



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna | Austria



INSTITUT FÜR
MANAGEMENTWISSENSCHAFTEN
Human Centered Cyber Physical
Production and Assembly Systems

---Technik für Menschen---

Individualisierbare Gestaltung von Arbeitsplätzen in der industriellen Baustellenmontage durch digitale Vernetzung

Konzeptpräsentation | TÖK Graz | 24.05.2019

Patrick Rupprecht, MSc MSc MA

Forschungsbereich Human Centered Cyber Physical Production and
Assembly Systems (BMVIT Stiftungsprofessur für Industrie 4.0)

TU Wien – Institut für Managementwissenschaften

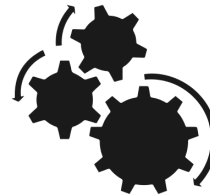


Forschungsfeld



Problemstellung

Forschungsfragen



Vorgehensweise



Literatur

Individualisierbare Gestaltung von Arbeitsplätzen in der industriellen Baustellenmontage durch digitale Vernetzung

Tab.1 Synopsis der Individualisierbarkeitsoptionen von Montagearbeitsplätzen
Table 1 Synopsis of possibilities for individualization of assembly work stations

Einrichtungsoptionen	Nutzung zur Individualisierung	Erwarteter Nutzen
1) Dimension: Arbeitsfläche	<ul style="list-style-type: none"> - Einstellung der optimalen Arbeitsfläche nach Körpergröße - Nutzung der Arbeitsfläche als Sitz- oder Stützoberfläche - Einstellung optimale Arbeitsfläche nach Arbeitsfähigkeit - Wechsel der HöhenEinstellung der Arbeitsfläche nach aktueller Nutzungsdauer, um Wechsel zwischen Sitzen und Stehen zu unterstützen 	<ul style="list-style-type: none"> - Beanspruchungsreduzierung durch Vermeidung ergonomisch ungünstiger Körperhaltungen - Effizienzsteigerung durch passgenaue Arbeitsfläche (bessere Greifwege, geringere Ermüdung, weniger Fehler)
2) Dimension: Blick- und Greifbereich	<ul style="list-style-type: none"> - Sich anatomisch angepasste Arbeitsfläche (in Breite, Tiefe, Neigung) - Material- und Werkzeugbereitstellung im individuell optimalen Greifbereich - Anpassung der Bereitstellung an Handgröße (Rechts-Links-Hand, Rechts-Links-Hand, Handhaltung) - Automatische Einstellung der Montagevorrichtung, Fixierung - Handlingsassistenten - Automatische Haltepunktsteuerung 	<ul style="list-style-type: none"> - Beanspruchungsreduzierung durch Vermeidung ergonomisch ungünstiger Greifwege, Kräfte/Momente, hohe Kräfte/Arbeit über Handfläche - Produktivitätssteigerung durch optimierten Greifbereich, dadurch: Effizientere Abläufe, geringere Ermüdung, Weniger Fehler

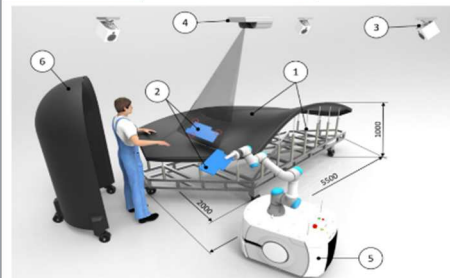


Bild: Winglet-Werkzeug mit Möglichkeiten der Individualisierung im Bereich der industriellen Baustellenmontage Quelle: Schlund S., Mayrhofer W., Rupprecht P. (2018).

