

11.09.2023 | 6. Workshop VR/AR-Learning

Mixed-Reality-in-the-Loop Simulation basierend auf einem Digital Twin as a Service Konzept für die Aus- und Weiterbildung im Maschinenbau

Marc Schnierle, Jana Hönig, Timm von Bergen, Christopher Polak,
Marc Hüttenberger, Thomas Fettahoglu, Sascha Röck

Virtual Automation Lab, Fakultät Maschinen und Systeme, Hochschule Esslingen



1 Motivation

2 Mixed-Reality-in-the-Loop Simulation

3 Digital Twin as a Service

4 Beispiele aus unserer Lehr-Lern-Praxis

1 Motivation

2 Mixed-Reality-in-the-Loop Simulation

3 Digital Twin as a Service

4 Beispiele aus unserer Lehr-Lern-Praxis

Herausforderungen im deutschen Maschinenbau

Wirtschaftsfaktor Maschinenbau

Quelle : VDMA, Maschinenbau in Zahl und Bild 2021

- ~1 Million Beschäftigte
- ~98% < 250 Beschäftigte (EU)
- ~200 Mrd. € Umsatz
- ~80 % Exportquote



Quelle: Heitec PTS GmbH



Quelle: Schuler Group GmbH

Quelle:
Topex GmbH



Quelle:
Philipp Hafner GmbH & Co. KG



Quelle:
Gebr. Heller Maschinenfabrik GmbH

Herausforderungen

- Digitale Transformation
- Wachsende Vernetzung & Komplexität
- Wandlungsfähige Produktion
- Zuverlässigkeit und Sicherheit
- Mitarbeiterqualifizierung
- ...

Dilemma



Technische Fachkräfte

- Vorkenntnisse
- Lerninhalte
- Lerngeschwindigkeit
- Lernzeiten
- ...



Aus- und Weiterbildung
technischer Fachkräfte



Produktionssysteme

- Automatisierung
- Produktivität
- Investitionskosten
- Gefährdungspotential
- ...



Lehren und Lernen am realen Produktionssystem ist
risikobehaftet,
zeit- & ortsabhängig und
bedingt Stillstandszeiten

Prinzip der X-in-the-Loop Simulation



Vorteile

- Frühzeitiges Aufdecken von Fehlern
- Simulation von Störsituationen ohne Risiko
- Erhöhung der Testtiefe
 - Verbesserung der Softwarequalität
- Parallelisierung von Entwicklungsschritten
- Fachübergreifende Abstimmung



Limitierungen

- Exozentrische Visualisierung
- Keine Integration des Menschen und dessen Verhalten mit limitierter Mensch-Modell-Interaktion
- Keine visuelle Verschmelzung von Realität und Virtualität
- Fehlende Multiuser-Kollaboration

1 Motivation

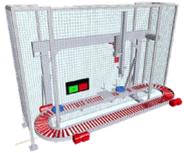
2 Mixed-Reality-in-the-Loop Simulation

3 Digital Twin as a Service

4 Beispiele aus unserer Lehr-Lern-Praxis

Mixed-Reality-in-the-Loop Simulation (MRiLS)

