

Augmented-Reality-basierte Assistenz für die Mensch-Roboter-Kollaboration

Dipl.-Inf. Jens Hegenberg

Fachgebiet Mensch-Maschine-Systemtechnik
Universität Kassel
Mönchebergstraße 7, 34125 Kassel

J.Hegenberg@uni-kassel.de
www.mensch-maschine-systemtechnik.de

Was ist Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK)?

■ Wortbedeutung

- Lat. con = mit, zusammen
- Lat. laborare = arbeiten

■ Charakterisierung

- Direkte Zusammenarbeit hierfür konstruierter Roboter innerhalb eines festgelegten Arbeitsraums (DIN 10218-1)
- Werkstück im gemeinsamen Arbeitsraum, auf den beide Interaktionspartner unbeschränkten Zugriff haben

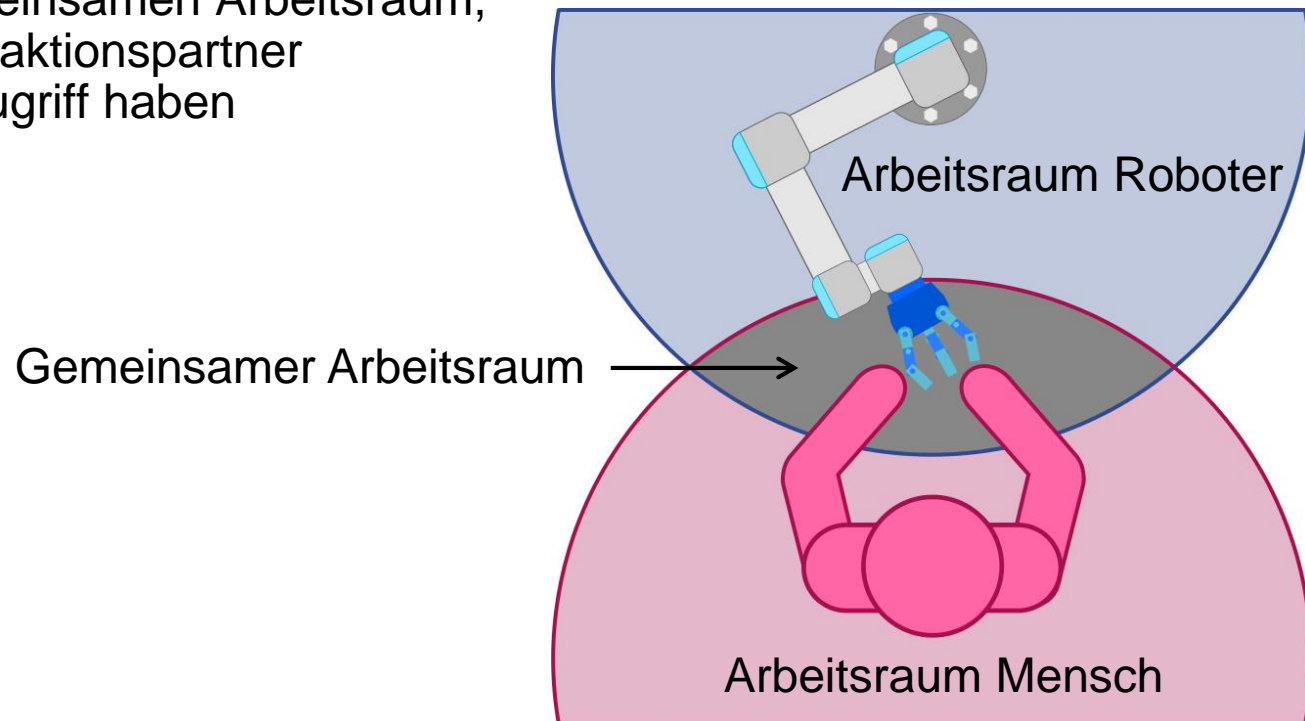


Abbildung aus rechtlichen Gründen entfernt

Inhalt:

Kosten pro produzierter Einheit in Abhängigkeit vom Produktionsvolumen, jeweils eine Kurve für die manuelle Produktion, die Mensch-Roboter-Kollaboration, die roboterbasierte Automatisierung und die Vollautomatisierung mit Spezialmaschinen.

Quelle:

Matthias, B. ; Ding, H.: Die Zukunft der Mensch-Roboter Kollaboration in der industriellen Montage. In: Cluster Mechatronik & Automation (Hrsg.): IFM 2013 : Internationales Forum Mechatronics (Winterthur 2013)

https://www.researchgate.net/publication/269410966_Die_Zukunft_der_Mensch-Roboter_Kollaboration_in_der_industriellen_Montage

Abbildung aus rechtlichen Gründen entfernt

Inhalt:

Darstellung eines vergleichbaren Wellenvormontage-Arbeitsplatzes in der Getriebefertigung.

