

## **Digitale Arbeitswelt – un(er)fassbar? Methodik der empirischen Analyse der Arbeit in der Digitalisierung am Beispiel des Forschungsprojekts SozioTex**

Andrea ALTEPOST<sup>1</sup>, Annika FOHN<sup>2</sup>, Anja GEBING<sup>1</sup>, Nural JANHO<sup>3</sup>, Julia KOLB<sup>1</sup>,  
Erlinda LIMANI<sup>2</sup>, Anna MAJCHRZAK<sup>1</sup>, Wolfgang MERX<sup>1</sup>, Fabienne SCHLOSSER<sup>1</sup>

*<sup>1</sup> Institut für Textiltechnik,  
RWTH Aachen University  
Otto-Blumenthal-Straße 1, D-52074 Aachen*

*<sup>2</sup> Institut für Soziologie,  
RWTH Aachen University  
Eilfschornsteinstraße 7, D-52062 Aachen*

*<sup>3</sup> Cybernetics Lab IMA & IFU,  
RWTH Aachen University  
Dennewartstraße 27, D-52068 Aachen*

**Kurzfassung:** Die komplexe Mensch-Technik-Interaktion in der Digitalisierung konstituiert sich mehr und mehr durch eine Datenverkopplung. Die Erfassung dessen, was in diesem Prozess aus arbeitswissenschaftlicher Sicht vor sich geht, bedarf einer feinkörnigen Methodik, welche die Perspektiven von der Technik sowie vom Menschen her mit komplementären Ansätzen in den Blick nimmt. Die Nachwuchsforschungsgruppe SozioTex greift daher auf das empirische Programm der Technografie (Rammert 2006) zurück und geht insbesondere der Problematik der Datenintegration nach. An exemplarischen ersten Ergebnissen aus der Textilbranche wird das Potenzial der Methodik illustriert und auf methodische Fragestellungen hingewiesen.

**Schlüsselwörter:** Digitalisierung, Mensch-Technik-Interaktion, Textilbranche, Methoden, Technografie, Datenintegration

### **1. Einleitung**

Die Digitalisierung der Arbeitswelt stellt auch die mit ihr befasste empirische Forschung vor neue Herausforderungen. An der Schnittstelle von Mensch und digitaler Technik entsteht „ein ‚seamless web‘ zwischen der Datenwelt und der sozialen Wirklichkeit“ (Häußling et al. 2017: 5). Die Interaktion auf beiden Seiten löst sich in einer Datenverkopplung auf und bildet zunächst eine ‚black box‘ (Häußling et al. 2017: 2; 5). Wird etwa ein Mitarbeiter in der Weberei mit einem digitalen Assistenzsystem ausgestattet, um einen komplexen Rüstprozess durchzuführen, verschwindet sein Austausch mit dem System gewissermaßen im Digitalen. Gerade diese Schnittstelle induziert jedoch daraus folgende Aktivitäten, die dann wieder beobachtbar sind, ebenso wie Äußerungen verbaler und nonverbaler Art, die aufgezeichnet und interpretiert werden können. Erst der empirische Zugang zu dem, was im Assistenzsystem passiert und vom Nutzer interpretiert wird, eröffnet Erkenntnisse darüber, wie technische Prozesse mit sozialen Prozessen – z. B. Herbeirufen fachkundiger Hilfe – interagieren (vgl. Häußling et al. 2017: 2). Derzeit befasst sich z.B. die soziologische Fachcommunity mit den Implikationen neuer methodischer Herausforderungen in der Arbeits- und

sonstigen empirischen Forschung (z. B. Schweizerische Gesellschaft für Soziologie 2019: 143; DGS/ASI 2019).