Digitaler Zwilling



+



X-in-the-Loop Simulation



Mixed-Reality-in-the-Loop Simulation (MRiLS)
für die Aus- und Weiterbildung



Mixed Reality



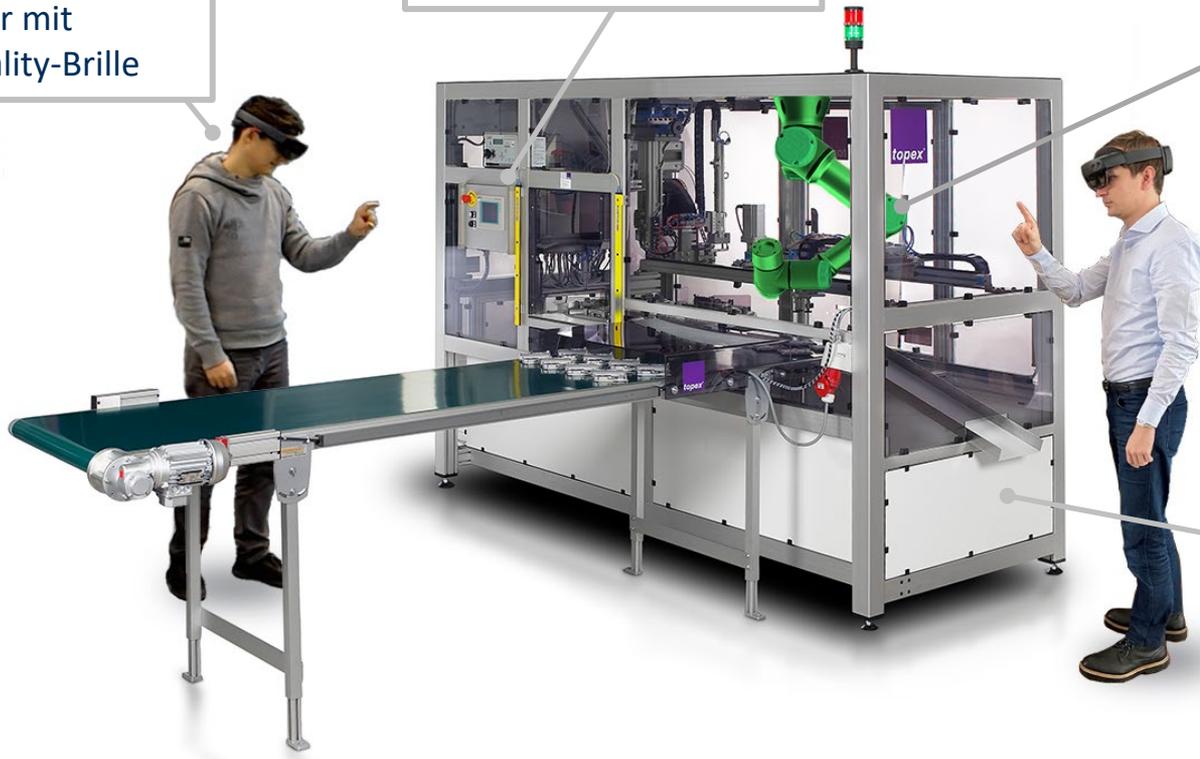
Ziel: Vollständige Integration des Menschen in die X-in-the-Loop Simulation