Quelle:

de Gea Fernández, J. ; Mronga, D. ; Günther, M. ; Knobloch, T. ; Wirkus, M. ; Schröer, M. ; Trampler, M. ; Stiene, S. ; Kirchner, E. A. ; Bargsten, V. ; Bänziger, T. ; Teiwes, J. ; Krüger, T. ; Kirchner, F.: Multimodal Sensor-Based Whole-Body Control for Human–Robot Collaboration in Industrial Settings. In: Robotics and Autonomous Systems 94 (2017), S. 102–119

<http://dx.doi.org/10.1016/j.robot.2017.04.007>





- Absicherung der Vergleichbarkeit mittels MTM-UAS: $\Delta t = 0,4 \text{ s}$ (1%)

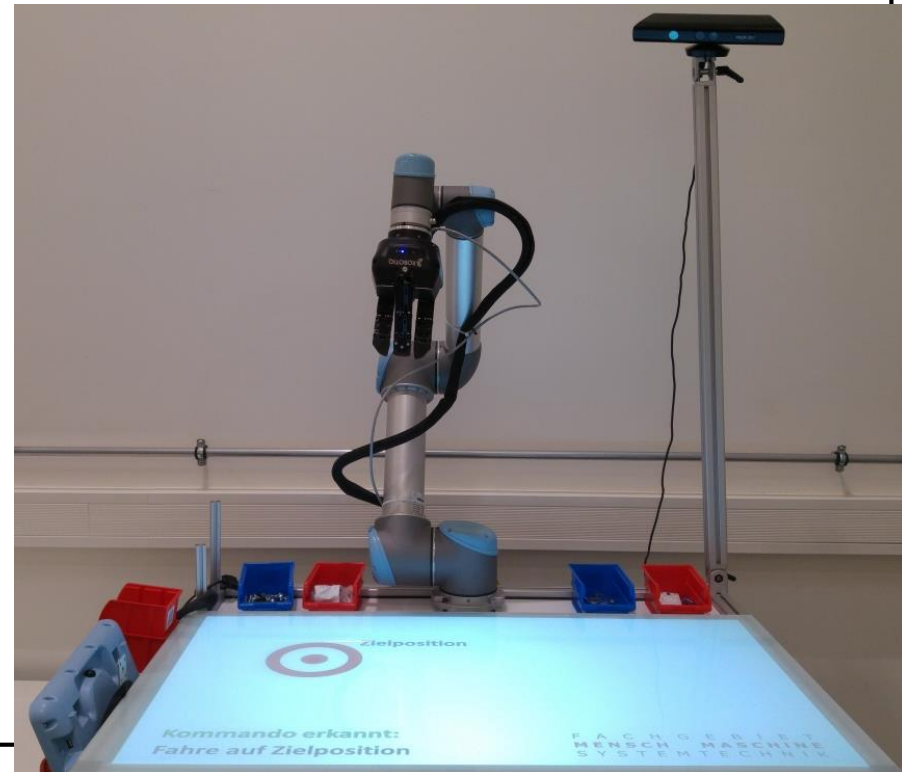
- Überlagerung der Umgebung mit virtuellen Informationen mittels Projektion
 - Virtuelle Sicherheitsbereiche auf der Arbeitsfläche
 - Bedienelemente und Statusanzeigen

Drei Abbildungen aus rechtlichen Gründen entfernt

Inhalte:
Spatial-AR-Projektionen auf Tischen, die als Montagearbeitsplatz dienen. Dargestellt werden Roboter-Arbeitsbereiche/-Trajektorien sowie Arbeitsschritte des Menschen.

