Bei diesem Beitrag handelt es sich um einen wissenschaftlich begutachteten und freigegebenen Fachaufsatz („reviewed paper“).

doi.org/10.37544/1436-4980-2023-03-11

Mensch in der Produktion – Analyse der Bedürfnisse zur zielgerichteten Automatisierung

UNA – Menschzentrierte Automatisierung

M. Köhler, D. Karelina

Ein User Needs Assessment, kurz UNA, bietet die Möglichkeit, menschliche Bedürfnisse zu erfassen und zu analysieren. Im industriellen Kontext werden die Bedürfnisse der Mitarbeitenden selten berücksichtigt, was besonders bei der Einführung von Automatisierung oder künstlicher Intelligenz unzufriedene Mitarbeitende zur Folge haben kann und die Einführung unnötig erschwert. Im Nachfolgenden wird dieser Themenkomplex erläutert und eine Analysemöglichkeit vorgestellt.

STICHWÖRTER

Automatisierung, Arbeitsgestaltung, Mensch und Technik

UNA – Human Centered Automatization

The User Needs Assessment tool UNA is an analytical tool to capture human needs. Human needs are rarely considered in industrial practice, a fact that is often detrimental to the introduction of automatization or of artificial intelligence techniques and may lead to considerable discontent among employees. This paper discusses related topics and introduces an analysis tool to deal with them.

1 Einleitung

Eine stetig wachsende Zahl an Unternehmen interessiert sich für die Einführung von künstlicher Intelligenz (KI). In einer Studie sehen 45 % der Befragten in KI die Chance, Fehler in Arbeitsvorgängen zu vermeiden [1]. Durch den steigenden Flexibilitätsgrad der Produkte [2] wird die Hilfestellung für Mitarbeitende durch KI immer wichtiger. Auch sorgen der demografische Wandel und der Fachkräftemangel dafür, dass Unternehmen vermehrt KI einsetzen müssen, um das Expertenwissen der Mitarbeitenden sowohl zu erhalten als auch weitergeben zu können [3]. Der Einführung von KI stehen jedoch Hindernisse entgegen. So spielen Sorgen, wie die Verletzung des Datenschutzes oder Schäden durch Fehlfunktionen, eine maßgebliche Rolle [4]. Weitere Bedenken existieren auf Arbeitnehmerseite, wie zum Beispiel die Befürchtung eines Know-how-Verlusts oder die Sorge, unmündig gemacht zu werden. In diesem Beitrag stehen Automatisierungen mittels KI, die in Interaktion mit Menschen stehen, im Vordergrund.

KI-Systeme können unterschiedliche Grade von Autonomie besitzen. Für das Umfeld Industrie 4.0 wurden sechs verschiedene Autonomiestufen definiert [5]. Die Stufen reichen von Stufe 0 (keinerlei Automation) bis Stufe 5 (autonomer Betrieb in allen Bereichen). In den Zwischenstufen (Stufe 2–4) spielen der Mensch und die Interaktion mit der KI eine große Rolle. Für diesen Beitrag sind diese Zwischenstufen der Autonomie von besonderem Belang. Werden dem Mitarbeitenden von dem System Vorschläge unterbreitet, die der Mensch als letzte Instanz bestätigt (Stufe 3) oder muss der Mitarbeitende nur im Notfall agieren (Stufe 4), was zur kognitiven Überlastung führen kann [6]?

Sobald das System eine Interaktion mit dem Menschen vorsieht, steht auch die Frage nach einer menschzentrierten Gestaltung im Raum. So muss bei solchen Halbautomatisierungen etwa der Handlungsspielraum der KI klar definiert sein, um die (oft fälschliche) Wahrnehmung der eigenen Ersetzbarkeit der Belegschaft zu klären und ihr Bedürfnis nach Autonomie nicht zu verletzen. Ein ganzheitliches Verständnis für die Produktion und die Menschen, die darin arbeiten, muss hergestellt werden. Wo und wie brauchen die Mitarbeitenden tatsächlich Unterstützung? Wie lässt sich die Zusammenarbeit mit einem KI-System gestalten, sodass der Arbeitsplatz attraktiver wird?