Individualisierbare Gestaltung von Arbeitsplätzen

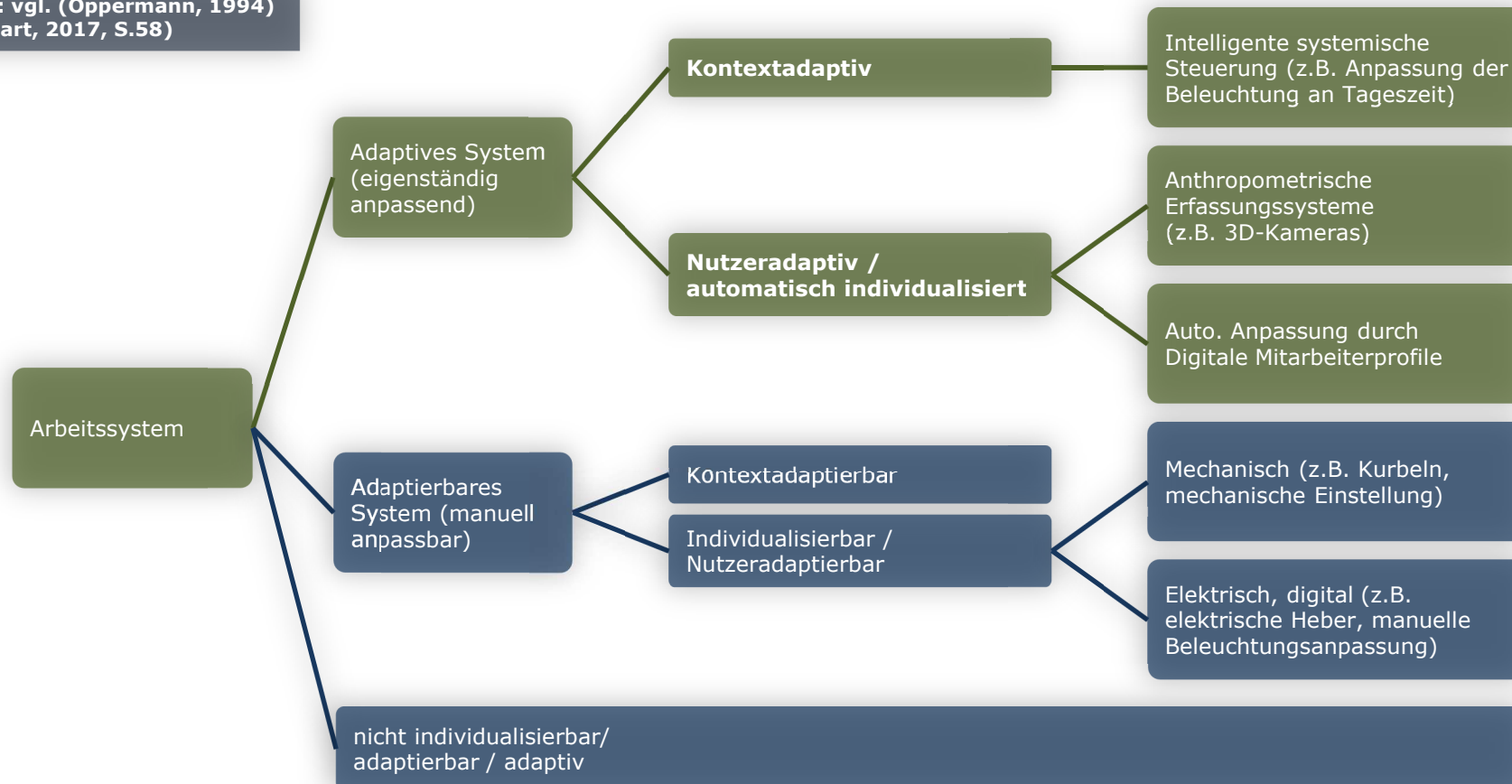


Industrielle Baustellenmontage

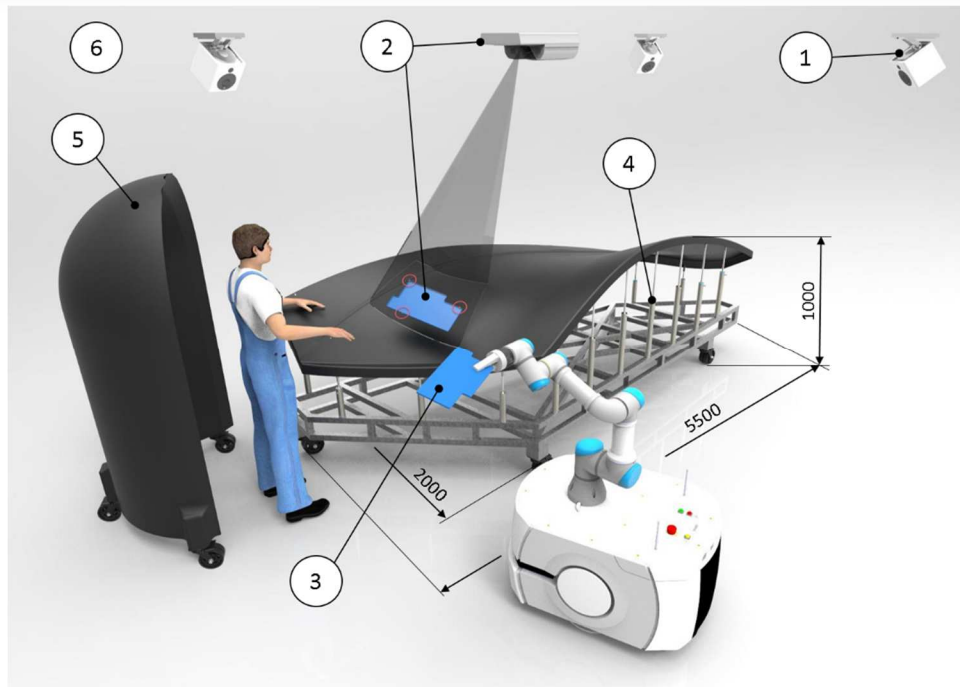


Digitale Vernetzung

Quelle: vgl. (Oppermann, 1994)
(Reinhart, 2017, S.58)



Vision : Einen individualisierten und kontextadaptierten Montagearbeitsplatz zu gestalten, der sich nach den individuellen Bedürfnissen/Merkmalen des Mitarbeiters sowie der Arbeits- und Prozessumgebung intelligent anpasst



- 1) Erfassung Arbeitsumgebung / Mitarbeiter
- 2) **Dynamische Projektion von individualisierten Arbeitsinformationen**
- 3) Individualisierte/Kontextadaptive Anreicherung von Material/Tools/Komponenten
- 4) Individualisierte/Kontextadaptive Höhen- und Winkelverstellung des Arbeitsplatzes
- 5) Individualisierte/Kontextadaptive Klima-, Temperatur-, Akustikeinstellung
- 6) Individualisierte/Kontextadaptive Beleuchtungseinstellung

Stand der Wissenschaft

- Zurzeit werden Arbeitsplätze nach anthropometrischen Aspekten ausgelegt, welche nicht alle Bedürfnisse und Merkmale des Menschen berücksichtigen
(Bullinger-Hoffmann, et al., 2016).