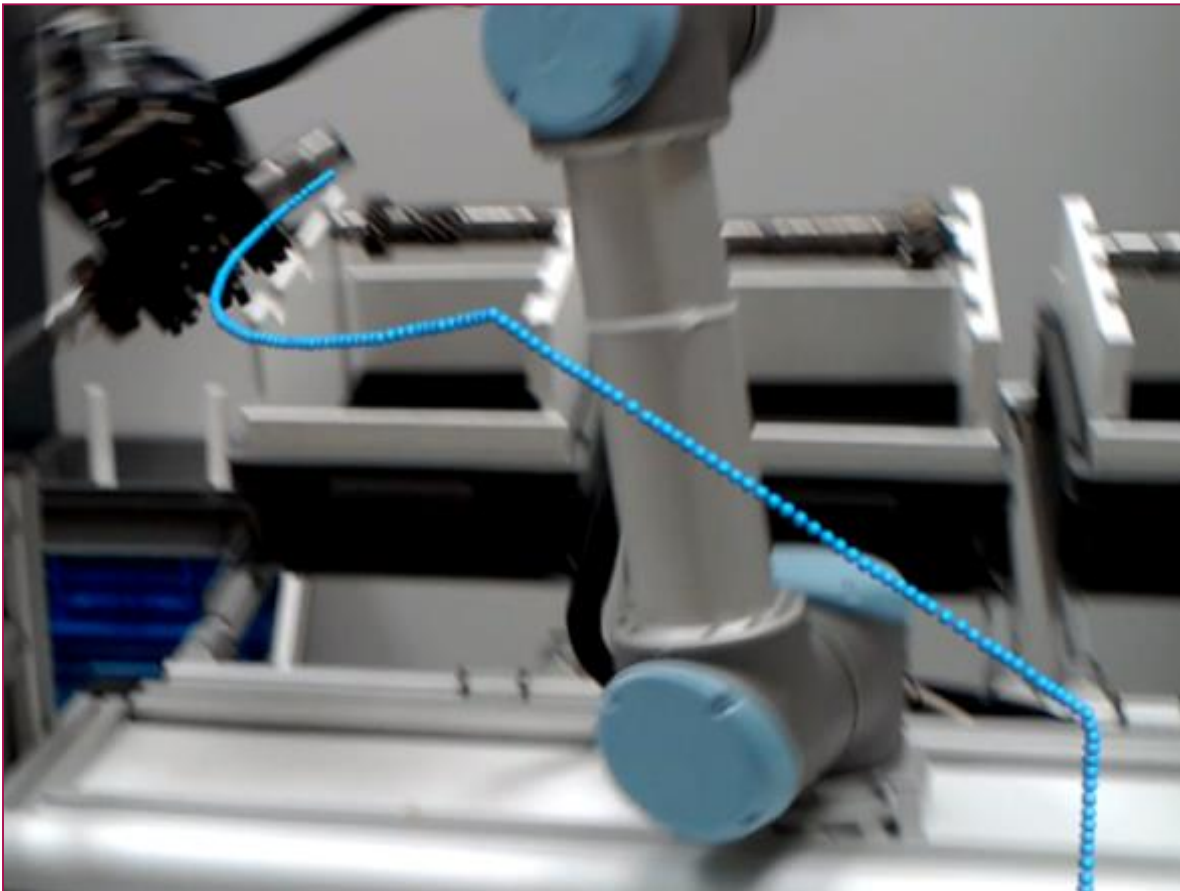
Quellen:
Liu, D.; Kinugawa, J.; Kosuge, K.: A projection-based making-human-feel-safe system for human-robot cooperation. In: Robotics & Automation Society (Hrsg.): International Conference on Mechatronics and Automation (Harbin 2016). New York: IEEE, S. 1101–1106
<https://doi.org/10.1109/ICMA.2016.7558716>

Vogel, C.; Walter, C.; Elkmann, N.: Exploring the possibilities of supporting robot-assisted work places using a projection-Based sensor system. In: IEEE Instrumentation & Measurement Society (Hrsg.): International Symposium on Robotic and Sensors Environments (Magdeburg 2012). New York: IEEE, 2012, S. 67-72
<https://doi.org/10.1109/ROSE.2012.6402623>

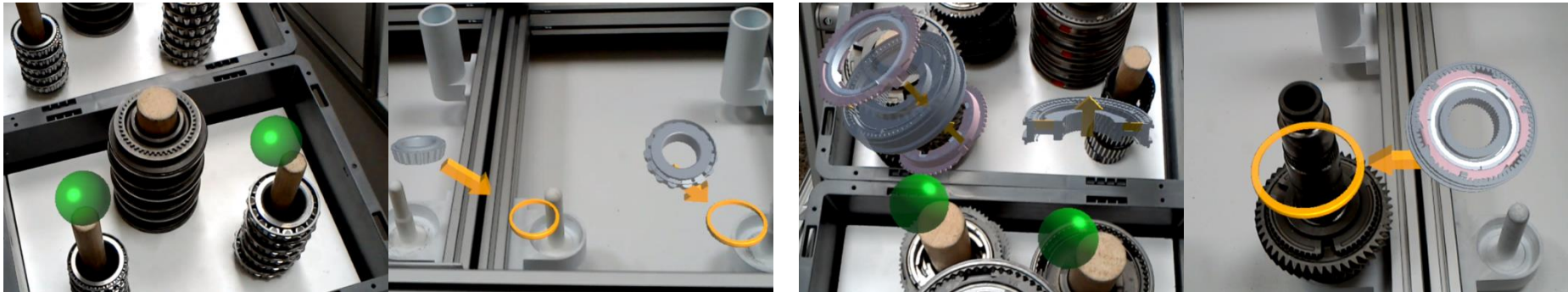




- Visualisierung der geplanten Roboterpfade
- Sprachausgabe der aktuellen Roboter Aufgabe
 - „[Hole | Bringe] Welle [1 | 2 | 3]“