Im Folgenden wird eine Betrachtungsmöglichkeit und eine Methode zur Klärung dieser Fragen eingeführt, das datengetriebene „User Needs Assessment“ (UNA). Diese Anwendung ermöglicht das Erarbeiten einer individuellen Lösung bei der Einführung von KI-Systemen. Dabei erhalten die Mitarbeitenden mit ihren Bedürfnissen und Sorgen ein Mitspracherecht und die Lösung kann menschzentriert umgesetzt werden. Dieses Vorgehen erhöht die Akzeptanz und das Verständnis in der Belegschaft, die mit einer solchen intelligenten Lösung interagieren soll.

2 Menschzentrierte Automatisierung

Die technische Umsetzung scheint beim Thema KI oft im Vordergrund zu stehen. Wie können Texte beispielsweise noch besser übersetzt werden, welcher Machine-Learning-Ansatz erzielt bei einer bestimmten Aufgabe eine noch höhere Genauigkeit? Die Sinnhaftigkeit und die Interaktionsgestaltung der Anwendung geraten dabei in den Hintergrund. Braucht der Mitarbeitende wirklich ein weiteres Dashboard mit integrierter „Predictive

https://doi.org/10.37544/1436-4980-2023-03-11 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - CC BY

Maintenance“ oder hat der Mensch ganz andere Bedürfnisse in seinem Arbeitsalltag?

Auch in der Produktgestaltung für den Endkonsumenten wird die Frage nach dem Warum, also der Motivation für Verhalten, noch nicht allzu lange gestellt und beispielsweise im „Wohlbefindlichkeitsmodell“ adressiert [7] (**Bild 1**).

Die Motivation für Verhalten ergibt sich aus sieben Grundbedürfnissen: Autonomie, Verbundenheit, Kompetenzerleben, Sicherheit, Popularität, Stimulation und Körperlichkeit. Wer es schafft, in der Produktgestaltung die oben genannten Grundbedürfnisse der Nutzer zu berücksichtigen, kann deren Nutzungsverhalten beeinflussen. Vor allem die Grundbedürfnisse der Autonomie (das Gefühl eigenmächtig nach eigenen Vorstellungen handeln zu können), Verbundenheit (tiefer Kontakt mit Menschen, die einem etwas bedeuten) und das Grundbedürfnis des Kompetenzerlebens (fähig und effektiv handeln zu können) fördern die intrinsische Motivation [8]. Die Beeinflussung der Nutzungspraktiken durch das Produkt ist in der „Was“-Ebene beschrieben. Erst auf der letzten Ebene des Modells befindet sich das „Wie“, also wie die tatsächliche Lösung aussieht.

Dieses Modell lässt sich von der Gestaltung der Produkte auch in die Produktion übertragen und stellt die „Warum“-Ebene und damit die Bedürfnisse der Mitarbeitenden in den Vordergrund. Im Bereich der Automatisierung und KI besitzen Unternehmen bei der Einführung der Technologie mit der Gestaltung der Interaktion einen wichtigen Schalthebel, um bestimmte Bedürfnisse zu stärken oder auch zu schwächen. Voraussetzung dazu ist jedoch, dass die Bedürfnisse der Belegschaft bekannt sind.

Um die Grundbedürfnisse im Arbeitsumfeld und am konkreten Arbeitsplatz vor beziehungsweise bei der Einführung von Automatisierungen zu untersuchen, können „User Needs Assessments“ durchgeführt werden. Diese ermöglichen den ersten Schritt in Richtung menschzentrierter Automatisierung und sind aus der Produktgestaltung inspiriert.