Die Gestaltung und Evaluation der Mensch-Technik-Interaktion ist ein zentrales Forschungsinteresse der vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten interdisziplinären Nachwuchsforschungsgruppe SozioTex. Sie untersucht das Zusammenwirken von Mensch und Technik im soziotechnischen System, das im engeren Sinne zwischen dem Weberei-Mitarbeiter, der Webmaschine und einem digitalen Assistenzsystem zur Unterstützung des Rüstvorganges „Kettbaumwechsel“ aufgespannt wird. Ein im System eingebettetes Lerntool steht den Beschäftigten zum Anlernen und zur Weiterbildung direkt an der Webmaschine zur Verfügung. Durch iterative, partizipative Entwicklung des Assistenzsystems gemeinsam mit den Webereibesetzten werden beide Wirkrichtungen im soziotechnischen System nachvollziehbar: Es wird erkennbar, wie z.B. Änderungswünsche (soziale Prozesse) die Entwicklung der Technik beeinflussen und diese (in modifizierter Version) wiederum auf soziale Prozesse wirkt. Das „Scharnier“ zwischen Mitarbeiter und Webmaschine bildet dabei das Assistenzsystem. Um die hier stattfindende Verschränkung der Aktivitäten von Mensch und Technik abbilden zu können, wählte die Forschungsgruppe den empirischen Ansatz der Technografie (z.B. Rammert 2006; Fohn & Altepost 2018). Dieser Ansatz fokussiert die Mikroebene der Handlung und geht davon aus, dass auch die Technik in dem Sinne mithandelt, dass sie die Definition der Situation und die Handlungsweise des Menschen beeinflusst, aber auch selbst auf die Arbeitsinteraktion einwirkt. Sowohl die Webmaschine als auch das digitale Assistenzsystem können in der beschriebenen Konstellation die Handlungsträgerschaft in unterschiedlichem Grad übernehmen.

## 2. Methodik

Die technografische Methodik hat zum Ziel, die einleitend beschriebene komplexe Handlungssituation in der Mensch-Technik-Interaktion am Arbeitsplatz möglichst ganzheitlich auf der Mikroebene zu erfassen und die jeweilige Handlungsträgerschaft menschlicher und technischer Akteure zu analysieren. Die empirische Erhebungssituation in SozioTex wurde daher als Kombination aus „klassischen“ Instrumenten wie standardisierte Befragung, Leitfadeninterview und Beobachtung mit einem Reallabor-Ansatz gestaltet. Zunächst beantwortet die Testperson einen Fragebogen mit Fragen zur Technikaffinität (aus Fragebogen TA-EG, Karrer et al. 2009), zur schulischen und beruflichen Ausbildung sowie Berufserfahrung/Erfahrung mit der im Nutzertest gestellten Arbeitsaufgabe. Zu dieser werden zudem Wissensfragen gestellt, die sowohl vor als auch nach Durchführung der Praxisaufgabe beantwortet werden sollen, um den Lernerfolg zu dokumentieren. In der Praxisphase führen die Testpersonen bis zu zehn Schritte des Rüstprozesses „Kettbaumwechsel“ mit Hilfe des Assistenzsystems an der Webmaschine durch (maximal 45 Minuten). Ein/e Forscher/in folgt der Testperson mit einer Go Pro 4 Hero-Kamera, die primär auf die Hände gerichtet ist und somit die Schritte innerhalb des Assistenzsystems und die Ausführungen an der Maschine detailliert erfasst. Eine stationäre Kamera liefert einen Überblick über die Gesamtsituation und die Position und Bewegungen der Person an der Maschine. Parallel werden Besonderheiten, insbesondere Fehler in der Durchführung, in einem Beobachtungsprotokoll erfasst. Die Nutzung des Assistenzsystems wird zudem mittels Speicherung der Logfiles und Mitlaufen eines Screenrecorders dokumentiert. Mit dem Einbezug dieser technisch erzeugten Daten („Silikon-Daten“, Häußling 2017 et al.) in die empirische Analyse kann die „Verkopplung“ der in der Interaktion entstehenden Daten detailliert

dargestellt werden. Im Anschluss an die Praxisaufgabe folgen erneut die Wissensabfrage sowie ein weiterer standardisierter Fragebogen zu Erfahrungen mit dem Assistenzsystem und Items zur subjektiven Beanspruchung auf Basis des NASA-TLX (Task Load Index) (Hart & Staveland 1988). Abschließend wird ein ca. 30-minütiges leitfadengestütztes Interview geführt und mit einem Diktiergerät aufgezeichnet. Kernaufgabe der Auswertung ist die Integration der Daten. Im Projekt SozioTex hat diese Integration insbesondere Folgendes zu leisten:

- die Generierung eines ganzheitlichen Bildes der spezifischen arbeitsbezogenen Mensch-Technik-Interaktion, ihrer Voraussetzungen und Wirkungen sowie der Handlungsträgerschaft von Mensch und technischen Artefakten,
- die Erhebung praktisch verwertbarer Erkenntnisse über die Mensch-Technik-Interaktion mit dem Assistenzsystem, die in die Weiterentwicklung und nutzerzentrierte Optimierung des digitalen Systems einfließen,
- die Validierung der Erhebungsinstrumente mit Blick auf ihre Eignung für die empirische Analyse der Mensch-Technik-Interaktion in der Arbeitssituation.