- Arbeitsplätze werden zurzeit nach der Perzentil-Methodik gestaltet. Die Anpassungsgrenzen liegen zwischen dem 5. und 95. Perzentil der Bevölkerung, was einer 90 bzw. 95 prozentigen Abdeckung entspricht *(Bullinger, 1994 S. 198-202); (Schlick et al., 2018, S.478-482).*
- **Maße des Körpers eines Menschen sind individuell verschieden → sogenannte „Durchschnittsmenschen“ eignen sich nicht zur Dimensionierung und Auslegung von Arbeitsplätzen** *(Bullinger, 1994 S. 198); (Schlick et al., 2018, S.482)*
- Individualisierbarkeit wird ausschließlich in der Gestaltung von Software-Ergonomie gefordert und nicht in dem physikalischen Arbeitssystem und der Arbeitsumgebung *(Schlick et al., 2018, S. 466-468)*
- **Im Zusammenhang mit Industrie 4.0 entsteht durch steigende Verfügbarkeit von Kontext und Nutzungsdaten ein erhebliches Potenzial für Adaptivität / Adaptierbarkeit des Arbeits- und Informationssystem** *(Reinhart, 2017, S.57-59)*
- **Die menschliche Arbeitskraft wird in der Produktion der Zukunft, trotz aufstrebenden Automatisierung / intelligenten Vernetzung, für den Erfolg der Unternehmen entscheidend sein.**
(Latos, et al., 2017), (Spath, et al., 2013)