- Visualisierung der Bauteile, der Aufnahme- und der Montageposition
- Vormontage-Anleitungen komplexer Komponenten
- Hinweise bei Montagefehlern



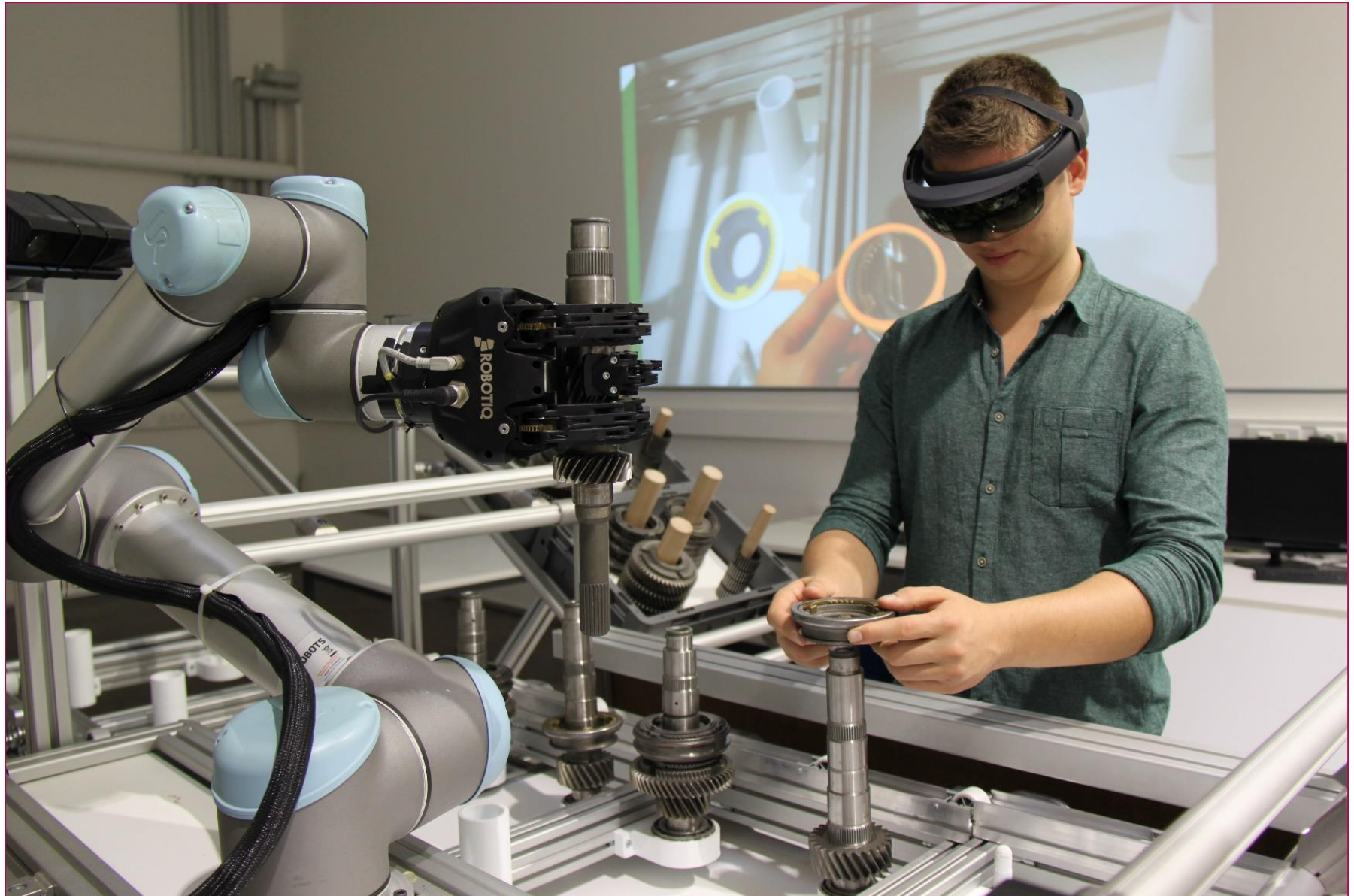
**Bitte nehmen Sie das
richtige Bauteil**