Dies bedeutet, dass einerseits zentrale Anschlussstellen der Instrumente untereinander mit Blick auf diese Ziele in kompatible Codes übersetzt und andererseits ihre methodischen Spezifika für die Beantwortung von Fragestellungen genutzt werden, welche die anderen Instrumente nicht adressieren können. Interviews und Videoaufzeichnungen werden transkribiert und nach einem teils gemeinsamen, teils spezifischen Codebaum vercodet. Methodisch wird eine gestufte Vorgehensweise genutzt, um die unterschiedlichen Datenarten zu integrieren:

- Quantifizierbare ursprünglich qualitative Daten, z.B. die Anzahl der beobachteten Stresserlebnisse (aus Beobachtungsprotokoll und Videoanalyse), werden den Fragebogendaten hinzugefügt und mit diesen statistisch ausgewertet.
- Quantitative Daten werden in die qualitative Auswertung einbezogen, indem z.B. Überschneidungsmodelle (Abbildung 1) nach Alter differenziert werden.
- Interpretierende Gesamtschau insbesondere mit Blick auf Plausibilität, z.B. Aussagen aus dem Interview zum Unsicherheitserleben, entsprechendes Item aus dem NASA-TLX sowie Beobachtungen aus Beobachtungsprotokoll und Videoanalyse. Logfiles könnten z. B. durch den Ausweis häufigen Hin- und Herklickens im Assistenzsystem die „verkoppelten“ Vorgänge in der Mensch-Technik-Interaktion zeigen.

### **3. Ergebnisse**

#### *3.1 Quantitativer und qualitativer Ansatz*

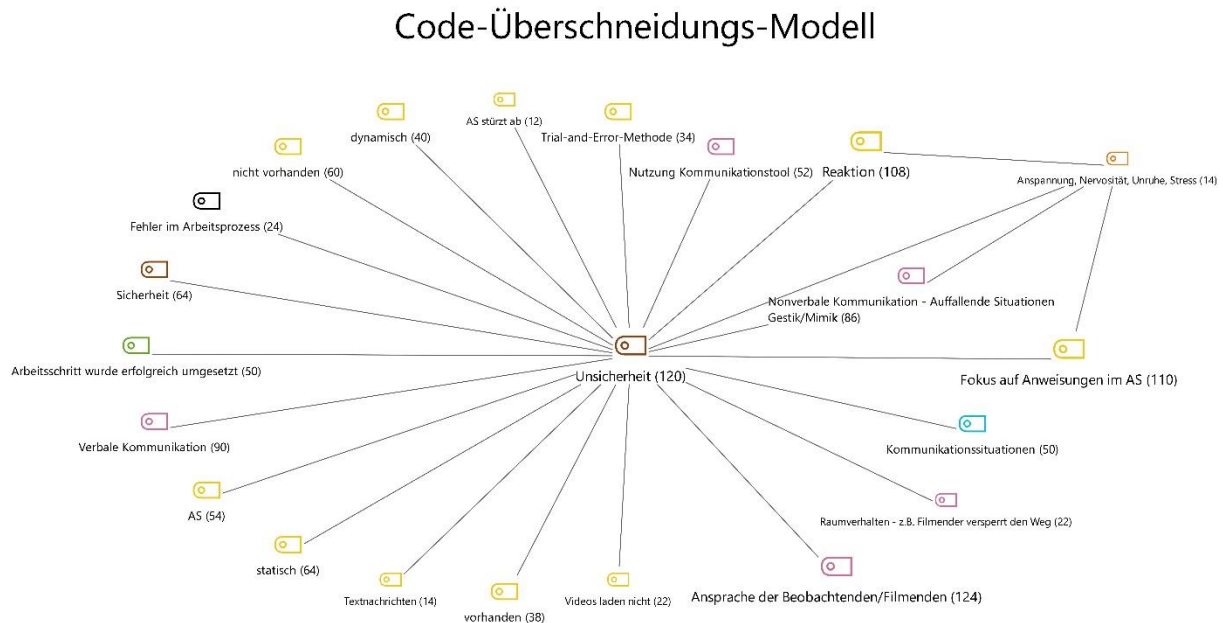
Die aus den standardisierten Instrumenten generierte Datenmatrix wird sukzessive um quantifizierbare Daten aus der qualitativen Analyse sowie Variablen zu den technisch erhobenen Daten (Logfiles) ergänzt. Voraussetzung für die statistische Analyse (hier mit dem Statistikprogramm SPSS durchgeführt) ist jedoch eine hinreichend große Fallzahl, die entsprechende Varianz in den abhängigen Variablen bereitstellt. Auf Grund des aufwändigen technografischen Settings ist es nicht einfach, diese Fallzahlen zu erreichen. Es ist daher zu empfehlen, die benötigten Ressourcen in Pretests