Stand der Technik

- Individualisierung, geschieht heute meist **manuell-mechanisch** (z.B. Höhenverstellung mit Kurbel oder Pedal) oder **manuell-elektronisch** (z.B. Höhenverstellung mit Stellmotor)
- Die manuelle Individualisierung wird nur kaum verwendet → **fehlende Akzeptanz, aufwendige Verstellung, keine Zeit im Prozess (kurzer Takt)**
- Arbeitsplätze sind standardisiert ausgelegt
- Mitarbeiter erhalten nicht ausreichend Schulungen und Information über Ergonomie am Arbeitsplatz
- **Ergonomie wird oft aufgrund Produktivität vernachlässigt**
- Es werden die Merkmale/Bedürfnisse des Mitarbeiters nicht erfasst und berücksichtigt
- Einzelsysteme zur Anzeige von Information bzw. zur Verbesserung der Ergonomie und Produktivität sind vorhanden, ein vernetztes Gesamtsystem gibt es nicht
- Die Interaktion mit dem System geschieht aufwendig und nicht intelligent

Physische und psychischen Belastungen am Arbeitsplatz nehmen stark zu. Hinzu kommt der „Demographische Wandel“ der arbeitenden Bevölkerung



Eine Anpassung der Arbeitsplätze an die Präferenzen bzgl. dieser Entwicklungen hat hohes Potenzial für Ergonomie und Prozessleistung

Die individualisierbare Gestaltung von Arbeitssystemen wird in Literatur / Normen längst gefordert und ist in heutigen Produktionsunternehmen nur selten vorzutreffen



eine Vorgehensmodell zur Implementierung der Individualisierung im Gesamtarbeitssystem würde Unternehmen unterstützen das Potenzial auszuschöpfen

Individualisierbarkeit ist nur im Teilbereich Software-Ergonomie der Arbeitswissenschaft zu finden und explizit gefordert



→ Individualisierung des kompletten Arbeitsplatzes (physikalisches Arbeitssystem und Arbeitsumgebung) stellt hohes Potenzial für Unternehmen dar *vgl. Schlick et al. (2018) S.466 (DIN EN ISO 9241)*

Digitale Vernetzung / moderne Technologien (3D-Kameras, intelligente Sensorik, Dynamische Projektion,...) ermöglichen erst die Umsetzung einer intelligenten Individualisierung am Produktionsarbeitsplatz

Zentrale RQ:

Welchen Mehrwert bietet Individualisierung und Kontextadaptierung von Systemen in der industriellen Baustellenmontage?

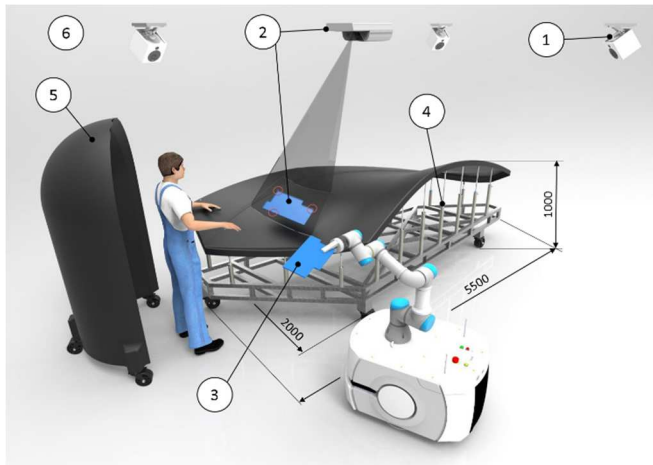
Unterfragen

RQ1: Wie kann die Individualisierung und Kontextadaptierung mit digitaler Vernetzung und moderner Technologie umgesetzt werden?

RQ2: Wie kann ein individualisiertes und kontextadaptives System gestaltet und mittels Demonstrator evaluiert werden?

RQ3: Wie kann eine Vorgehensweise zur Implementierung eines individualisierten / kontextadaptiven Systems in der Praxis gestaltet werden?

