TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN
Vienna | Austria

INSTITUTE OF MANAGEMENT SCIENCE
Human Centered Cyber Physical Production and Assembly Systems

---Technik für Menschen---

Automatisierung, Digitalisierung und Assistenzsysteme

Grundlagen der Betriebs- und Unternehmensführung

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Ing. Sebastian Schlund

Research Area Human Centered Cyber Physical Production and Assembly Systems
(BMK endowed professorship for Industry 4.0)

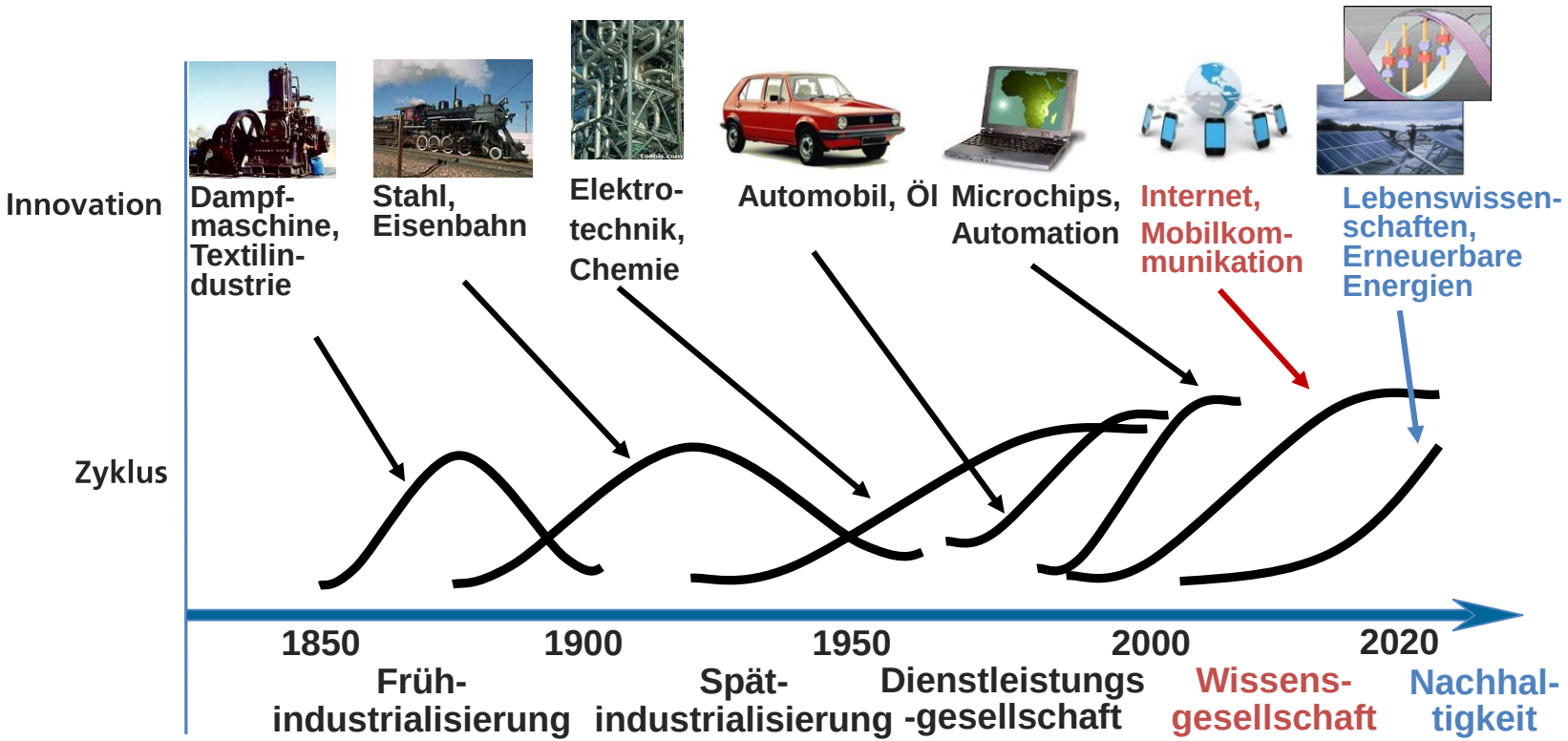
TU Wien – Institute of Management Science

Überblick

- **Digitalisierung und Automatisierung in Industrieunternehmen**
- Assistenzsysteme
- Mensch-Maschine-Interaktion

Digitalisierung und Automatisierung

Der 7. Kondratieff-Zyklus?



Digitalisierung und Automatisierung

Industrie 4.0

Der Begriff »Industrie 4.0« beschreibt die erwartete Digitalisierung industrieller Wertschöpfungsketten.