**Bitte drehen Sie das
Bauteil um**



**Bitte setzen Sie das Bauteil
richtig zusammen**



2D-Zeichnung

- Verschiedene Ansichten der Wellen
- Detailansicht für Synchronkörper

Arbeitsplan

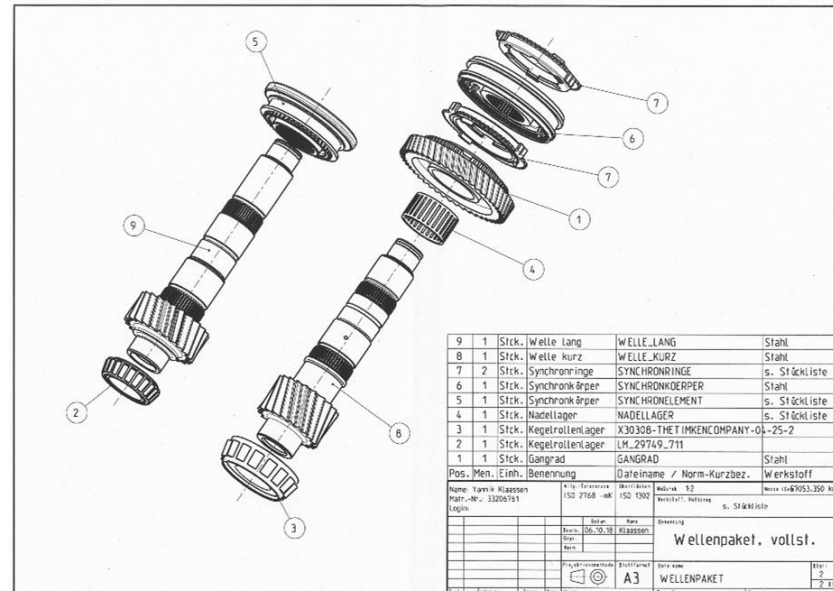
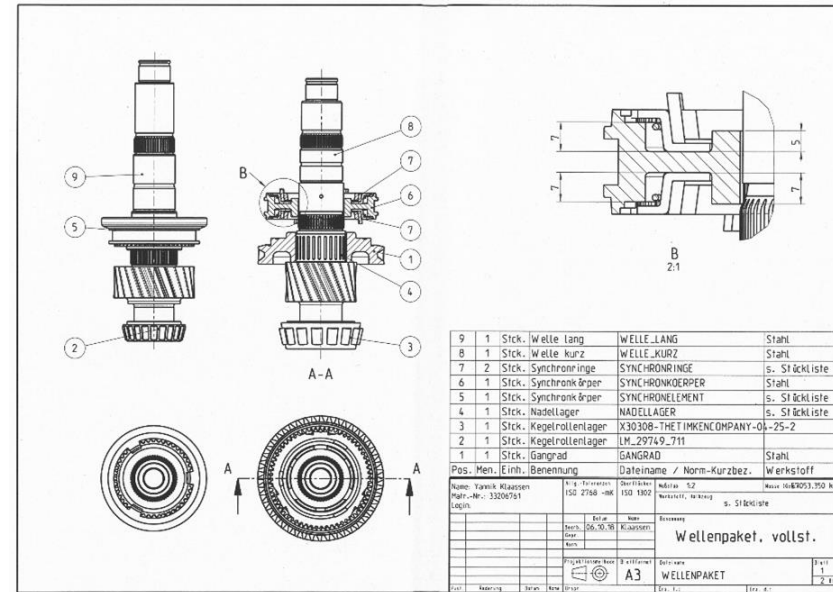
- Textbeschreibung für 8 Montageschritte
- Positionsnummern zur Verknüpfung mit der Zeichnung