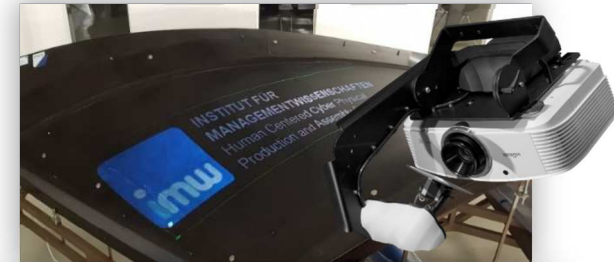
VISION



Aktueller Umsetzungsstand



Winglet Werkzeug FACC
 industrielle Baustellenmontage



Dynamische Projektion
 Projektor mit dynamischem Spiegelsystem



Umgebungserfassung
 Punktwolke/Bildererkennung

Zentrale RQ:

Welchen Mehrwert bietet Individualisierung und Kontextadaptierung von Systemen in der industriellen Baustellenmontage?

Unterfragen

RQ1: Wie kann die Individualisierung und Kontextadaptierung mit digitaler Vernetzung und moderner Technologie umgesetzt werden?

RQ2: Wie kann ein individualisiertes und kontextadaptives Systems gestaltet und mittels Demonstrator evaluiert werden?

RQ3: Wie kann eine Vorgehensweise zur Implementierung eines individualisierten / kontextadaptiven Systems in der Praxis gestaltet werden?

Umsetzungs- stand



Vorgehensweise

- Aufstellung Taxonomie der Individualisierung /Kontextadaptierung
- Beobachtung IST-Situation in der industriellen Baustellenmontage
- Recherche Arbeitswissenschaft / Digitale Vernetzung / Technologien

- Simulation mit digitaler Planungssoftware
- Konzepterstellung / Umsetzung Demonstrator in der TU Wien Pilotfabrik
- UX-Tests mit Studenten und Experten

- Konzeption „Vorgehensmodell für Individualisierung/Kontextadaptierung“

Systeme

Dynamische Projektion

- 4K-Projektor / Mirrorhead
- Multimedia-Software JCD-Player
- Integriertes Lasersystem

Umgebungserfassung

- **Bildererkennung** RGB/ IR-Kamera / Tensor-Flow, 3D-TOFL-Kamera / Punktwolke
- **Tracking**, Tensor-Flow, Matlab / Open Source / Open-POSE

Mitarbeiter- / Arbeitskontext / Arbeitsinformation

- Industrielle Baustellenmontage
- Arbeitsumgebung
- Mitarbeitermerkmale
- Arbeitsinformationen

Herausforderungen

UX / Anwendung /
Interaktion

Intuitive
Informations-
bereitstellung

Transformation der
Daten

Granularität der
Individualisierung /
Kontextadaptierung

Gegebenheiten in der
Baustellenmontage

Datenerfassung
Kontext/Mitarbeiter

- **Fazit:**
 - Demonstrator wird gerade aufgebaut
 - Verschiedene Bilderkennungssystemen wurden recherchiert und getestet
 - Ansteuerung des dynamischen Projektionssystems wird mit Python getestet

- **Ausblick:**
 - Lasersystem wird demnächst in der Pilotfabrik integriert
 - Projekte und Anträge mit relevanten Partnern werden aufgesetzt
 - Bilderkennung wird in der Pilotfabrik mit 3D-Kameras und RGB-Kameras getestet

Literatur:

- Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften. (2018). *dwds.de*. Abgerufen am 18. 10 2018 von <https://www.dwds.de/wb/Individuum>
- Bibliographisches Institut GmbH. (kein Datum). *duden.de*. Abgerufen am 22. 10 2018 von [duden.de](https://www.duden.de/rechtschreibung).
- Bothof, A., & Hartmann, E. A. (2015). *Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0*. Berlin Heidelberg: Springer Vieweg.
- Bullinger, H.-J. (1994). *Ergonomie, Produkt- und Arbeitsplatzgestaltung*. Wiesbaden: Springer.
- Bullinger-Hoffmann, A. C., & Mühlstedt, J. (2016). *Homo Sapiens Digitalis - Virtuelle Ergonomie und digitale Menschmodelle*. Berlin Heidelberg: Springer.
- Cernavin, O., Schröter, W., & Stowasser, S. (2018). *Prävention 4.0, Analysen und Handlungsempfehlungen für eine produktive und gesunde Arbeit 4.0*. Wiesbaden: Springer.
- GmbH, B. I. (kein Datum). Von <https://www.duden.de/rechtsschreibung/individuell> abgerufen
- Hevner, A. R. (2007). A Three Cycle View of Design Science Research. *Scandinavian Journal of Information Systems Vol. 19 (2)*, S. 87-92.
- Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly Vol. 28 No.1*, S. 75-105.
- Konradin Medien GmbH. (2018). *wissen.de*. Abgerufen am 18. 10 2018 von <https://www.wissen.de/fremdwort/individualisieren>
- Latos, B. A., Holtkötter, C., Brinkjans, J., Kalantar, P., Przybysz, P. M., & Mütze-Niewöhner, S. (2017). Partizipatives und simulationsgestütztes Vorgehen zur Konzeption einer flexiblen und demografierobusten Montagelinie. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*.
- Lotter, B., & Schilling, W. (1994). *Manuelle Montage*. Düsseldorf: VDI-Verlag.
- Lotter, B., & Wiendahl, H.-P. (2012). *Montage in der industriellen Produktion*. Berlin Heidelberg: Springer Vieweg.
- Luczak, H., Volpert, W., Raeithel, A., & Schwier, W. (1987). *Arbeitswissenschaft, Kerndefinition - Gegenstandskatalog - Forschungsgebiete*. Eschborn: RKW-Verlag.
- Rohmert, W. (1984). Das Belastungs-Beanspruchungs-Konzept. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft (38)* 193-200.
- Schlick, C., Bruder, R., & Luczak, H. (2018). *Arbeitswissenschaften*. Berlin Heidelberg: Springer.
- Schlund, S., Mayrhofer, W., & Rupprecht, P. (2018). Möglichkeiten der Gestaltung individualisierbarer Montagearbeitsplätze vor dem Hintergrund aktueller technologischer Entwicklungen. *ZfA (Zeitschrift für Arbeitswissenschaft)*, Springer.
- Schmid, M., & Maier, T. (2017). *Technisches Interface Design, Anforderungen, Bewertung und Gestaltung*. Berlin Heidelberg: Springer.
- Schmidtke, H., & Jastrzebska-Fraczek, I. (2013). *Ergonomie, Daten zur Systemgestaltung und Begriffsbestimmungen*. München: Carl Hanser Verlag.
- Spath, D., Ganschar, O., Gerlach, S., Hämmerle, M., Krause, T., & Schlund, S. (2013). *Produktionsarbeit der Zukunft - Industrie 4.0*. Stuttgart: Fraunhofer - Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation.
- Technische Universität Wien. (2018). *pilotfabrik.tuwien.ac.at*. Abgerufen am 20. 11 2018 von pilotfabrik.tuwien.ac.at
- Weisner, K., Knittel, M., Enderlein, H., Wischniewski, S., Jaitner, T., Kuhlant, P., & Deuse, J. (2016). Assistenzsystem zur Individualisierung der Arbeitsgestaltung. *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 111(111)*, S. 598-601.

Normen

- DIN 33402-1 (2008) Ergonomie – Körpermaße des Menschen – Teil 1: Begriffe, Messverfahren. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Beuth Verlag, Berlin
- DIN 33402-2 (2005) Ergonomie – Körpermaße des Menschen – Teil 2: Werte. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Beuth Verlag, Berlin
- DIN 33402-2-B1 (1984) Körpermaße des Menschen – Werte – Beiblatt 1: Anwendung der Körpermaße in der Praxis. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Beuth Verlag, Berlin
- DIN EN ISO 6385 (2016) Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Beuth Verlag, Berlin
- DIN EN ISO 7250 (1997) Wesentliche Maße des menschlichen Körpers für die technischen Gestaltung. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Beuth Verlag, Berlin
- DIN EN ISO 9241-110 (2006) Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Beuth Verlag, Berlin
- DIN EN ISO 9241-210 (2010) Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 210: Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Beuth Verlag, Berlin
- DIN EN ISO 10075-1 (2017) Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung - Teil 1: Allgemeine Aspekte und Konzepte und Begriffe. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Beuth Verlag, Berlin
- DIN EN ISO 10075-2 (2000) Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung - Teil 2: Gestaltungsgrundsätze. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Beuth Verlag, Berlin
- DIN EN ISO 10075-3 (2004) Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung - Teil 3: Grundsätze und Anforderungen an Verfahren zur Messung und Erfassung psychischer Arbeitsbelastung. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Beuth Verlag, Berlin
- DIN EN ISO 26800 (2011) Ergonomie - Genereller Ansatz, Prinzipien und Konzepte. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Beuth Verlag, Berlin