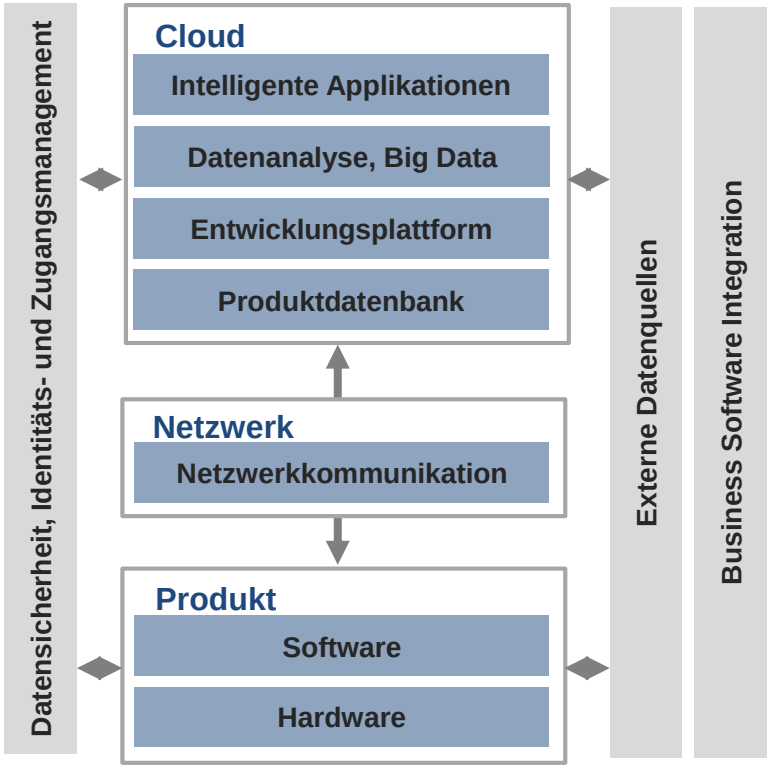
Industrie 4.0 beschreibt die echtzeitfähige, intelligente Integration von Menschen, Maschinen und Objekten in ein Management von Systemen
[according to Plattform Industrie 4.0; DB Research]

- Über IP-Adressen verbundene Objekte mit integrierter Hard- und Software (Cyber-Physical Systems) interagieren mit ihrer Umgebung.
- Die selbstorganisierte Smart Factory ist Gegenstand und Ziel der Initiativen; vgl. Smart Mobility, Smart Logistics, Smart Grid, Smart Building, Smart Health, Smart City
- Der Begriff »Industrie 4.0« beschreibt eine erwartete Transformation im Range einer (vierten) industriellen Revolution nach Mechanisierung, Industrialisierung und Automatisierung.

Digitalisierung und Automatisierung

Digitale Vernetzung, neue Produkte und Geschäftsmodelle

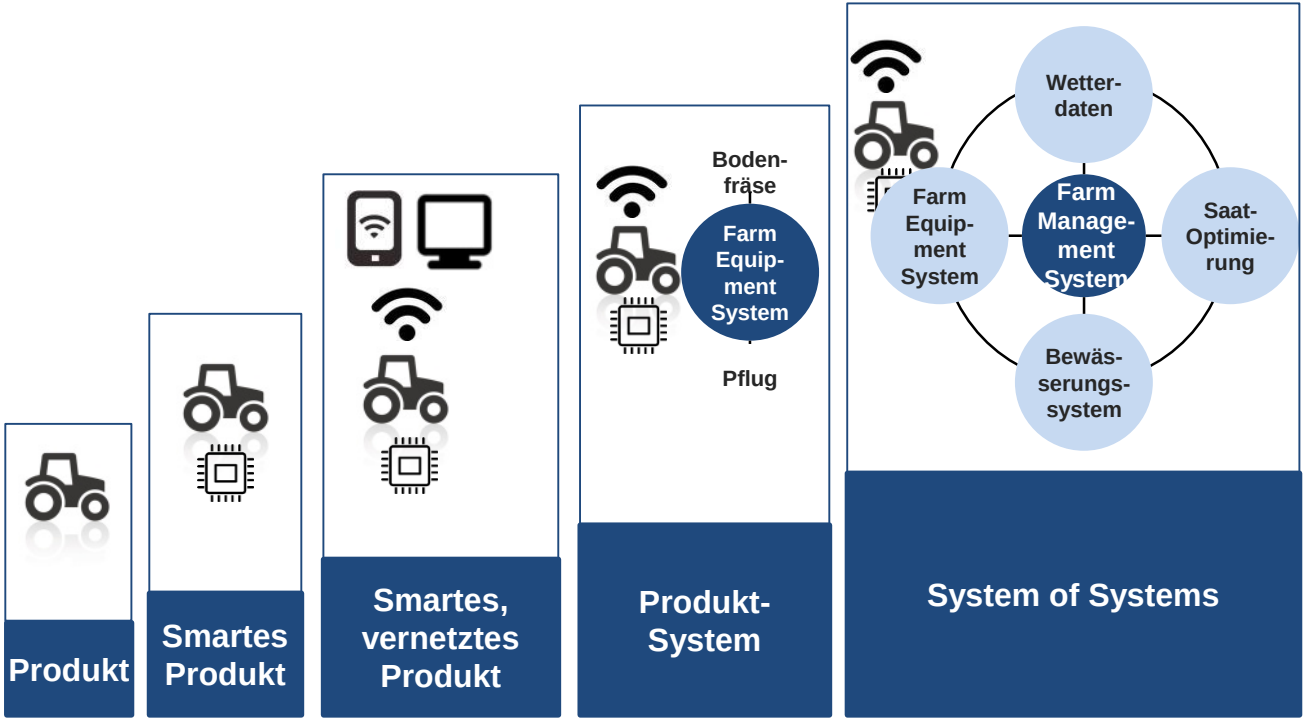
- **Physische Komponenten**
  - Mechanische und Elektrische Teile…
- **Intelligente Komponenten**
  - Sensoren, Mikroprozessoren, Datenspeicher, Software…
- **Konnektivität**
  - drahtlos, one2one, one2many, many2many



