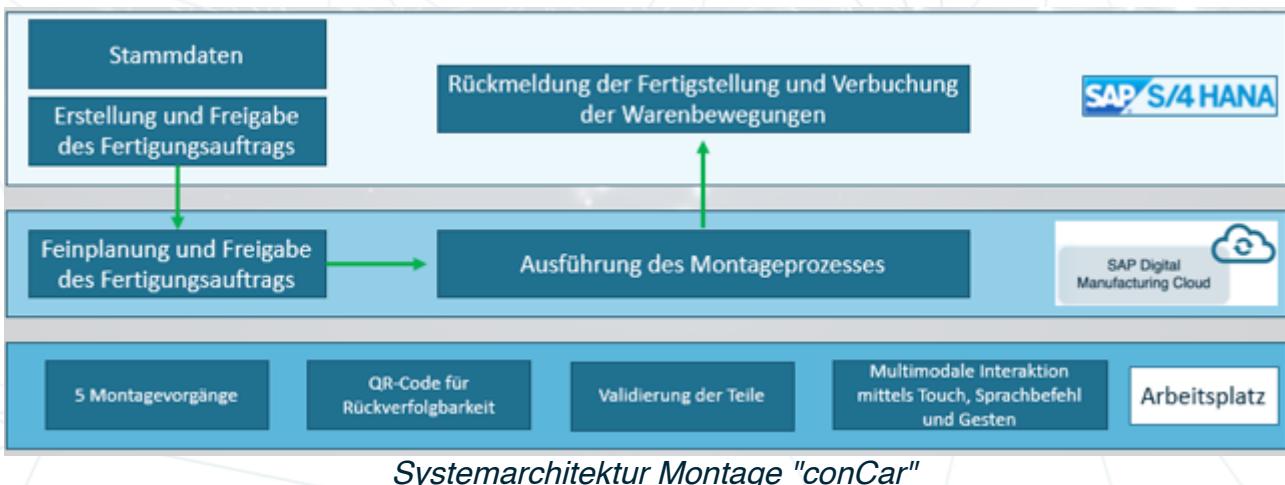
Als Herzstück dient der All-In-One PC MSI Pro 22XT 10M mit einem 21,5 Zoll großem Multitouchscreen. Dieser ist per WLAN mit dem Internet und dem cloudbasierte Manufacturing Execution System SAP Digital Manufacturing Cloud for Execution (DMCe) verbunden.

Als Kamera mit integriertem Mikrofon dient die Webcam Logitech. Das aufgenommene Kamerabild wird zur Erkennung der Montageteile sowie der Handgesten verwendet. Das integrierte Mikrofon wird für die Sprachsteuerung genutzt.

Weiters wird der „ProGlove Mark Basic“ Wearable Scanner der Firma Workaround GmbH eingesetzt. Der Scanner selbst ist an einer Manschette, die am Handrücken getragen wird, befestigt und kommuniziert via Bluetooth mit dem PC. Das Auslösen des Scanners erfolgt durch ein Drücken mit dem Daumen am Index Trigger an der Manschette.

## Implementierung des Montageprozesses

Folgende Systemarchitektur liegt für den Montageprozess vor:



In weitere Folge werden die für den Montageprozess benötigten Stammdaten kurz umrissen um darauf aufbauend den Montageablauf zu skizzieren.

### Stammdaten

Die Anlage bzw. Pflege der Stammdaten stellt die Grundlage für den gesamten Montageprozess dar. Als ERP-System, das auf Unternehmensleitebene einzuordnen ist, wird die SAP S/4 HANA Software verwendet. Zunächst wurden im Materialstamm die zentralen Informationen aller verwendeten Einzelteile sowie des Fertigerzeugnisses angelegt und gepflegt. Die Einzelteile wurden dabei als fremdbezogene Rohmaterialien klassifiziert, die im Montageprozess zum Fertigerzeugnis „CONCAR“ (SAP-Materialbezeichnung) verarbeitet werden. Die Materialien:

- Unterboden (CONCAR\_UNDERFRAME)
- Motor (CONCAR\_MOTOR)
- Karosserie (CONCAR\_BODY)
- Dach (CONCAR\_ROOF)

wurden als „kritische“ Teile definiert und mit einem QR-Code zur Rückverfolgbarkeit versehen. Der Verbrauch dieser Komponenten wird manuell im MES erfasst, wobei zusätzlich der QR-Code gescannt werden muss.