3 Datengetriebene UNA

3.1 Definition von UNA

Eine Automatisierungslösung, welche nicht die Bedürfnisse der Mitarbeitenden einbezieht, stößt auf Widerstand und wird nicht gerne verwendet. Durch ein User Needs Assessment, zu Deutsch „Nutzerbedürfnisanalyse“, können solche und ähnliche Bedenken sichtbar gemacht werden. Im Allgemeinen untersucht man mit UNAs die derzeitigen Interaktionen und Umstände eines betrachteten Anwendungsfalls, um

- den Istzustand zu analysieren und zu bewerten,
- die Nutzerbedürfnisse herauszuarbeiten und
- zu folgern, welche weiteren Hilfestellungen zur Verfügung gestellt werden können.

Nutzer im Kontext des UNA können etwa Mitarbeitende eines Produktionsunternehmens an ihrem jeweiligen Arbeitsplatz sein. Um einen allumfassenden Überblick zu erhalten, werden meist verschiedene Nutzergruppen analysiert. Abhängig vom Anwendungsfall können beispielsweise unterschiedliche Erfahrungsniveaus der Mitarbeitenden von Interesse sein.

Nach den im vorangegangenen Kapitel beschriebenen Bedürfnissen dieser Nutzer kann bei UNAs offen gesucht werden, ohne eine spezifische Veränderung oder Anwendung zu fokussieren. Alternativ kann eine Anwendung auch unter einem bestimmten Gesichtspunkt getestet werden. Verbesserungspotenziale können

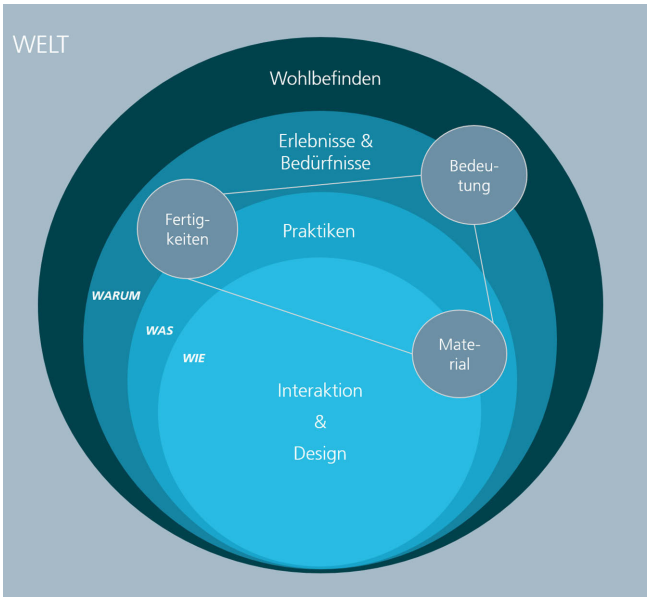

Bild 1. Arbeitsmodell des Wohlbefindens. *Grafik: Fraunhofer IPA nach [7]*

bei letzterem während der Benutzung und Befragung in einem sogenannten hypothesengetriebenen UNA aufgedeckt werden.

UNAs können somit ein Grundgerüst für die menschzentrierte Gestaltung der Arbeitsprozesse und -plätze bilden. Sie eignen sich, um Mitarbeitende früh in Änderungsprozesse, beispielsweise durch Automatisierung, einzubeziehen und damit die Akzeptanz seitens der Mitarbeitenden zu steigern.

Zusätzlich kann der „Flow“ des Arbeitsprozesses analysiert werden. „Flow“, zu Deutsch „Fließen“, beschreibt einen mentalen Zustand, in dem Menschen mühelos und konzentriert in ihrer Tätigkeit aufgehen [9]. Personen, die in ihrem Alltag mehr Flow erleben, sind grundsätzlich zufriedener [9] und zufriedene Mitarbeitende sind in der Regel auch produktiver [10]. Daher sind Fragen wie „Gewährleistet die Gestaltung des Arbeitsprozesses einen Flow, also ein flüssiges und konzentriertes Arbeiten?“ und „Sind bestimmte Anweisungen, Bedienelemente oder Gegenstände gut platziert?“ wichtig für Unternehmen und ein Beispiel für hypothesengetriebene UNAs.

Wie die Nutzerdaten für UNAs erhoben und analysiert werden, wird im nächsten Abschnitt erläutert.