Quelle: Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2015). How smart, connected products are transforming companies. Harvard business review, 93(10), 96-114.,
Bildquelle: Nest.com

Digitalisierung und Automatisierung

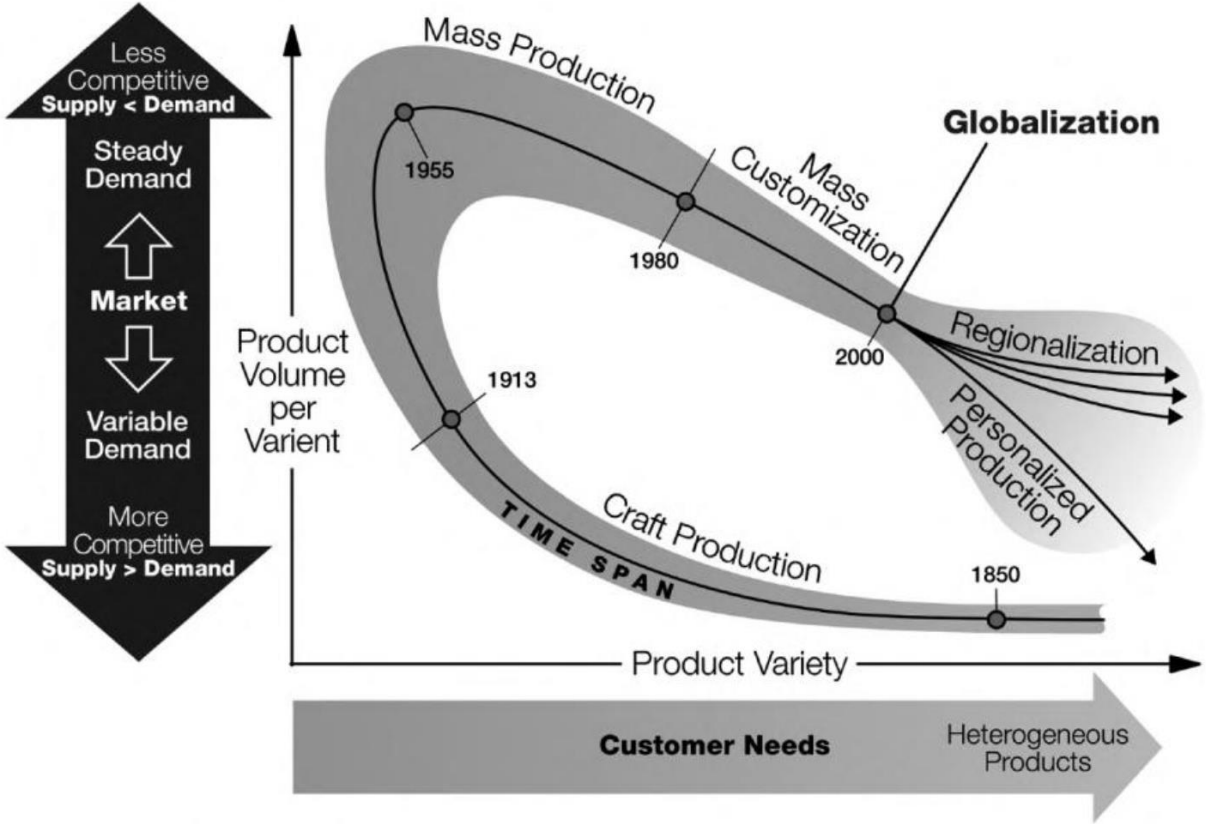
Wertschöpfung durch Vernetzung



Quelle: Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2015). How smart, connected products are transforming companies. Harvard business review, 93(10), 96-114.,

Digitalisierung und Automatisierung

Exkurs: Losgröße 1: Zurück in die Zukunft



Quelle: Koren, Y. (2010). The global manufacturing revolution: product-process-business integration and reconfigurable systems (Vol. 80). John Wiley & Sons.

Digitalisierung und Automatisierung

Automatisierung

Automatisierung (-sgrad)

→ Umfang, indem ein Arbeitsprozess mechanisiert/ automatisiert ist, um die evolutionsbedingten Grenzen menschlicher Fähigkeiten und Fertigkeiten zu sprengen

→ Ökonomisch oder menschbezogen optimaler Automatisierungsgrad

Digitalisierung

→ Automatisierung (vor allem) kognitiver Tätigkeiten durch die Nutzung digitaler Werkzeuge (Software, Algorithmen, Workflows, Robotic Process Automation)

Die Automatisierung und Digitalisierung von Arbeitstätigkeiten wird für immer kleinere Losgrößen wirtschaftlich, gleichzeitig steigt mit einer Erhöhung der Variantenvielfalt die Wahrscheinlichkeit von Automatisierungslücken.

Quelle: Schlick, C., Bruder, R., & Luczak, H. (2018). Arbeitswissenschaft. Springer-Verlag.