präzise zu kalkulieren und die beobachtete Praxissituation daran anzupassen. Die SozioTex-Nutzertests durchliefen bisher 18 Personen mit analysierbaren Resultaten, was der statistischen Auswertung bislang noch explorativen Charakter verleiht. So kann auf einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 10\%$  etwa gesagt werden, dass die Technikaffinität (Zwei Kategorien: niedrig oder eher niedrig/mittel bis hoch) in Zusammenhang mit dem Alter (Zwei Kategorien: bis 25 Jahre/über 25 Jahre) steht (Cramer's  $V=0.45$ ,  $N=17$ ). Ebenfalls wurde der Fragestellung nachgegangen, ob spezifische Einstellungen in der Technikaffinität (Zustimmung zur Aussage „Elektronische Geräte verursachen Stress“) in Zusammenhang mit den wahrgenommenen Beanspruchungen laut NASA-TLX stehen. Hierfür konnte auf Basis der bisher vorliegenden Stichprobe keine Evidenz erzielt werden. Mit dem hermeneutisch-wissenssoziologischen qualitativen Ansatz wurde der Fokus auf die Rekonstruktion strukturell-technologischer Probleme und ihrer Bewältigung durch die Testpersonen sowie auf die eröffneten Handlungsmöglichkeiten gelegt (Reichert & Schröder 1994: 61). Das Spektrum der verwendeten Methoden umfasst Leitfadeninterviews, Beobachtungsprotokolle und Videoaufnahmen des Praxistests an der Webmaschine. Sowohl die Befragung der ProbandInnen im Interview als auch die anschließende Videoanalyse erfolgten in Kombination aus standardisierten Verfahren und einem Vorgehen entsprechend der Grounded Theory (z.B. Strauss & Corbin 1990). Das bedeutet, dass relevante Inhalte ergebnisoffen gesucht wurden und schließlich nach einem strukturierten Vorgehen vercodet wurden (vgl. Moritz 2014: 25). Das Interview- und Videomaterial wurde anhand teils gemeinsamer, teils unterschiedlicher Codes und Kategorien analysiert. Während die Codierung der Interviews an den gestellten Fragen ausgerichtet ist, werden die Videos neben der Analyse der Situationskategorien „Situationen der Sicherheit/Unsicherheit, Fehler-, Erfolgs-, Kommunikations- und Beobachtungssituationen“ auch nach Relationalität, Agency und Handlungsträgerschaft, Reaktion, Aktion, Interaktion, Unterstützungsfunktion des Assistenzsystems und Einsatz des Kommunikationstools betrachtet. Des Weiteren wurden im Sinne der feineren Interpretierbarkeit der Videos insgesamt *zwölf Emotionen* aus den Gruppen Zuneigungs-, Abneigungs-, Wohlbefindens- und Unbehagensgefühle ausgewählt (vgl. Ulich & Mayring 2003: 151f.). Sichtbare Emotionen der ProbandInnen wurden auch anhand der Mimik und Gestik nach Ulich/Mayring codiert und interpretiert. Die aus der qualitativen Untersuchung hervorgegangenen Daten wurden sowohl qualitativ interpretiert und ausgewertet als auch als Häufigkeitsauswertung den quantitativen Daten hinzugefügt. Das Auswertungsbeispiel der Leitfadeninterviews und der Beobachtungsprotokolle (Abbildung 1) zeigt etwa die starke Verbindung von Aspekten der Unsicherheit in der Arbeitsaufgabe mit dem Fokus auf den Arbeitsanweisungen des Assistenzsystems sowie kommunikativen Prozessen, die eher in der direkten Ansprache des Forschungsteams als in der Nutzung des Kommunikationstools des Assistenzsystems resultierten. Dieses muss daher stärker im Assistenzsystem „beworben“ und einfacher zugänglich gemacht werden. Anspannung, Nervosität, Unruhe und Stress wurden 14-mal im Zusammenhang mit Unsicherheit thematisiert; eher war diese in nonverbaler Kommunikation erkennbar, die deshalb in der partizipativen Technikentwicklung Beachtung verdient.