Ablauf

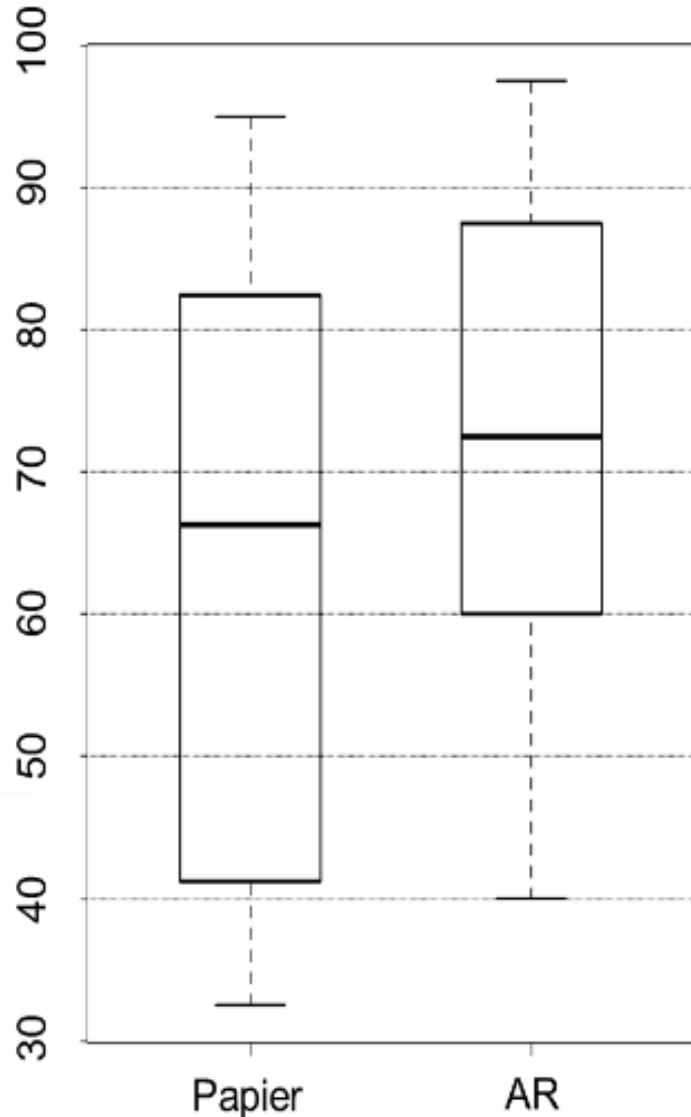
- 18 x Montage mit Roboterunterstützung
 - mit Datenbrille für erweiterte Realität
 - oder
 - nach Eingewöhnung mit Lego-Bauplan mit Papieranleitung

Stichprobe

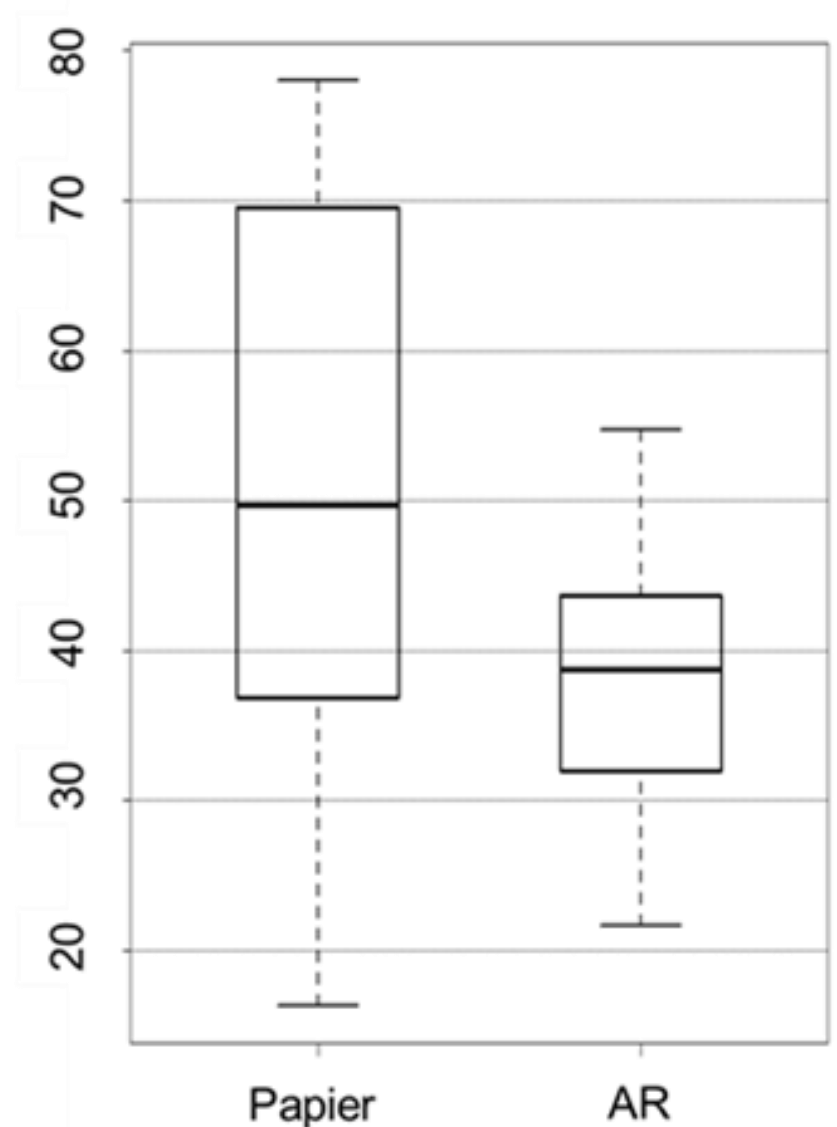
- n = 16 (5 weiblich, 11 männlich)
- Alter M = 34,6 ± 15 Jahre
- 5 Personen mit Montageerfahrung