Digitalisierung und Automatisierung

Robotik

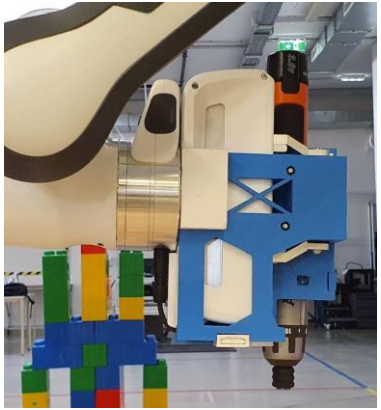
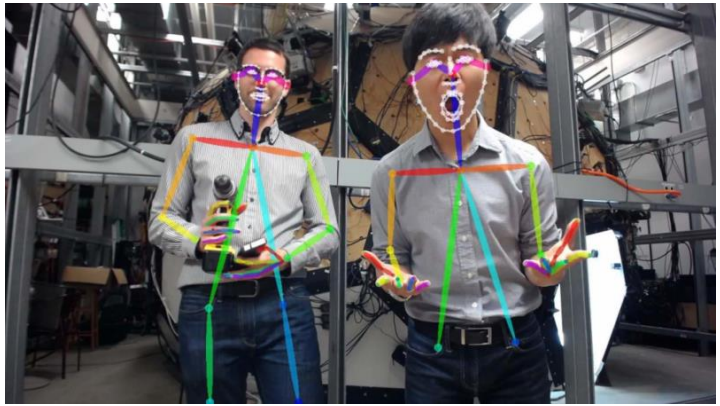


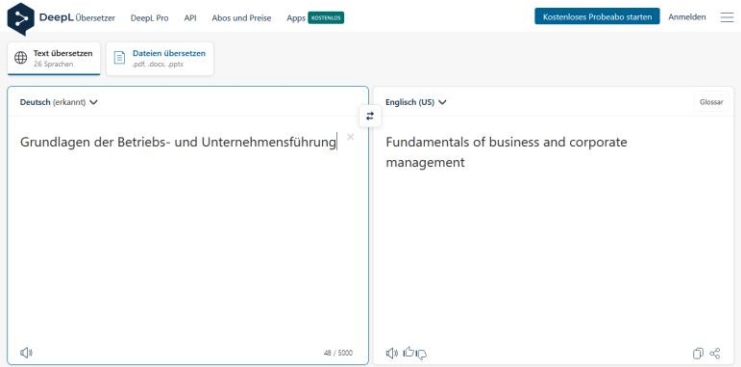
Bild rechts unten: TU Wien: Werkzeughalterung zur lösbaren Verbindung mit einem Zwei-Backen-Greifer an einem Roboterarm, Patent Nummer: A 50571/2020, Anmeldedatum: 03. Juli 2020

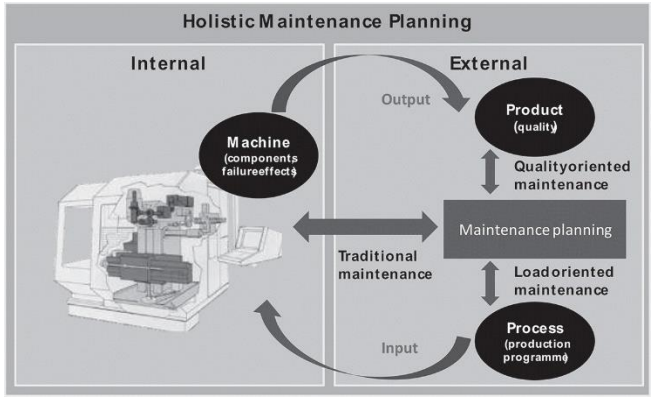
https://www.youtube.com/watch?v=FoyR1U7Y7Po

Digitalisierung und Automatisierung

Künstliche Intelligenz







Z. Cao, G. Hidalgo, T. Simon, S.-E. Wei und Y. Sheikh, „OpenPose: Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation using Part Affinity Fields," arXiv:1812.08008v2, 2019.
Levine et al. (2016): Learning Hand-Eye Coordination for Robotic Grasping with Deep Learning and Large-Scale Data Collection
Fazel Ansari, Robert Glawar & Tanja Nemeth (2019) PriMa: a prescriptive maintenance model for cyber-physical production systems, International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 32:4-5, 482-503, DOI: 10.1080/0951192X.2019.1571236

Digitalisierung und Automatisierung

Autonome Transportsysteme

Quelle: https://www.volvotrucks.de/de-de/trucks/autonome-lkw/vera.html

Quelle: https://www.businessinsider.de/alibaba-hat-in-china-ein-gigantisches-lager-mit-700-robotern-gebaut-und-das-alles-fuer-ein-bestimmtes-ereignis-2018-10

Überblick

- Digitalisierung und Automatisierung in Industrieunternehmen
- **Assistenzsysteme**
- Mensch-Maschine-Interaktion

Assistenzsysteme in der industriellen Produktion

Betrachtungsbereich

Unter dem Thema „Assistenzsystem“ werden alle Technologien zusammengefasst, die die Beschäftigten bei der Ausführung ihrer Arbeit unterstützen und ihnen ermöglichen, sich auf ihre Kernkompetenzen zu konzentrieren. [1]

Digitale (kognitive) Assistenzsysteme

Physische (motorische) Assistenzsysteme

[1] Bischoff, J., Taphorn, C., Wolter, D., Braun, N., Fellbaum, M., Goloverov, A., ... & ten Hompel, M. (2015). Erschließen der Potenziale der Anwendung von Industrie 4.0 im Mittelstand. Berlin: BMWi.