### 3.2 Datenintegration qualitativ / quantitativ

Ausgewählte Codes der Leitfadeninterviews und der Video-Transkripte wurden in quantifizierbarer Form, d.h. in der Häufigkeit ihres Vorkommens, der SPSS-Datenmatrix mit den Fragebogendaten hinzugefügt. Beispielhaft sei wiederum das Konstrukt

der Unsicherheit aufgegriffen. Trotz der kleinen Stichprobe zeigt sich ein Zusammenhang mit der subjektiven Zufriedenheit der Aufgabenausführung, die im Fragebogen nach dem Praxistest erfragt wurde: Personen, die in der Arbeitsdurchführung laut Videoanalyse mehrfach unsicher wirkten, zeigten sich eher unzufrieden mit ihrer Performance.



**Abbildung 1:** Code-Überschneidungs-Modell „Unsicherheit“

Hintergrund kann sein, dass Unsicherheit über die Ausführung der Arbeitsschritte die Bewältigung erschwert; ebenso können Schwierigkeiten bei der Ausführung zu Unsicherheit führen. Die NASA-TLX-Frage nach subjektiver Unsicherheit während der Ausführung zeigt hingegen keinen Zusammenhang mit der im Video festgehaltenen Unsicherheit. Sollte sich dies in einer größeren Stichprobe bestätigen, ist den Gründen für diesen Befund nachzugehen. Eine Ursache für die Abweichung beider Methoden in ihren Resultaten kann z.B. in unterschiedlichen Auffassungen des Konstrukts Unsicherheit liegen. Entsprechende weitere Analysen sind für alle in unterschiedlichen Methoden verwendeten Konstrukte empfehlenswert. So findet sich z.B. auch kein signifikanter Zusammenhang der beobachteten Unsicherheit mit der im Interview berichteten Wirkung der Beobachtungssituation.

### 3.3 Auswertung der Daten für die Systementwicklung am Beispiel der Lernfunktionalität des Assistenzsystems

Das im Assistenzsystem integrierte Lerntool bietet unerfahrenen Mitarbeitenden vertiefte Informationen zur Webmaschine und zum Kettbaumwechsel an. Unter anderem enthält es detaillierte Videoaufzeichnungen der Arbeitsschritte.

Das Feedback der Testpersonen aus Interview und Fragebogen deckte Uneindeutigkeiten in den Arbeitsanweisungen auf. In der folgenden Iterationsschleife wurden die Inhalte auf die wichtigsten Arbeitsschritte reduziert und diesen, wo erforderlich, zusätzliche Bilder und Anweisungen hinzugefügt. Die Auswertung der Videotranskripte zeigt nun zusätzlich, dass die Testpersonen Schwierigkeiten haben, sich anhand der Lerntool-Inhalte an der Webmaschine zu orientieren. In der nächsten Entwicklungsiteration werden daher Orientierungshilfen in das Lerntool eingearbeitet.

## 4. Diskussion und Fazit

Wie die Darstellung der technografischen Methodik und erster Ergebnisse aus der Integration von mit ihr gewonnenen Forschungsdaten zeigt, besitzt dieser multimodale Ansatz erhebliche Potenziale zur umfassenden Analyse der Mensch-Technik-Interaktion auf der Mikroebene, zur Umsetzung partizipativer Entwicklungskonzepte, aber auch z.B. zur Validierung arbeits- und sozialwissenschaftlicher Einzelmethoden.

Die technografische Methodik an sich ist, wie oben erwähnt, nicht neu. Ihre Herausforderung besteht jedoch nicht nur in dem mit ihr verbundenen nicht unerheblichen Aufwand. Auch die Datenauswertung, soll sie über die Sammlung von Einzelerkenntnissen hinausgehen, muss konsequent theorie- und erkenntnisgeleitet angewandt werden. Wichtige Forschungsdesiderata bestehen etwa in der Frage nach der Vergleichbarkeit von Konstrukten in den verschiedenen Methoden oder in der Gestaltung eines Use Case, der möglichst realistische Bedingungen bei vertretbarem Aufwand schafft, sowie die Kontrolle der Beobachtungssituation und ihrer Auswirkungen auf die Testpersonen.