Als nächstes erfolgte das Anlegen der Fertigungshilfsmittel (FHM). Dabei wurden die Arbeitsanweisungen in Form von Bildern als Dokument bzw. FHM Konstruktionszeichnung erstellt. Diese werden in weiterer Folge im Arbeitsplan den jeweiligen Vorgängen zugeordnet und mit dem Fertigungsauftrag an das SAP-DMC System übertragen und angezeigt. Anschließend wurde der Arbeitsplatz (Work Center), an dem der Montagevorgang vollzogen wird, gepflegt. Da im Falle dieses Montageszenarios nur ein Montageplatz existiert, werden alle Vorgänge auf diesem durchgeführt.

Mit der Erstellung der Stückliste, erfolgt eine strukturierte und mengenmäßige Zusammenstellung jener Einzelteile, die zur Herstellung des Fertigerzeugnisses notwendig sind. Im Arbeitsplan erfolgte eine direkte Zuordnung der Komponenten zu den Arbeitsvorgängen. Dabei werden alle notwendigen Vorgänge in entsprechender Reihenfolge und zugehörigem Arbeitsplatz definiert. Die im Rahmen dieses Montageszenarios festgelegten Vorgänge werden inklusive der zugehörigen Arbeitsanweisungen in Form von Bildern und einer kurzen Beschreibung dargestellt.

Vorgang	Arbeitsanweisungen	Beschreibung
010		Verschrauben von Motor und Unterboden. (1 kurze Schraube)
020		Montage der vier Räder mit langen Schrauben.
030		Montage des Dachteils (1 lange Schraube) und der Motorabdeckung (1 kurze Schraube) an der Karosserie.
040		Verschrauben der Karosserie mit dem Unterboden und den Seitenteilen mit langen Schrauben.
050		Montage des Spoilers (1 lange Schraube) und der Frontschürze (1 kurze Schraube).

Übersicht und Beschreibung der Arbeitsvorgänge

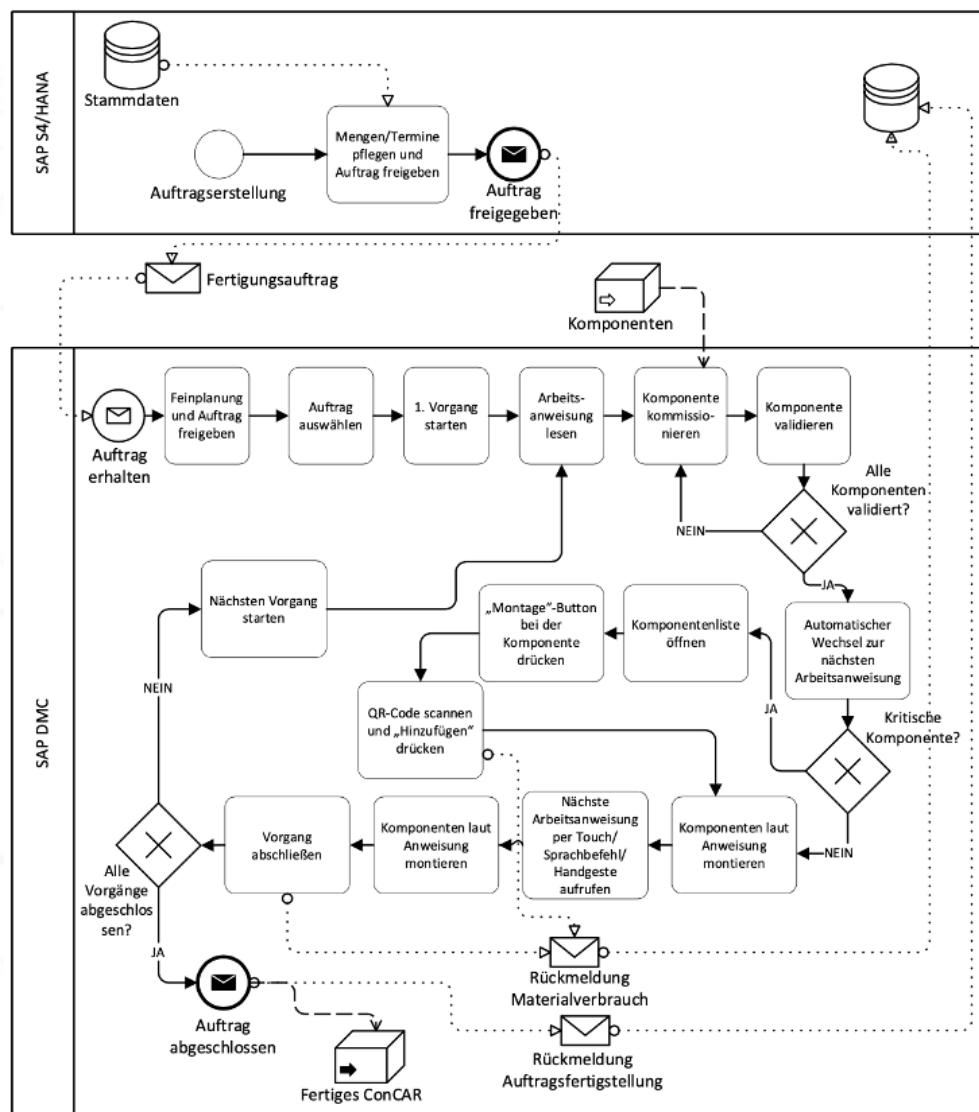
Durch Aufteilung der Montage auf mehrere Vorgänge werden pro Vorgang zwischen drei und fünf unterschiedliche Komponenten validiert und in weitere Folge montiert. Die Arbeitsanweisungen werden dem Werker/der Werkerin am Bildschirm einzeln und nacheinander dargestellt.