3.2 Vorgehensweise beim UNA

Um die oben genannte Datengrundlage zu schaffen, hat das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA im Rahmen des Projekts „D²UNA“ einen Sensorkoffer und Methoden zusammengestellt [11]. Darin enthalten sind etwa Eye-Tracking-Brillen, Kameras und Tonaufnahmemöglichkeiten sowie Analysesoftware und -methoden. Dieser Sensorkoffer dient dazu, den Istzustand bei einem Unternehmen vor Ort aufzunehmen und später zu analysieren.

Die UNA-Methode ist überwiegend qualitativer, empirischer Natur und eine Kombination aus verschiedenen Werkzeugen. Darunter fallen Interviews, Think-Aloud-Protokolle und die Beobachtung des Produktionsprozesses. Ergänzt und verknüpft werden die qualitativen Methoden mit Eye-Tracking-Aufnahmen und deren Auswertungen, die quantitativer Natur sind.

https://doi.org/10.37544/1436-4980-2023-03-11 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access -

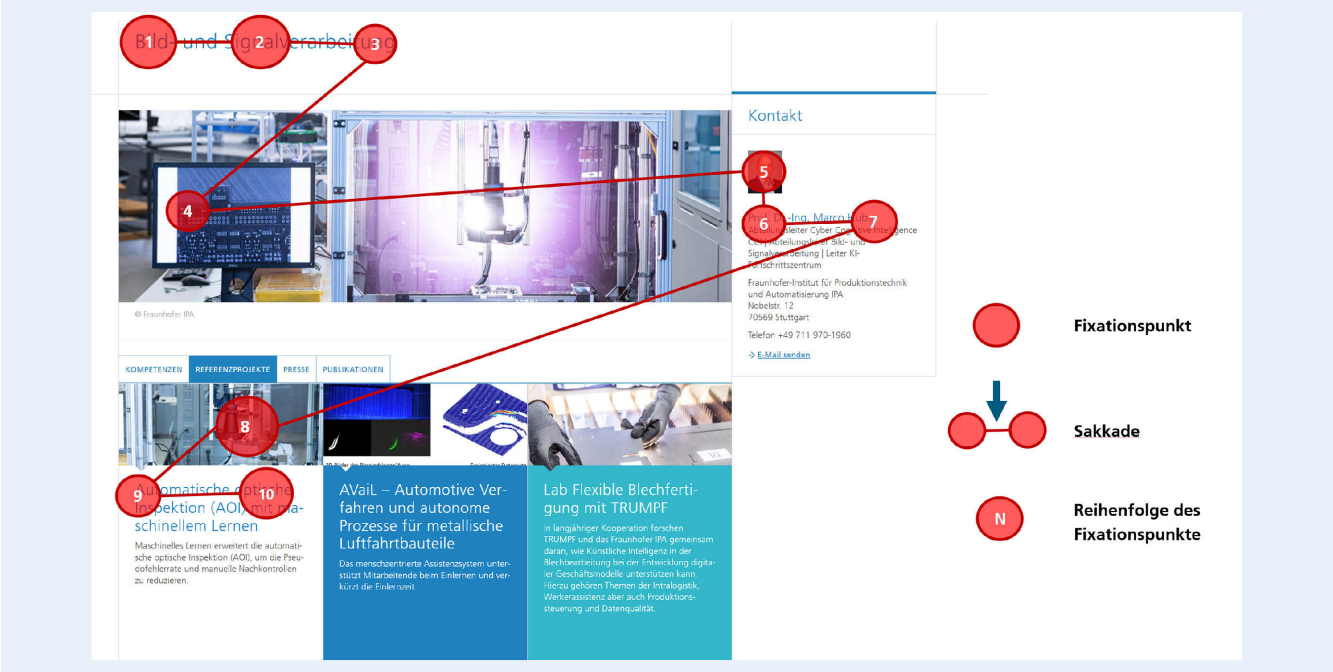

Bild 2. Erste Exploration einer Webseite, zur Veranschaulichung von Eye-Tracking-Daten. *Grafik: Fraunhofer IPA*

In Interviews werden über Einzelgespräche und Fragebögen nicht beobachtbare Eindrücke, Umstände und Bedürfnisse der Mitarbeitenden und auch der Führungskräfte gesammelt. Bei Think-Aloud-Protokollen sind die Mitarbeitenden aufgefordert, alles offen zu kommentieren, was ihnen bei der Arbeit durch den Kopf geht und ihre Gefühle auszudrücken.