Produktionsarbeit in Österreich

Industriepanel „Made in Austria 2020+“

- Jährliches Industriepanel mit 100+ Entscheidern aus österreichischen Produktionsunternehmen
  - Wettbewerbsfähigkeit der österreichischen Produktionsstandorte ist gut bis sehr gut (>85%)
  - Bedeutung menschlicher Arbeit ist hoch bis sehr hoch (>90%)
  - Einsatz von:
    - … digitalen Assistenzsystemen >80%
    - … Lernassistenzsystemen >40%
    - … von Cobots >30%
    - … von Machine Learning >30%

Walter Mayrhofer, David Kames, Sebastian Schlund, Made in Austria: Produktionsarbeit in Österreich 2020, Studie, Technische Universität Wien (in Veröffentlichung)

Assistenzsysteme in der industriellen Produktion

Mehrwert

- Produktivitätssteigerung
- Umgang mit Komplexität (Varianz | Lieferzeitverkürzung | Änderungen)
- (Prozessimmanente) Dokumentation und Nachvollziehbarkeit
- Steigerung der Prozessqualität
- Attraktivitätssteigerung des Arbeitsplatzes

Pilotfabrik Industrie 4.0 © TU Wien

Produktionsarbeit in Österreich

Industriepanel „Made in Austria 2020+“

- Jährliches Industriepanel mit 100+ Entscheidern aus österreichischen Produktionsunternehmen
  - Wettbewerbsfähigkeit der österreichischen Produktionsstandorte ist gut bis sehr gut (>85%)
  - Bedeutung menschlicher Arbeit ist hoch bis sehr hoch (>90%)
  - Einsatz von:
    - … digitalen Assistenzsystemen >80%
    - … Lernassistenzsystemen >40%
    - … von Cobots >30%
    - … von Machine Learning >30%

Warum nicht höher?

Walter Mayrhofer, David Kames, Sebastian Schlund, Made in Austria: Produktionsarbeit in Österreich 2020, Studie, Technische Universität Wien (in Veröffentlichung)

Assistenzsysteme in der industriellen Produktion

Bedenken

- Reifegrad der Technologie (TRL)
- Wirtschaftlichkeit (TCO)
- Safety | Security | Privacy (Nutzung personenbezogener Daten)
- Intuitive Bedienbarkeit (Ergonomie, UX)
- Marginalisierung menschlicher Arbeit, unausgewogene Arbeitsteilung

TRL: Technology Readiness Level
TCO: Total Costs of Ownership
UX: User Experience

Pilotfabrik Industrie 4.0 © TU Wien

Assistenzsysteme in der industriellen Produktion

Grand Challenges in HCI (Human Computer Interaction)

Stephanidis, C., Salvendy, G., Antona, M., Chen, J. Y., Dong, J., Duffy, V. G., ... & Guo, Y. (2019). Seven HCI grand challenges. International Journal of Human–Computer Interaction, 35(14), 1229-1269.

Assistenzsysteme

Im praktischen Einsatz: Fahrzeug(auftrag) finden bei Rosenbauer

Überblick

- Digitalisierung und Automatisierung in Industrieunternehmen
- Assistenzsysteme
- **Mensch-Maschine-Interaktion**

INSTITUTE OF MANAGEMENT SCIENCE
Human Centered Cyber Physical Production and Assembly Systems

Mensch-Maschine-Interaktion oder Human Computer Interaction (HCI):

- Interdisziplinäres Forschungsfeld zur Interaktion zwischen Menschen und Maschinen
- Drei zentrale Bereiche
  1. **Mensch** (hier: im Arbeitskontext)
  2. **Computer** (Maschine)
  3. **Schnittstelle/Interface** als der Ort, an dem die Kommunikation zwischen Mensch und Maschine stattfindet