- J. Deuse, A. Grötsch, L. Stankiewicz und S. Wischniewski, A Customizable Digital Human Model for Assembly System Design, in *Advances in Ergonomics of Manufacturing: Managing the Enterprise of the Future*, C. Schlick und S. Trzcielinski, Hrsg., Springer, (2015) 167-178.
- C. Thomas, L. Stankiewicz, A. Grötsch, S. Wischniewski, J. Deuse und B. Kuhlenkötter, Intuitive work assistance by reciprocal human-robot interaction in the subject area of direct human-robot collaboration, *Procedia CIRP*, 44 (2016), 275-280.
- N. Galaske und R. Anderl, Approach for the Development of an Adaptive Worker Assistance System Based on an Individualized Profile Data Model, *Advances in Ergonomics of Manufacturing: Managing the Enterprise of the Future: Proceedings of the AHFE 2016 International Conference on Human Aspects of Advanced Manufacturing*, (27-31 July 2016) 543-556.
- T. Nguyen, J. Krüger und C. Bloch, The Working Posture Controller: Automated Adaptation of the Work Piece Pose to Enable a Natural Working Posture, *Procedia CIRP* 44 (2016) 14-19.
- C. Brandl, T. Hellig, A. Mertens und C. M. Schlick, Approaches for the Efficient Use of Range Sensors-Based Ergonomic Assessment Results in the Ergonomic Intervention Process of Awkward Working Postures, *Advances in Ergonomics of Manufacturing: Managing the Enterprise of the Future: Proceedings of the AHFE 2016 International Conference on Human Aspects of Advanced Manufacturing*, (27-31 July 2016) 445-453.
- H. Luczak, W. Volpert, A. Raeithel, W. Schwier, T. unter Mitarbeit von Müller und M. Rötting, *Arbeitswissenschaft, Kerndefinition – Gegenstandskatalog – Forschungsgebiete* (3. Aufl.), Eschborn, Köln: RKW-Verlag, TÜV Rheinland, (1989).
- S. Schlund, W. Mayrhofer und P. Ruppert, *Möglichkeiten der Gestaltung individualisierbarer Montagearbeitsplätze vor dem Hintergrund aktueller technologischer Entwicklungen*, ZfA (Zeitschrift für Arbeitswissenschaft), Berlin, Heidelberg: Springer, (2018).
- F. Ansari, P. Hold, W. Mayrhofer, S. Schlund and W. Sihl, AUTODIDACT: Introducing the Concept of Mutual Learning into a Smart Factory Industry 4.0, In *Proceedings of 15th International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELEDA 2018)*, (21-23 October 2018), Budapest, Hungary
- L. Rodriguez, F. Quint, D. Gorecky, D. Romero und H. Siller, Developing a mixed reality assistance system based on projection mapping technology for manual operations at assembly workstations, in *Procedia Computer Science*, 75 (2015), 327-333.
- D. Strang, N. Galaske und R. Anderl, Dynamic, adaptive worker allocation for the integration of human factors in cyber-physical production systems, in *Advances in Ergonomics of Manufacturing: Managing the Enterprise of the Future*, Cham., Springer, (2016), 517-529.
- Oppermann (Hrsg.), R. (1994). *Adaptive user support: ergonomic design of manually and automatically adaptable software*. Boca Raton: CRC Press.
- Reinhart, G., Bengler, K., Dollinger, C., Intra, C., Lock, C., Popova-Dlogosch, S., . . . Vernim, S. (2017). *Der Mensch in der Produktion von Morgen*. In G. Reinhart, *Handbuch Industrie 4.0, Geschäftsmodelle, Prozesse, Technik*. München: Carl Hanser Verlag.
- G. Reinhart, R. Spillner, J. Egbers und J. Schilpet, Individualisierung an Montagearbeitsplätzen, *Konzeption und Auslegung flexibel individualisierbarer Arbeitsplätze in der Montage*, wt Werkstattstechnik online, 9 (2010) 665-669.
- L. Goldhahn und K. Müller-Eppendorfer, Integrierte Nutzung von Virtual Reality für die Materialbereitstellungsplanung, *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, Volume 71, Issue 4, 12 (2017) 233-241.