Nutzer mit
Mixed Reality-Brille

Industrielle Steuerung

Digitaler Zwilling
eines Roboters

Reale
Maschinenkomponenten



Ziel: Vollständige Integration des Menschen in den XiL-Simulationskreislauf



Egozentrische Visualisierung

Exozentrische Visualisierung
der MiLS, SiLS & HiLS



Egozentrische Visualisierung
der MRiLS



Ziel: Vollständige Integration des Menschen in den XiL-Simulationskreislauf



Egozentrische Visualisierung



Kopplung realer und virtueller Komponenten



Virtueller Greifer

Reale Roboterkinematik

Ziel: Vollständige Integration des Menschen in den XiL-Simulationskreislauf



Egozentrische Visualisierung



Kopplung realer und virtueller Komponenten



Intuitive multimodale Mensch-Modell-Interaktion



Ziel: Vollständige Integration des Menschen in den XiL-Simulationskreislauf



Egozentrische Visualisierung



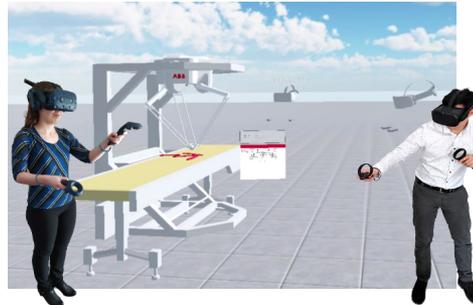
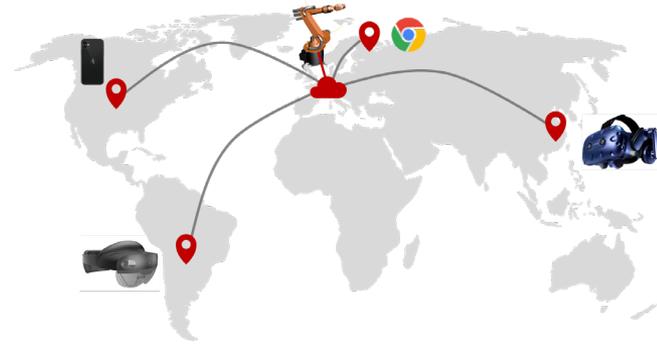
Kopplung realer und virtueller Komponenten



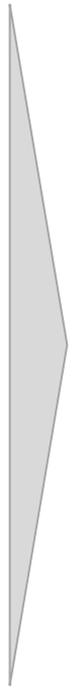
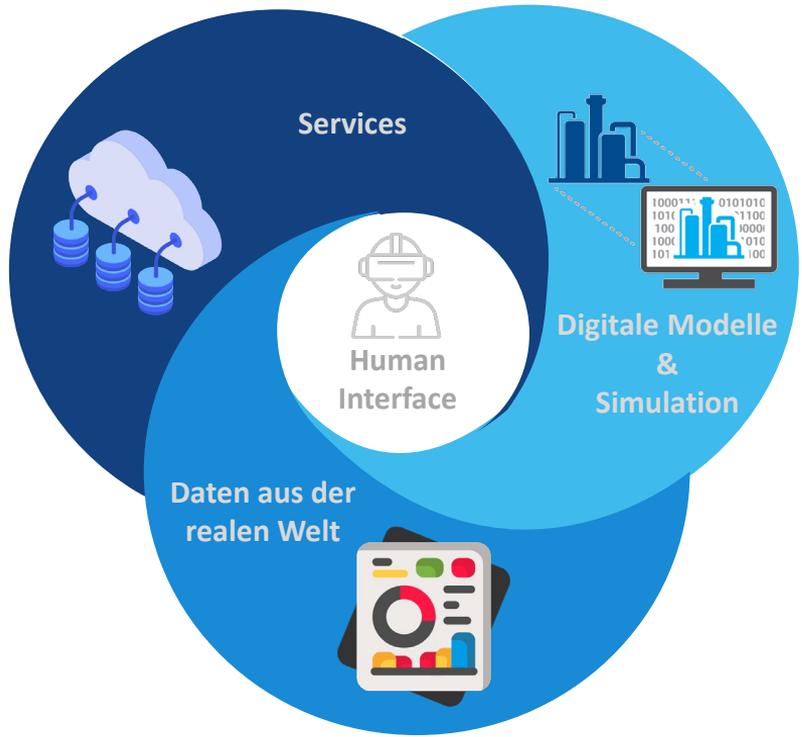
Intuitive multimodale Mensch-Modell-Interaktion



Multisuser-Kollaboration



Hemmnisse bei der Verbreitung von MRiLS-Anwendungen



-  IT-Expertenwissen und hohe Qualifikation notwendig
-  Hoher Erstellungsaufwand
-  Endgeräteabhängige Entwicklung
-  Monolithische Anwendungen
-  Begrenzte Komplexität und Interaktionsfähigkeit
-  Mangelnde Wiederverwendbarkeit von Content
- ...