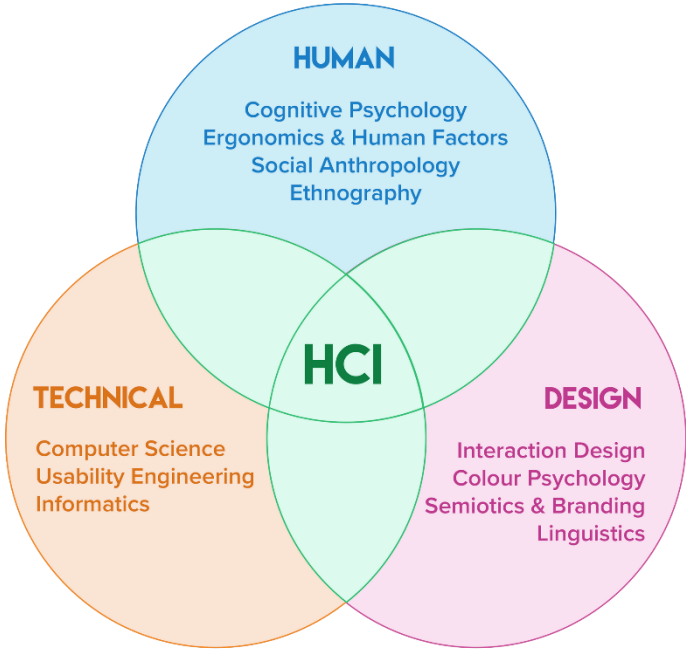
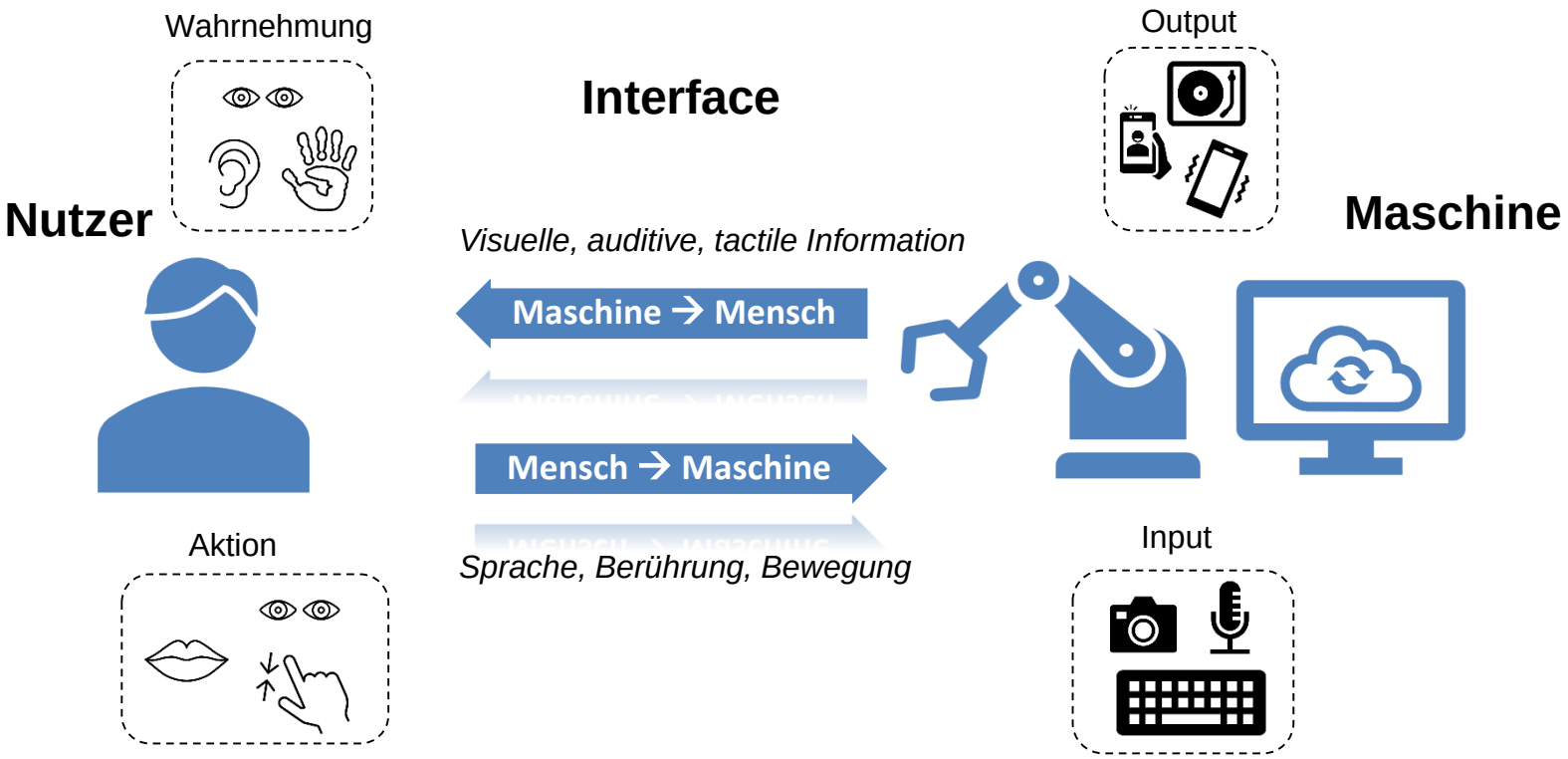


Image: UX for the Web, M. Ritter, C. Winterbottom

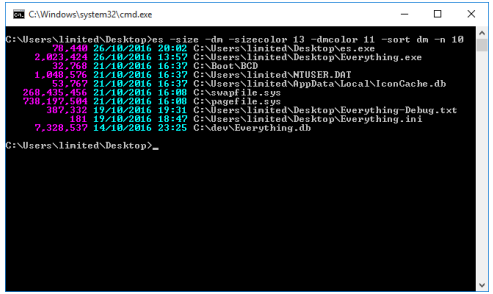
Mensch-Maschine-Interaktion

Formen der Mensch-Maschine-Interaktion



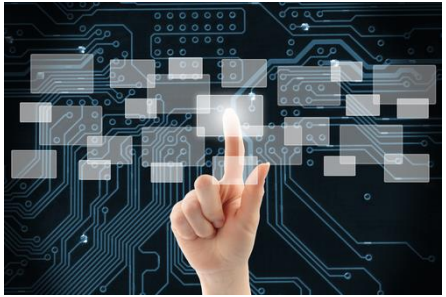
Mensch-Maschine-Interaktion

Entwicklung der Interfaces



1960s

1980s



2010s

Command Line Interface

- CLI
- Unix-Befehle
- Eintippen eines Befehls erzeugt einen Output

Image: https://www.voidtools.com/es-ve/support/everything/command_line_interface/