Zusätzlich können bei datengetriebenen UNAs Eye-Tracking-Brillen zum Einsatz kommen. Die Daten, die durch die Brille und ihre Verarbeitung geliefert werden, sind Zeitangaben für bestimmte Aktivitäten, Fixationspunkte und Sakkaden [12], wie in **Bild 2** anschaulich dargestellt wird.

Bei der Zeitauswertung wird die Zeitdauer für die einzelnen Prozessschritte angegeben und verifiziert. Das Eye-Tracking zeigt, auf welchen Ort für welchen Zeitraum sich der Blick einer Person richtet. Dabei unterscheidet man zwischen Fixationspunkten und Sakkaden [12]. Fixationspunkte sind Stellen, an denen die Augen zwischen 50 und mehreren 100 Millisekunden verweilen. Das Gehirn kann von diesen Stellen die Informationen aufnehmen und verarbeiten, weshalb man auch von Aufmerksamkeit oder mentaler Anstrengung an diesen Punkten redet. Liegen bei einer angebrachten Anleitung oder Warnung keine Fixationspunkte vor, kann geschlussfolgert werden, dass die Aufmerksamkeit der Probanden nicht auf diese gezogen wird. Im Anschluss kann die Suche nach der Ursache, wie etwa eine ungünstige Platzierung, beginnen.

Sakkaden hingegen sind Augenbewegungen zwischen den Fixationspunkten, die Menschen nicht bewusst wahrnehmen. Funktional sind Menschen während dieser Bewegungen „blind“. Da diese Bewegungen aber sehr schnell sind (circa 20–70 ms), schafft es das Gehirn, diese Bewegungen herauszurechnen, sodass die Illusion einer stetigen und reibungslosen Augenbewegung entsteht. Sakkaden geben Aufschluss, ob viele oder wenige Augenbewegungen auftreten. Bei häufigen Bewegungen geht man davon aus, dass der Proband nicht fokussiert war oder etwas gesucht hat. Ein Proband kann beispielsweise eine Information in einer Anwendung sehr lange gesucht haben.

Für die Auswertung der Zeit- und Augendaten in der manuellen Montage wird das General-Assembly-Task-Modell (GATM) herangezogen [13]. Das GATM ist eine Möglichkeit, die Montage objektiv zu messen und so auszuwerten, an welcher Stelle in der manuellen Tätigkeit Automatisierung in einer Unterstützerrolle einfließen sollte. Die Zeiten für einen Prozessschritt werden im GATM in vier generelle Einheiten aufgeteilt: das Lokalisieren eines Bauteils, der Handgriff zum Bauteil, das Bauteil zum Ziel bewegen und die Montage. Die Summe der einzelnen Einheiten ergibt dann einen Montageschritt.

Neben der zeitlichen Aufschlüsselung des Prozesses liefert das Eye-Tracking die Augendaten, Fixationsdauer und Sakkaden. Aus den Zeit- und Augendatenauswertungen leiten sich Erkenntnisse zu Konzentrationsfähigkeit, Informationsverarbeitung und Aufmerksamkeit ab. Diese bilden die Grundlage für Rückschlüsse, in welchen Prozessschritten etwa die Mitarbeitenden mehr Unterstützung benötigen oder welche Schritte einfacher gestaltet werden sollten.