1 Motivation

2 Mixed-Reality-in-the-Loop Simulation

3 Digital Twin as a Service

4 Beispiele aus unserer Lehr-Lern-Praxis



Digital Twin as a Service (DTaaS)

Clients

 <p>Webbrowser</p>	 <p>AR/VR Endgeräte</p>	 <p>Services</p>
---	--	--

Digital Twin as a Service Plattform

DT Communication Client		
Basisfunktionen	DT Model	DT Runtime
DT Communication Asset		

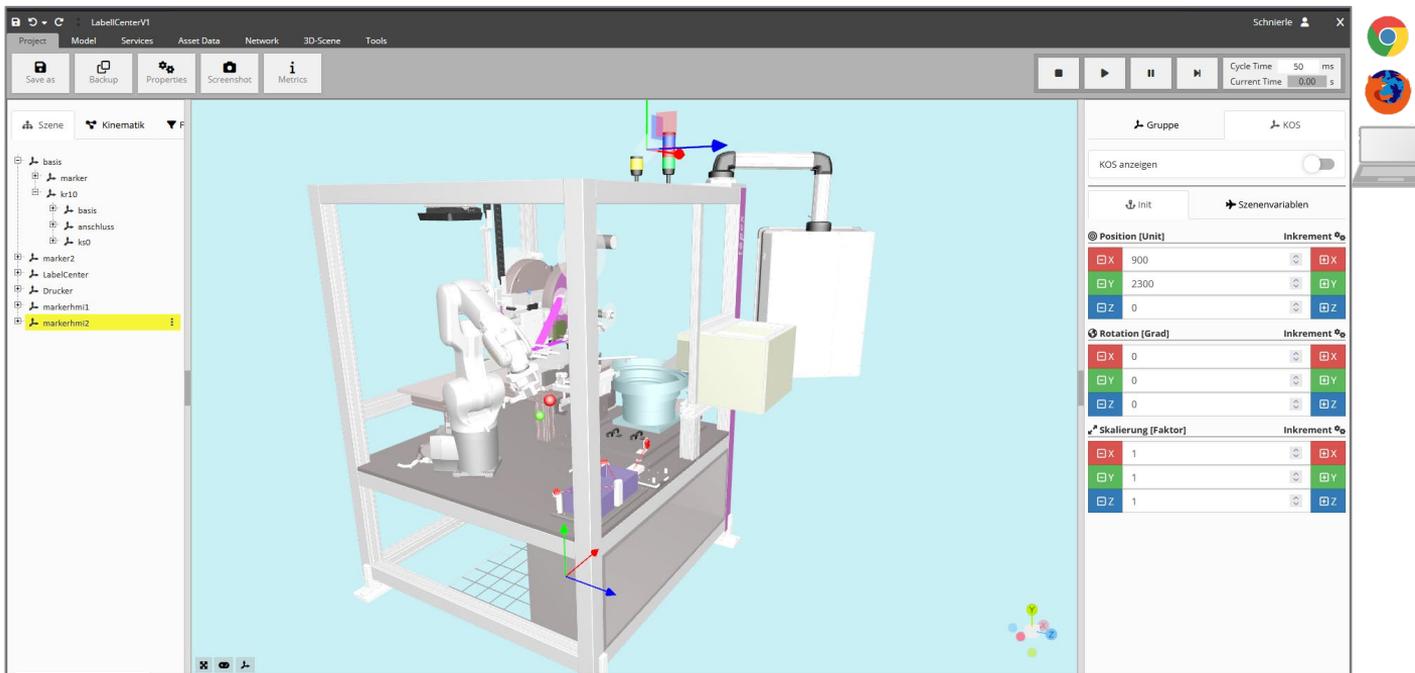
Assets

<p>Virtuelle Assets</p> 	<p>Reale Assets</p> 
---	--

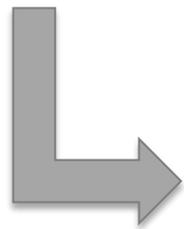
Exemplarische MRiLS-Szene

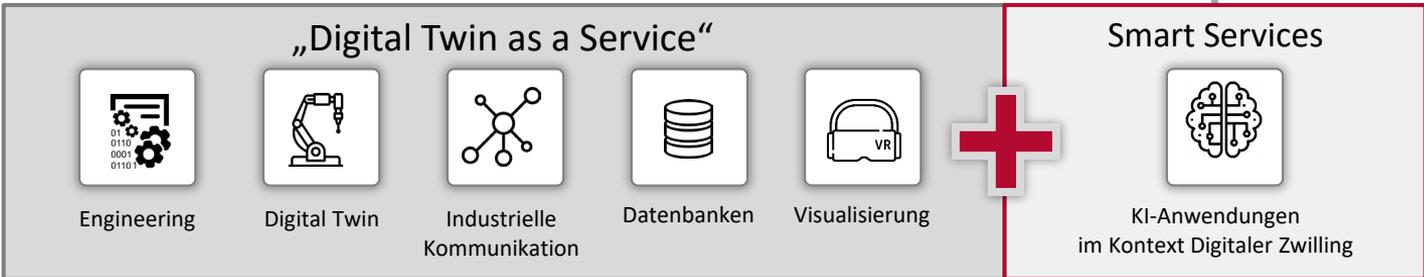
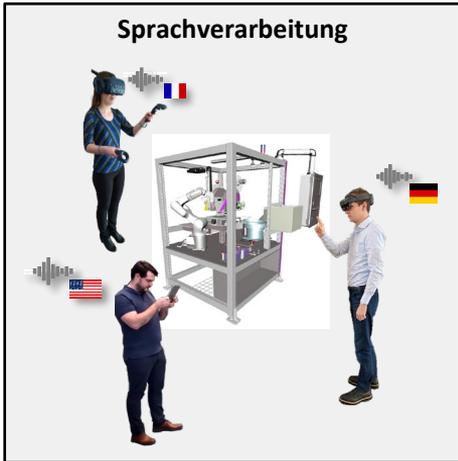
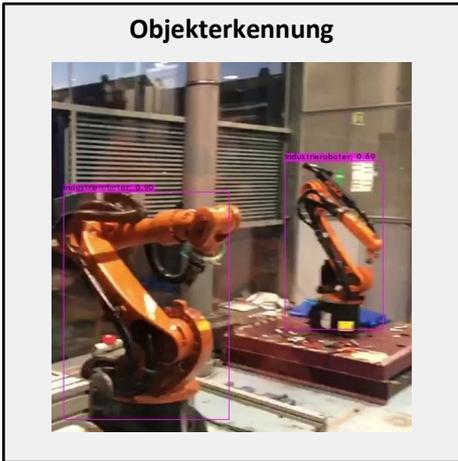
<p>Mixed Reality Anwendung</p>  <p>AR/VR Endgeräte</p>	
 ↔ Websockets	
 <p>Edge-Device</p>	 <p>DT Modell</p>
 OPC UA	
<p>HiLS</p> 	

Autorensystem mit „On Click“ Deployment



„On Click“ Deployment
auf MR-Endgeräte





1 Motivation

2 Mixed-Reality-in-the-Loop Simulation

3 Digital Twin as a Service

4 Beispiele aus unserer Lehr-Lern-Praxis

Vorlesung "Roboter-Digitalisierung und Simulation"

im Masterstudiengang "Ressourceneffizienz im Maschinenbau"



Transferaufgabe	
Aufbau Labor	<p><i>Reproduktive Lernphase:</i> Initialer Workshop</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Einführung Technologien & Software ▪ Beispielaufgaben
Prozessualer Aspekt	<p><i>Produktive Lernphase:</i> Laboraufgabe</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Anforderungen → Konstruktion → Kinematik → Visualisierung & Interaktion → Abschlusspräsentation</p> <p style="margin-top: 5px;">↑ Iterativer Prozess</p> </div>
Materialer Aspekt	<p><u>Wissenseinübung:</u> Kennenlernen MR & DTaaS <u>Wissenserschließung:</u> Übungsaufgaben mit vorgegebener Struktur</p>
Materialer Aspekt	<p>Präsentation / Live-Demo / Simulation / Interaktive Inhalte / AR & VR / Videos</p>
Sozialer Aspekt	<p>Lösungshinweise / Lösungsbesprechung / Verbales Feedback</p>
Sozialer Aspekt	<p>Lösungshinweise / Besprechung der Vorgehensweise / Verbales Feedback / Festgelegte Meilensteine mit Treffen</p>