Graphical User Interface

- GUI
- Icons, Menüleisten, etc.
- Interaktion durch bspw. PC-Maus

Image: https://www.itpro.co.uk/operating-systems/30248/what-is-a-graphical-user-interface

Natural User Interface

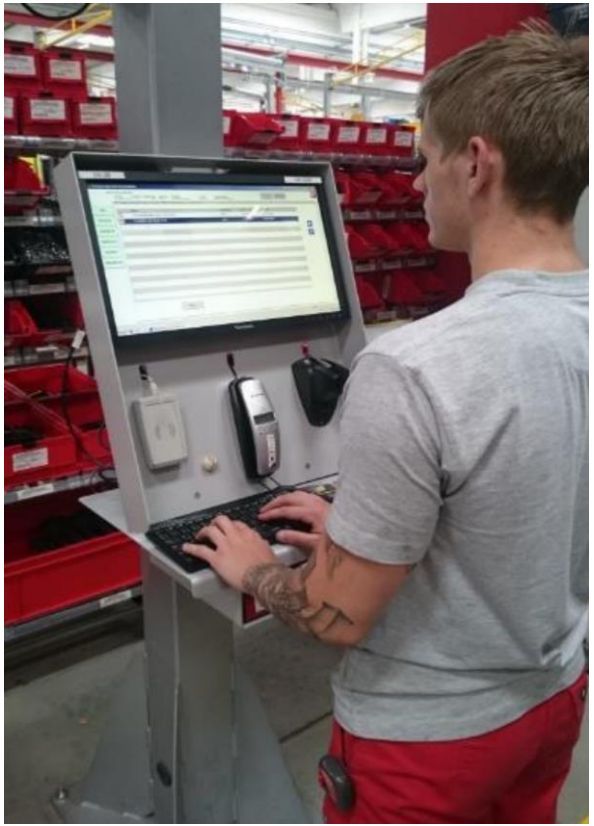
- NUI
- Touchscreens, Spracherkennung, Augmented Reality, etc.

Image: https://entwickler.de/online/natural-user-interfaces-natuerliche-bedienbarkeit-und-der-weg-dorthin-158959.html

Assistenzsysteme

Im praktischen Einsatz: Papierlose Fertigung bei Rosenbauer

- Operatives Werkzeug für Monteure zur schnellen Informationsbeschaffung
- Entfall der bisherigen Auftragsmappen durch ‚papierlose' Fertigung
- Aktueller Informationsstand
- Bedienung durch Touchbildschirm + Tastatur
- 158 Montagecockpits in Montage und Vorfertigungsbereichen bereits in Verwendung



Mensch-Maschine-Interaktion

Interfaces zur Informationsbereitstellung

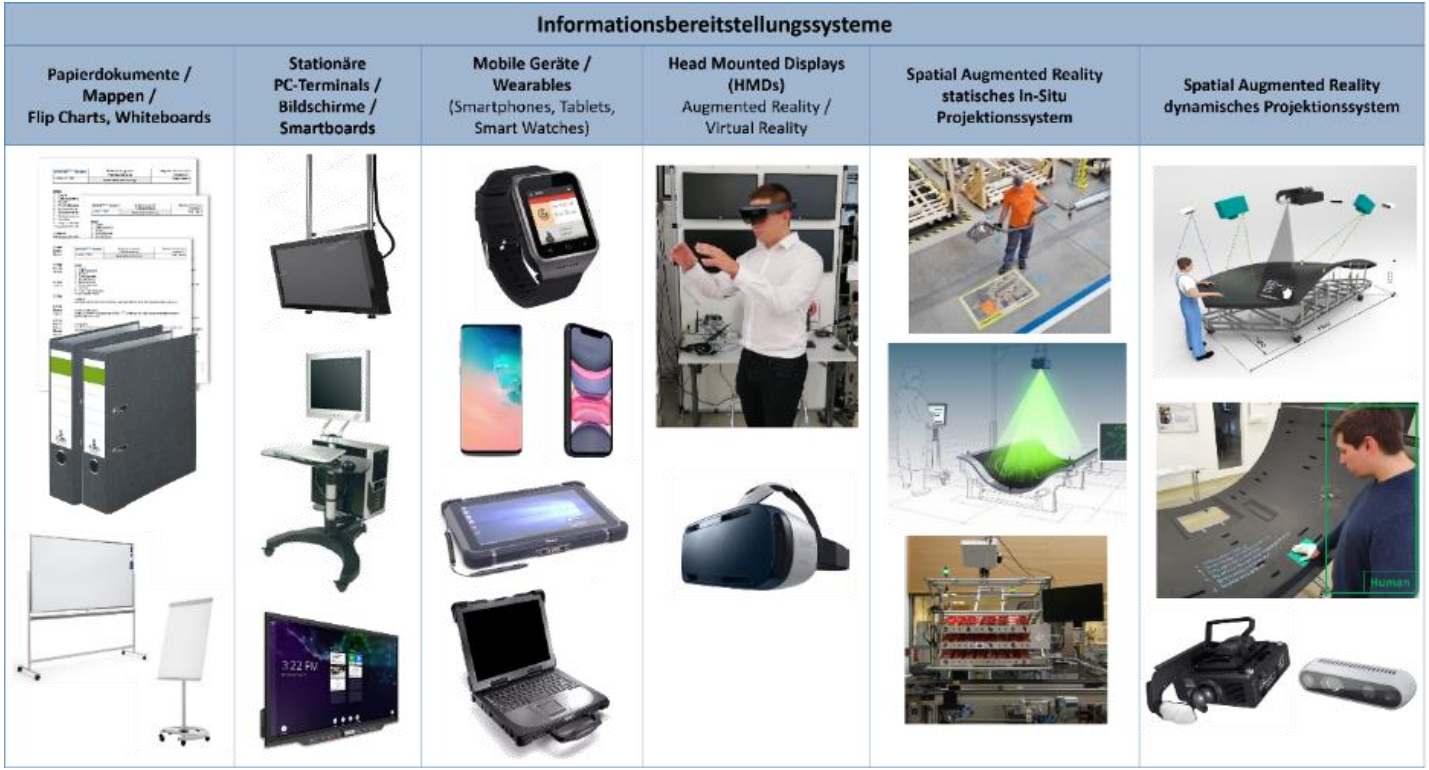
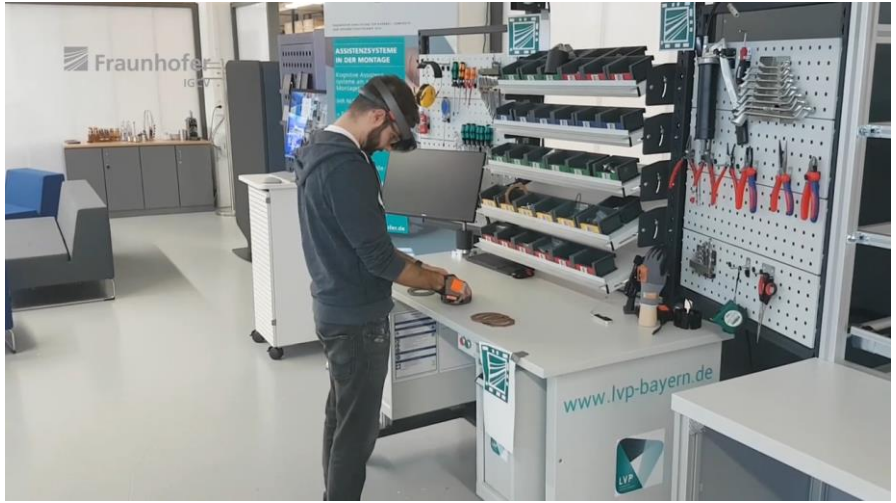