## 5. Literatur

- Deutsche Gesellschaft für Soziologie, Arbeitsgemeinschaft Sozialwissenschaftlicher Institute e. V. (2018) Empirische Sozialforschung in Zeiten der Digitalisierung – Methodische Konsequenzen neuer Technologien der Datenerhebung. URL: [https://dgs-methoden.uni-konstanz.de/fileadmin/content/dokumente/2019/Cfp\\_Herbsttagung\\_2019\\_ASI\\_Methodensektion.pdf](https://dgs-methoden.uni-konstanz.de/fileadmin/content/dokumente/2019/Cfp_Herbsttagung_2019_ASI_Methodensektion.pdf) (Zugriff 15.01.2020).
- Fohn A, Altepost A (2018) Der Beitrag technografischer Analysen zur partizipativen sozio-technischen Assistenzsystemgestaltung für eine Weberei 4.0. In: Weidner R., Karafillidis A. (Eds.) Konferenzband zur dritten transdisziplinären Konferenz „Technische Unterstützungssysteme, die die Menschen wirklich wollen“. Helmut-Schmidt-Universität/Universität der Bundeswehr Hamburg, 371-381.
- Häußling R, Eggert M, Kerpen D, Lemm J, Strüver N, Ziesen N (2017) Schlaglichter der Digitalisierung: Virtuelle(r) Körper – Arbeit – Alltag. Working Paper des Lehrstuhls für Technik- und Organisationssoziologie, Institut für Soziologie, RWTH Aachen.
- Hart SG & Staveland LE (1988) Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. *Advances in psychology* 52: 139-183.
- Karrer K, Glaser C, Clemens C, Bruder C (2009) Technikaffinität erfassen – der Fragebogen TA-EG. In: Lichtenstein A, Stößel C und Clemens C (Eds.) *Der Mensch im Mittelpunkt technischer Systeme*. 8. Berliner Werkstatt Mensch-Maschine-Systeme (ZMMS Spektrum, Reihe 22, Nr. 29) 196-201). Düsseldorf: VDI Verlag GmbH.
- Moritz C (2014) Vor, hinter, für und mit der Kamera: Viergliedriger Video-Analyserahmen in der Qualitativen Sozialforschung. In: Moritz C (Ed.) *Transkription von Video- und Filmdaten in der Qualitativen Sozialforschung*. Wiesbaden: Springer VS.
- Rammert W (2006) *Technik, Handeln und Sozialstruktur: Eine Einführung in die Soziologie der Technik*; TUTS-Working Papers 3.
- Reichert J, Schröder N (1994) Erheben, Auswerten, Darstellen: Kontur einer hermeneutischen Wissenssoziologie. In: Schröder N (Ed.) *Interpretative Sozialforschung: auf dem Wege zu einer hermeneutischen Wissenssoziologie*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Schweizerische Gesellschaft für Soziologie (2019) *Die Zukunft der Arbeit*. Kongress an der Universität Neuchâtel, 10. bis 12. September 2019, Book of Abstracts.
- Strauss AL, Corbin J (1990) Grounded Theory Research: Procedures, Canons and Evaluative Criteria. In: *Zeitschrift für Soziologie* 19(6) 418-427.
- Ulich D, Mayring P (2003) *Psychologie der Emotionen*. Grundriss der Psychologie, Band 5. Stuttgart: Kohlhammer.

**Danksagung:** Wir danken dem Bundesministerium für Bildung und Forschung für die Förderung der Forschungsgruppe „Neue soziotechnische Systeme in der Textilbranche (SozioTex)“ (FKZ: 16SV7113) sowie dem Projektträger VDI/VDE Innovation+Technik GmbH für die Unterstützung bei Beantragung und Durchführung des Projektes.



Gesellschaft für  
Arbeitswissenschaft e.V.

## Digitale Arbeit, digitaler Wandel, digitaler Mensch?

66. Kongress der  
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

TU Berlin  
Fachgebiet Mensch-Maschine-Systeme

HU Berlin  
Professur Ingenieurpsychologie

16. – 18. März 2020, Berlin

---

## GfA-Press

---

**Bericht zum 66. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 16. – 18. März 2020**

**TU Berlin, Fachgebiet Mensch-Maschine-Systeme  
HU Berlin, Professur Ingenieurpsychologie**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.  
Dortmund: GfA-Press, 2020  
ISBN 978-3-936804-27-0

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.  
Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**  
**Schriftleitung: Matthias Jäger**

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Kongressband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

**Screen design und Umsetzung**

© 2020 fröse multimedia, Frank Fröse

[office@internetkundenservice.de](mailto:office@internetkundenservice.de) · [www.internetkundenservice.de](http://www.internetkundenservice.de)