Vorlesung "Roboter-Digitalisierung und Simulation" im Masterstudiengang "Ressourceneffizienz im Maschinenbau"



<https://www.youtube.com/watch?v=IOpNLfFo7eE>

Impressionen aus Lernszenarien



Anbindungen an:



BECKHOFF

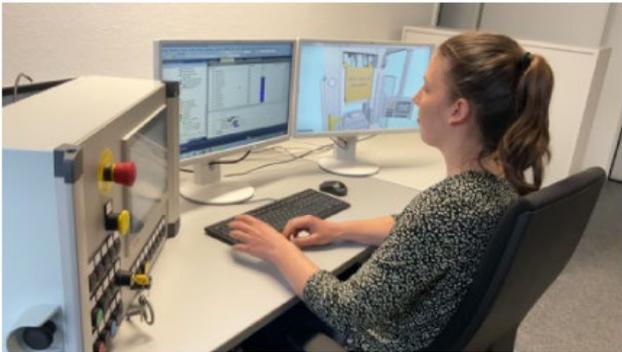
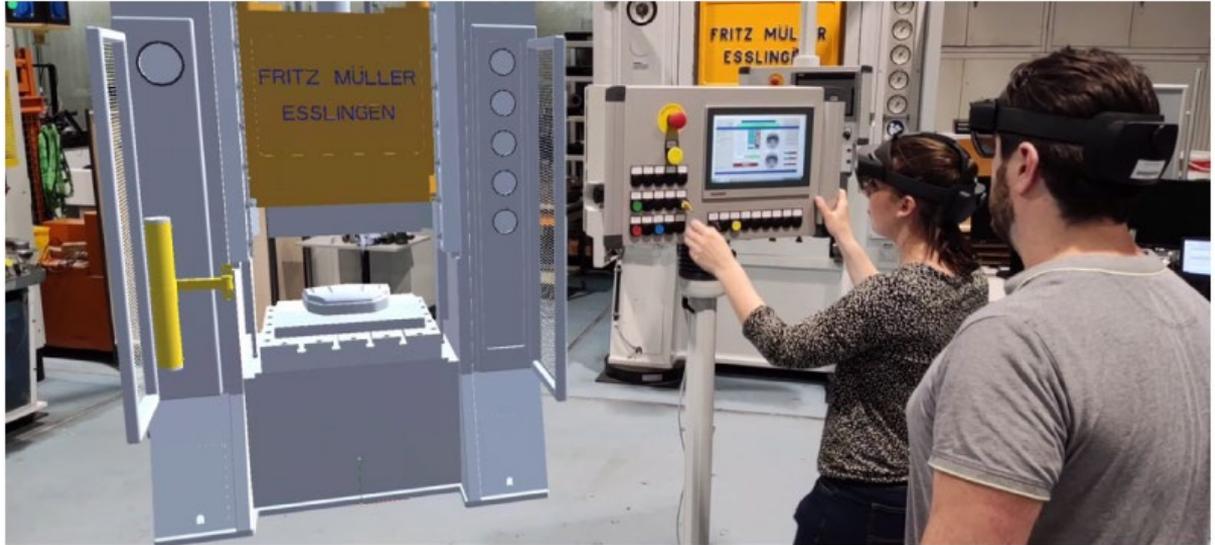


SIEMENS



CODESYS

...



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Marc Schnierle, M.Sc.

marc.schnierle@hs-esslingen.de | +49 711 397 – 3206



<https://www.virtual-automation-lab.de>