Die Daten und Angaben werden zu „Personas“ verarbeitet. Personas sind Steckbriefe fiktiver Personen, die helfen, Arbeitsplatzumgebungen genauer an die Bedürfnisse der Mitarbeitenden anzupassen [14]. Die Personas bilden die Basis für Szenarien, in denen die Analysedaten auf bestimmte Lern- oder Arbeitsszenarien angewendet werden [14]. Dabei zeigen sich die Probleme und Potenziale an den spezifischen Berührungspunkten der Persona mit der Arbeitsumgebung. Diese Auswertung kann eine Diskussionsgrundlage schaffen, anhand derer gemeinsam mit dem Unternehmen an einer Verbesserung und Weiterentwicklung des Arbeitsplatzes gearbeitet wird. Wie solche Lösungen aussehen können, hängt von den Arbeitsplätzen ab, die in jedem Unternehmen individuell ausgestaltet sind.

Die Lösung kann aus einer recht einfachen Umstrukturierung des Arbeitsplatzes bestehen, wenn beispielsweise durch das

https://doi.org/10.37544/1436-4980-2023-03-11 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - CC BY

GATM herausgefunden wird, dass Zeit durch unnötig komplexes Suchen nach Teilen verschwendet wurde. Über die Augendatenauswertung und die Persona können einzelne Prozessschritte erkannt werden, in denen ablenkende Elemente enthalten sind. Vorstellbar wäre etwa, dass der Persona Teamarbeit sehr wichtig ist. Somit werden Kollegen, welche die Persona bei der Arbeit unterbrechen, beispielsweise um sie um Hilfe zu bitten, nicht als störend wahrgenommen, jedoch ein unregelmäßiges Warnsignal einer etwas entfernten Maschine schon. Demnach ist es wichtig, die Störung durch die Maschine zu vermeiden, die Unterbrechung durch Kollegen jedoch nicht.

Weitere Hilfestellungen für die Arbeitserleichterung, können Vorschläge zur Integration von KI-Lösungen leisten, wenn beispielsweise eine optische Prüfung den Werker unterstützt. Eine optische Prüfung kann mit Kameras umgesetzt werden, welche den Prozess aufnehmen und die einzelnen Prozessschritte anhand von Aktivitätserkennung über die Zeit hinweg erfassen [15]. Eine intelligente Aktivitätserkennung, die den Arbeitsprozess bereits kennt, kann erkennen, ob essenzielle Schritte nicht durchgeführt wurden, und kann den Mitarbeitenden auf einen fehlenden Schritt hinweisen [16].

4 Fazit

Während die Menschzentrierung in der Produktentwicklung bereits etabliert ist, spielen die Bedürfnisse des Menschen in der Produktion und in der Montage noch kaum eine Rolle. Hier sollte ein Umdenken stattfinden, weg vom Mitarbeitenden als bloßen Teil der Wertschöpfungskette hin zum Menschen als zentralen Bestandteil. Auf diese Weise werden die Mitarbeitenden bei wichtigen Fragen der KI-Integration nicht übergangen, der Automatisierungsprozess stößt auf eine höhere Akzeptanz und die Mitarbeiterzufriedenheit steigt. Ein UNA kann als Instrument der Menschzentrierung dienen und eine Basis schaffen, um Ideen und Lösungen zu generieren, die im Interesse des Unternehmens und seiner Mitarbeitenden sind.

FÖRDERHINWEIS

Das Projekt „D²UNA“ entstand im Rahmen des Forschungsprojekts „Future Work Lab“, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des Programms „Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“ gefördert wird.