Nach der Fertigstellung des Arbeitsplanes ist das Erzeugen einer Fertigungsversion erforderlich, welche die spezifische Herstellung eines Produkts festlegt und die zugehörigen Stücklisten und Arbeitspläne verknüpft.

### Montageablauf und Beschreibung der Funktionen

Der Ablauf des Montageprozesses wird von der Erstellung des Fertigungsauftrages im ERP System bis zum Auftragsabschluss beschrieben. Ein Hauptaugenmerk wird auf die Funktionen Teilevalidierung, Sprachsteuerung, Gestensteuerung und Datenerfassung mittels Wearable-Scanner gelegt.

Eine Übersicht über die Prozessschritte, die sich auf das SAP S4/HANA und das SAP- DMC System erstrecken:

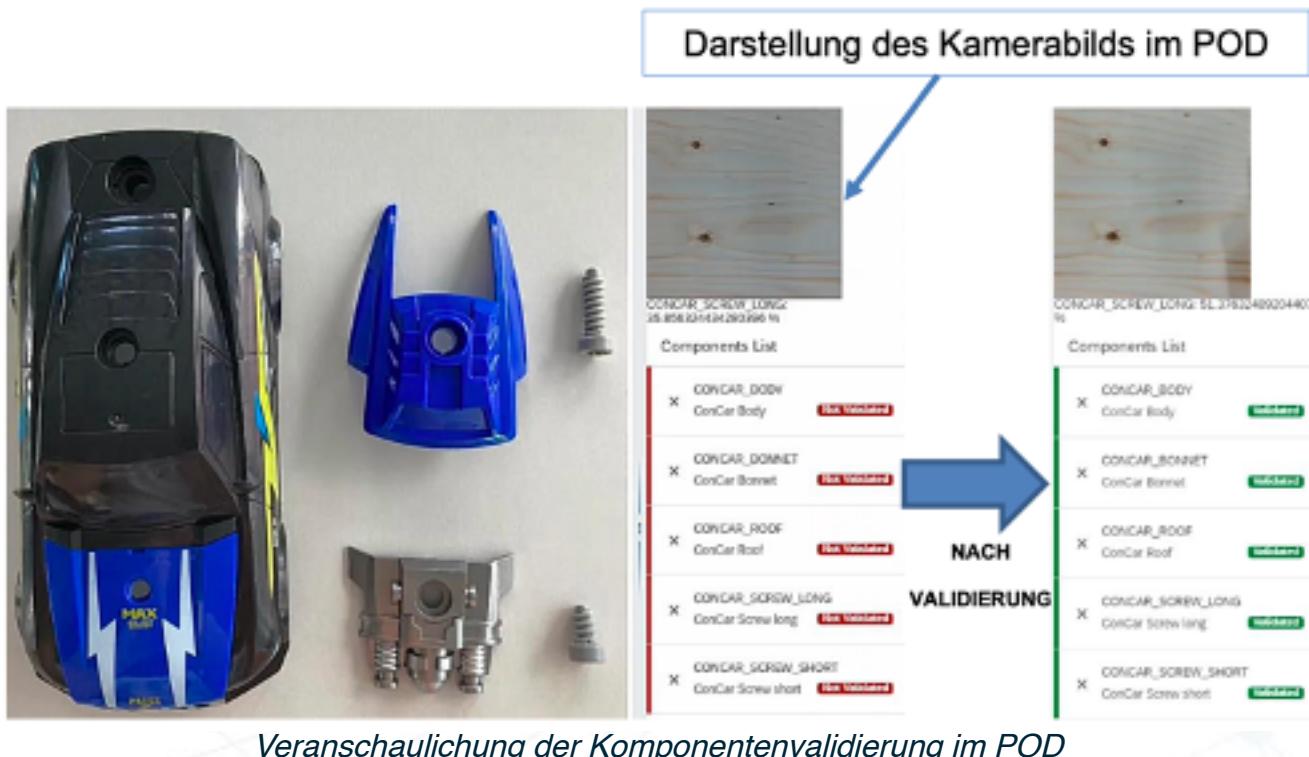