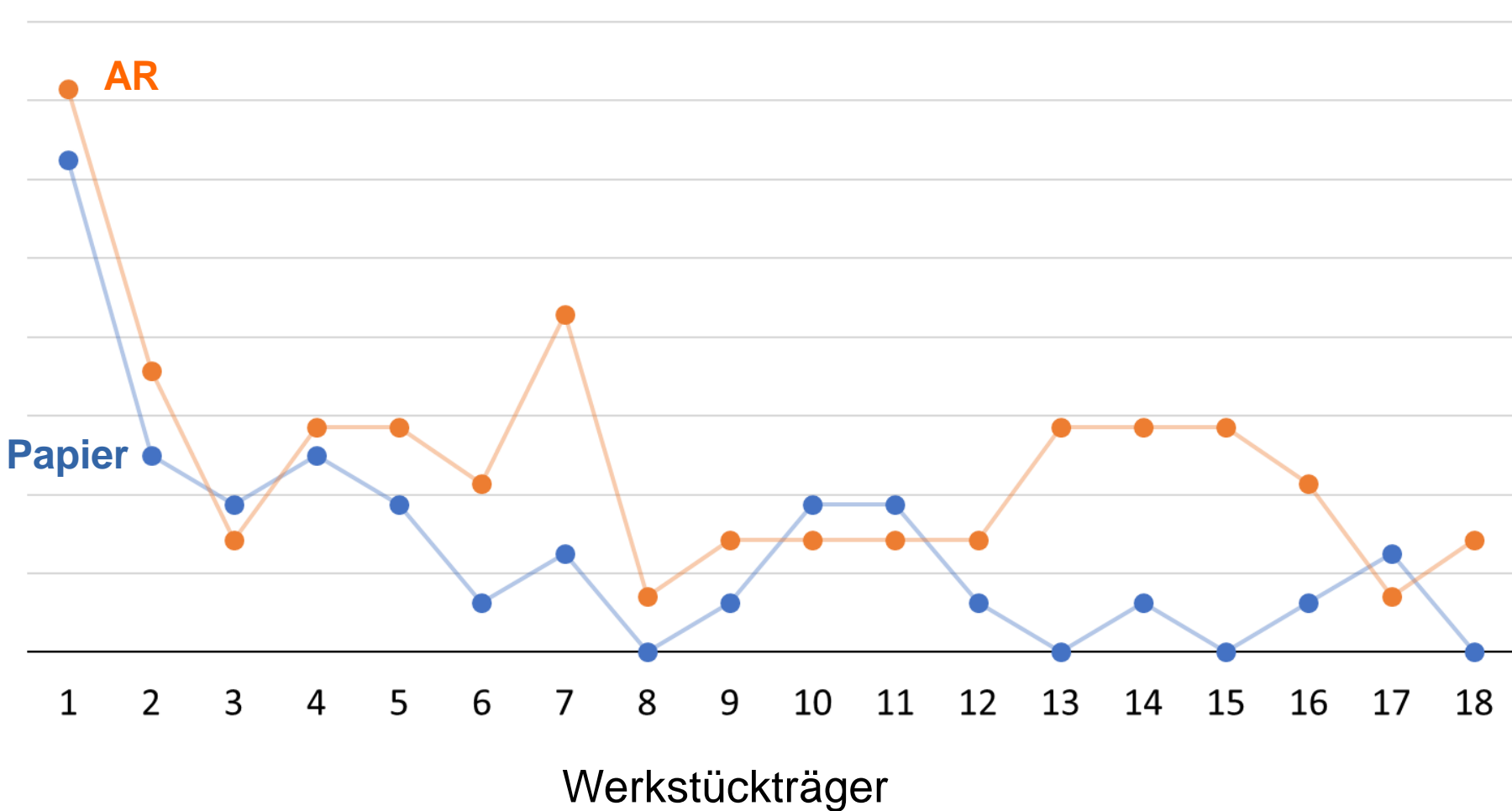
System Usability Scale (0...100)