Literatur

[1] statista: Bitkom – Künstliche Intelligenz 2020. Stimmen Sie den folgenden Aussagen zur Künstlichen Intelligenz in der Arbeitswelt zu? Internet: de.statista.com/statistik/daten/studie/1176941/umfrage/vorstellungen-von-kuenstlicher-intelligenz-am-arbeitsplatz-in-deutschland/. Zugriff am 08.02.2023
[2] Reinhart, G.: Handbuch Industrie 4.0. Geschäftsmodelle, Prozesse, Technik. München: Carl Hanser Verlag 2017
[3] Wall, E.; Ghorashi, S.; Ramos, G.: Using Expert Patterns in Assisted Interactive Machine Learning: A Study in Machine Teaching. In: Lamas, D., Loizides, F., Nacke, L. et al. (eds): Human-Computer Interaction – Interact 2019. Lecture Notes in Computer Science, volume 11748. Cham. Springer Verlag 2019. doi.org/10.1007/978–3–030–29387–1_34
[4] Jahn, T.; Kerkmann, C.: Hoffnungsträger als Problemfall: Drei Gründe, warum kaum ein Unternehmen KI einsetzt. Stand: 18.10.2022. Internet: amp2.handelsblatt.com/technik/forschung-innovation/kuenstliche-intelligenz-warum-kaum-ein-unternehmen-in-deutschland-ki-ein-setzt/28735510.html. Zugriff am 08.02.2023
[5] Kalhoff, J.; Gamer, T.; Kosch, B.: Die 6 Autonomiestufen der Industrie bei künstlicher Intelligenz. Stand: 01.10.2019. Internet: https://www.all-electronics.de/automatisierung/die-6-autonomiestufen-der-industrie-bei-kuenstlicher-intelligenz.html. Zugriff am 08.02.2023
[6] Bainbridge, L.: Ironies of Automation. Automatica 19 (1983) 6, pp. 775–779
[7] Diefenbach, S.; Hassenzahl, M. (Hrsg.): Psychologie in der nutzerzentrierten Produktgestaltung: Mensch-Technik-Interaktion-Erlebnis. Heidelberg: Springer-Verlag 2017
[8] Ryan, R. M.; Deci, E. L.: Self-Determination Theory. Basic Psychological Needs in Motivation, Development, and Wellness. New York: Guilford Publications 2018
[9] Csikszentmihalyi, M.: Flow: The Psychology of Optimal Experience. New York: Harper Perennial 2008
[10] Bellet, C.; De Neve, J.-E.; Ward George: Does Employee Happiness have an Impact on Productivity? Saïd Business School WP 2019–13 (2019), dx.doi.org/10.2139/ssrn.3470734
[11] Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA: Datengetriebene User Needs Assessments. Stand: 2021. Internet: www.ipa.fraunhofer.de/de/Kompetenzen/bild--und-signalverarbeitung/bewegungsanalyse-zur-prozessoptimierung/d2una.html. Zugriff am 08.02.2023
[12] Holmqvist, K.; Andersson, R.: Eye-tracking: A comprehensive guide to methods, paradigms, and measures. Lund/Sweden: Lund Eye-Tracking Research Institute 2017
[13] Pimminger, S.; Kurschl, W.; Panholzer, L. et al. (Hrsg.): Assembly Task Analysis Using the General Assembly Task Model (GATM) on the Shop Floor. Procedia CIRP 93 (2020), pp. 1109–1114
[14] Cooper, A.; Reimann, R.; Cronin, D. et al.: About Face. The Essentials of Interaction Design. Indianapolis, Indiana: John Wiley & Sons 2014
[15] Duan, H.; Zhao, Y.; Chen, K. et al.: Revisiting Skeleton-based Action Recognition. 2022 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2022, pp. 2959–2968, doi.org/10.1109/CVPR52688.2022.00298
[16] Leitritz, T.; Köhler, M.; Jauch, C.: Towards A Flexible Approach To Transfer Machine Operation Know-How From Experts To Beginners With AI. In: Herberger, D.; Hübner, M. (Eds.): Proceedings of the Conference on Production Systems and Logistics: CPSL 2022, pp. 744–753, doi.org/10.15488/12127

Martina Köhler, M.Sc.
Foto: Autorin

Dascha Karelina, M.Sc.
Foto: Autorin

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik
und Automatisierung IPA
Abteilung Bild- und Signalverarbeitung
Nobelstr. 12, 70569 Stuttgart
Tel. +49 711 / 970-1832
martina.koehler@ipa.fraunhofer.de
www.ipa.fraunhofer.de

LIZENZ

Dieser Fachaufsatz steht unter der Lizenz Creative Commons Namensnennung 4.0 International (CC BY 4.0)

https://doi.org/10.37544/1436-4980-2023-03-11 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access -