Bild: Rupprecht, P., Kueffner-Mccauley, H., & Schlund, S. (2020). Information provision utilizing a dynamic projection system in industrial site assembly. Procedia CIRP, 93, 1182-1187.

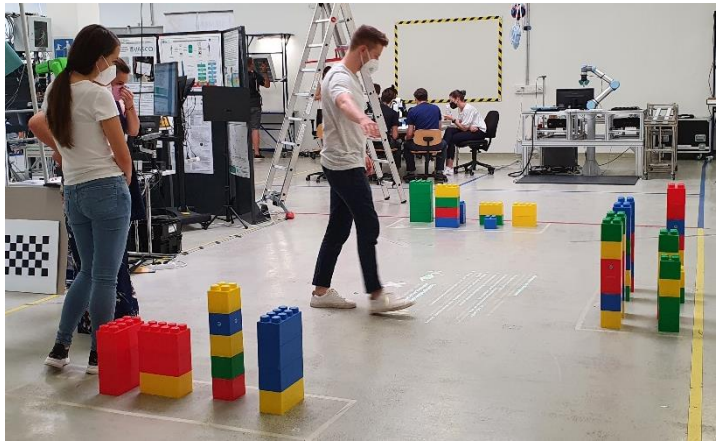


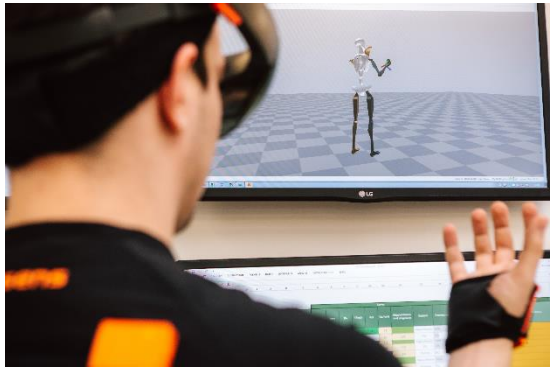
Links: https://www.youtube.com/watch?v=CgU-aqCRMtw
Rechts: TU Wien

Vorstellung Pilotfabrik

Pilotfabrik für Industrie 4.0 der TU Wien, Seestadt-Aspern, Wien

INSTITUTE OF MANAGEMENT SCIENCE
Human Centered Cyber Physical Production and Assembly Systems





KONTAKT

Univ. Prof. Dr.-Ing.

Sebastian Schlund

Forschungsbereichsleiter
Human Centered Cyber Physical Production and Assembly Systems
(BMK Stiftungsprofessur für Industrie 4.0)

Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

FFG

Technische Universität Wien
Institut für Managementwissenschaften
Theresianumgasse 27, A-1040 Wien
Telefon: +43 (1) 58801-33054
sebastian.schlund@tuwien.ac.at