Übersicht Montageprozess "conCar"

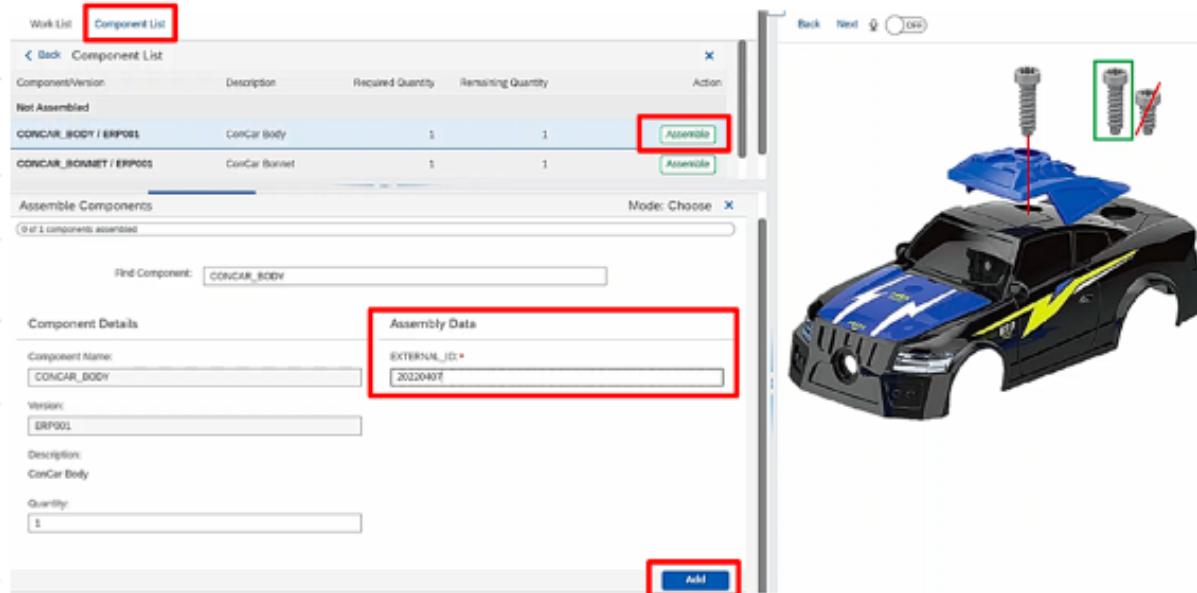
Der Prozess startet mit der Erstellung des Fertigungsauftrags im ERP System, wobei die Auftragsmenge eingegeben wird, und eine grobe Terminierung erfolgt. Anschließend wird der Auftrag freigegeben und die Auftragsdaten an das MES übermittelt. In SAP-DMC erfolgt die Feinplanung und Freigabe des Auftrags, sowie die Erstellung der zugehörigen SFC. Die Auftragsdaten werden an den POD übermittelt.

Am POD wird eine SFC ausgewählt und mittels „Start“-Buttons der Vorgang in produktiven Status gesetzt. Anhand der Arbeitsanweisungen bzw. der Komponentenliste weiß der Werker, welche Teile für diesen Vorgang entnommen werden müssen.