- W. Bauer, A. Pross, O. Stefani, S. Brosenmaier und D. Bues, *LightWork: Benutzerakzeptanz und Energieeffizienz von LED-Beleuchtung am Wissensarbeitsplatz*, Studie Fraunhofer IAO LightFusionLab, Stuttgart, (2015).
- S. Gerlach, *Aufbau von produktionsnahen Teaminformationsportalen bei kundenindividueller Produktion mittels Entwurfsmustersprachen*, Stuttgart: Universität Stuttgart, (2010).
- D. Spath, S. Schlund, S. Gerlach, M. Hämmerle und T. Krause, *Produktionsprozesse im Jahr 2030*, in *IM-Information Management und Consulting*, 27 (2012) 3, Saarbrücken, IMC, (2012) 50-55.
- O. Ganschar, S. Gerlach, M. Hämmerle, T. Krause, S. Schlund und D. Spath, *Produktionsarbeit der Zukunft - Industrie 4.0*, Stuttgart: Fraunhofer Verlag, (2013).
- B. Lotter und H.-P. Wiendahl, *Montage in der industriellen Produktion*, Berlin Heidelberg: Springer Vieweg, (2012).
- W. Bauer, S. Schlund, C. Vocke, *Working life within a hybrid world – how digital transformation and agile structures affect human functions and increase quality of work and business performance*, 8th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2017), In: *Advances in Human Factors, Business Management and Leadership; Proceedings of the AHFE 2017 International Conferences on Human Factors in Management and Leadership, and Business Management and Society*, The Westin Bonaventure Hotel, Los Angeles, California, USA, (July 17–21, 2017), S.3-10
- S. Schlund, F. Baaij, *An implicit definition of Industry 4.0 using citation based technology ranking; Proceedings of 24th International Conference on Production Research (ICPR 24)*, (31 July – 3 August 2017), Poznan, Poland
- W. Bauer, S. Schlund, T. Hornung, S. Schuler, *Digitalization of industrial value chains – a review and evaluation of existing use cases of Industry 4.0 in Germany; Proceedings of 24th International Conference on Production Research (ICPR 24)*, (31 July –3 August 2017), Poznan, Poland
- N. Vignais, M. Miezal, B. Bleser, K. Mura, D. Gorecky, F. Marin, "Innovative System for Real-Time Ergonomic Feedback in Industrial Manufacturing", *Applied Ergonomics*, 44 (2012), 566-574
- T. Schembera-Kneifel und M. Keil, *Future ergonomics tools – From the prototype to the serial product by comprehensive product optimization*, in 16. Internationales Stuttgarter Symposium. Proceedings, Wiesbaden, Springer, (2016).
- R. Müller, M. Vette und O. Mailahn, *Process-oriented Task Assignment for Assembly Processes with Human-Robot Interaction*, (2016).
- J. Bornmann, A. Kurzweg und K. Heinrich, *Tragbare Assistenzsysteme in der Automobilmontage*, in *Technische Unterstützungssysteme, die die Menschen wirklich wollen*, Hamburg, (2016).
- D. Gorecky, R. Campos, H. Chakravarthy, R. Dabelow, J. Schlick, D. Zühlke, "Mastering Mass Customization – A Concept for Advanced, Human-Centered Assembly". *Assembly Manufacturing Engineering Journal*, 11(2) (2013), p. 62.

FRAGEN & DISKUSSION



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna | Austria



INSTITUT FÜR
MANAGEMENTWISSENSCHAFTEN
Human Centered Cyber Physical
Production and Assembly Systems

---Technik für Menschen---



Individualisierbare Gestaltung von Arbeitsplätzen in der industriellen Baustellenmontage durch digitale Vernetzung

Konzeptpräsentation | TÖK Graz | 24.05.2019

Patrick Rupprecht, MSc MSc MA

Forschungsbereich Human Centered Cyber Physical Production and
Assembly Systems (BMVIT Stiftungsprofessur für Industrie 4.0)

TU Wien – Institut für Managementwissenschaften