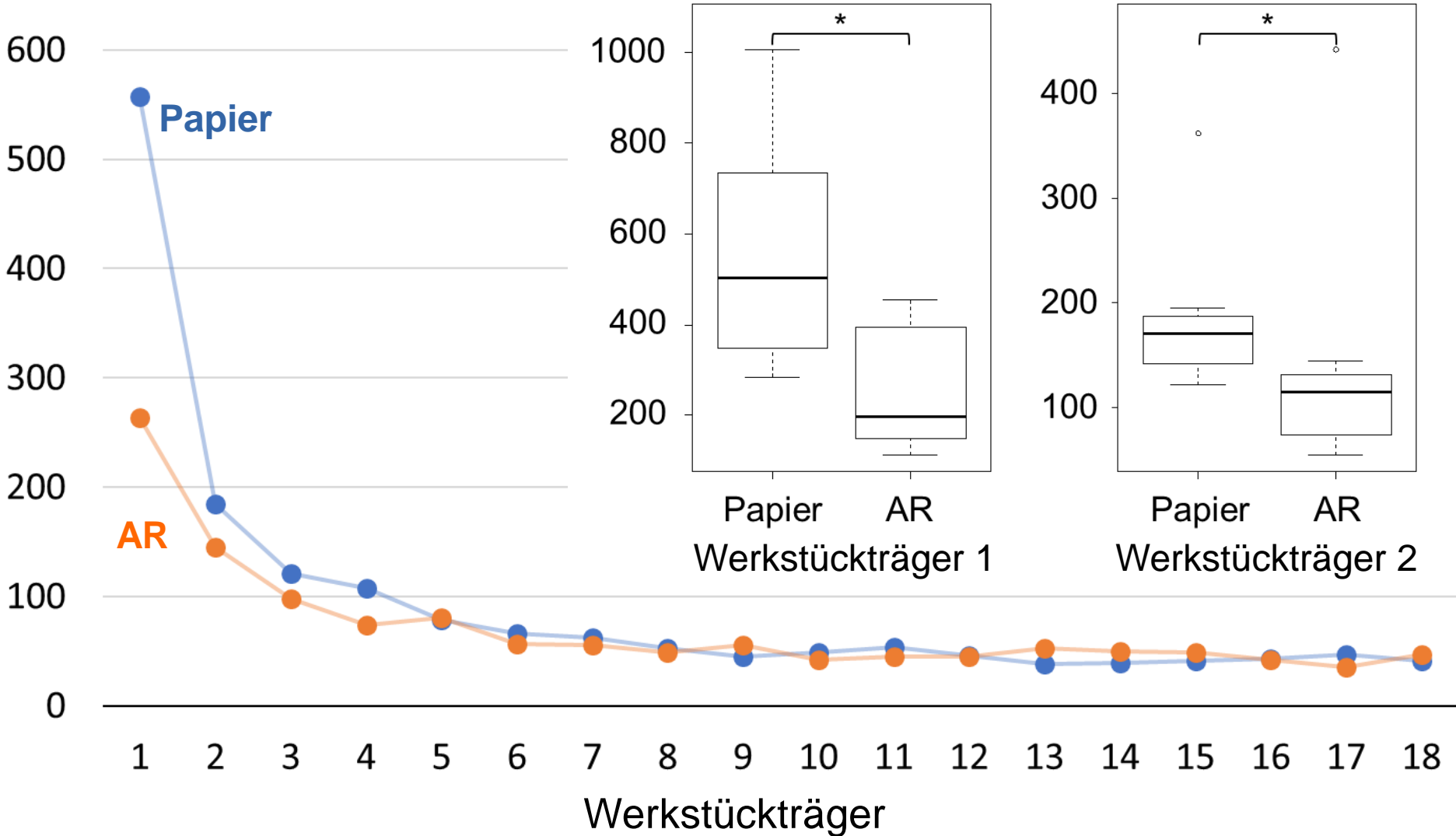
NASA Task Load Index (0...100)



Mittlere Fehleranzahl pro Werkstückträger



Mittlere Montagezeit pro Werkstückträger [s]



Zusammenfassung

- Assistenz mit erweiterter Realität
 - Zur besseren Interpretation des Roboterhaltens
 - Zum Anlernen von Montageaufgaben
- Signifikant schnelleres Anlernen im Vergleich zur Papieranleitung
- Zum Nachlesen
 - Hegenberg, J. ; Schimpf, D. W. ; Fischer, N. ; Schmidt, L.: Fallstudie zur Roboterunterstützung des Menschen bei manueller Montage. In: Zeitschrift für Arbeitswissenschaft 72 (2018), Nr. 4, S. 239–251
- Zur praktischen Umsetzung
 - Seminar „Roboterassistenz in der Produktion“, 4.-5.9.2019
 - Mehr Infos unter „Aktuelles“ auf www.mensch-maschine-systemtechnik.de



Jens Hegenberg (J.Hegenberg@uni-kassel.de)