Zur Sicherstellung, dass nur korrekte Teile verbaut werden, erfolgt eine Validierung mittels Kamera und Software zur Objekterkennung. Dazu werden die Komponenten in die Kamera gehalten. Die Software führt einen Abgleich durch und gibt ein visuelles Feedback per Pop-Up. In der Komponentenliste werden die erkannten Teile grün hervorgehoben und als validiert deklariert.

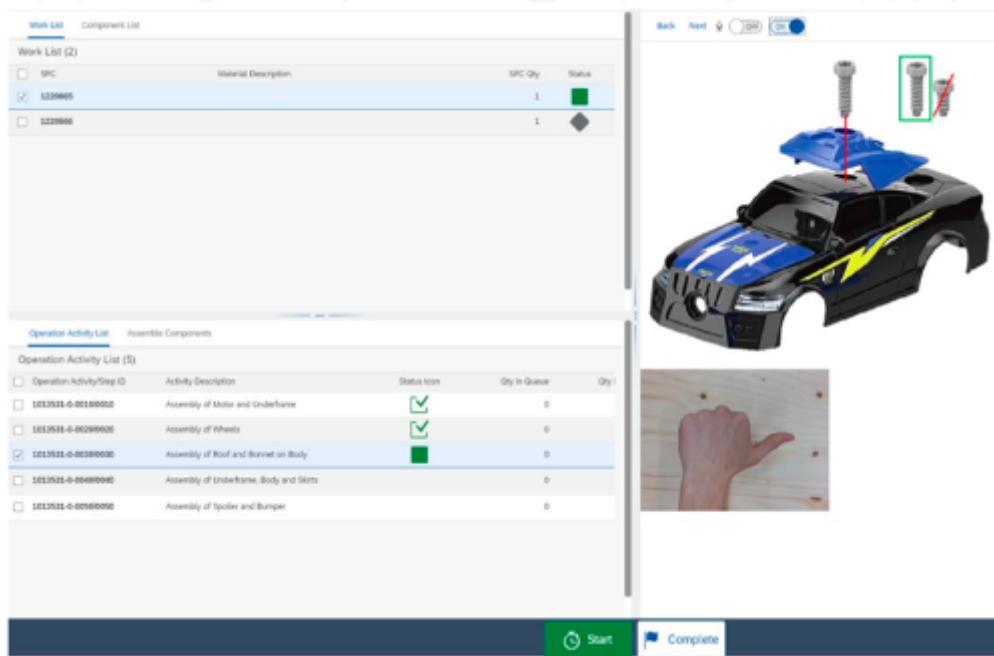


Nachdem die Komponentenvalidierung abgeschlossen wurde, wird automatisch zur nächsten Arbeitsanweisung dieses Vorgangs weitergeschaltet. Diese stellt den korrekten Zusammenbau der zuvor validierten Komponenten dar. Wenn im Vorgang „kritische“ Teile zu montieren sind, so ist vor dem Zusammenbauen ein manueller Verbrauch mit Datenerfassung zu verbuchen. Dies wird durch Scannen der angebrachten QR-Codes mittels Wearable-Scanner in der Komponentenliste sichergestellt und gewährleistet die Rückverfolgbarkeit. Durch Drücken des „Add“ Buttons wird der Materialverbrauch verbucht und an das ERP-System übermittelt. Anschließend erfolgt das Zusammenbauen der Teile laut Arbeitsanweisung.



Darstellung der Datenerfassung und der Arbeitsanweisung im POD

Für das Aufrufen der nächsten Arbeitsanweisung wurde ein multimodales Interaktionskonzept per Touchscreen, Sprachbefehlen und Handgesten integriert. Das Navigieren per Touch-Eingabe erfolgt über zwei Buttons („Next“ u. „Back“). Ebenfalls über „Next“ u. „Back“, jedoch in gesprochener Form, interagiert man per Sprachsteuerung. Für die Steuerung per Gestik, hält der Werker seine Hand in die Kamera und navigiert per Geste „Daumen nach rechts“ bzw. „Daumen nach links“. Für da Nachdem alle Komponenten des gestarteten Vorgangs verbaut wurden, kann dieser durch Drücken des „Complete“ Buttons abgeschlossen werden.



Veranschaulichung der Gestensteuerung

Mit dem Abschluss des letzten Vorgangs wird automatisch der Auftrag abgeschlossen und es erfolgt eine Rückmeldung an das ERP-System.