

Künstliche Intelligenz im Spannungsfeld Mensch, Technik, Organisation und Umwelt: Was können wir von Hegel für eine Dialektik kognitiver und kooperativer Arbeitssysteme lernen?

Frank FLEMISCH^{1,2}, Marcel BALTZER², Ronald MEYER¹,
Nicolas HERZBERGER¹, Joscha WASSER², Marcel USAI¹,
Michael PREUTENBORBECK¹

*¹ balanced Human Systems Integration, Institut für Arbeitswissenschaft
RWTH Aachen University*

Eilfschornsteinstraße 18, D-52062 Aachen

² Systemergonomie, Fraunhofer FKIE

Fraunhoferstraße 20, D-53343 Wachtberg

Kurzfassung: Künstliche und menschliche Intelligenz spannen für die Arbeitswissenschaft herausfordernde Spannungsfelder auf. Lässt sich dafür die in der Philosophie z.B. von Hegel entwickelten Denk- und Vorgehensweise der Dialektik auch auf KI und Arbeitswissenschaft übertragen? Wesentliche Spannungsfelder könnten in Faktoren zu Mensch, Technik, Organisation und Umwelt liegen, die nun jeweils mit menschlicher und maschineller Intelligenz- und Nicht-Intelligenz verknüpft werden und dabei langsamer oder schneller ablaufen können. Sieht man Mensch, Technik, Organisation und Umwelt, Intelligenz und Nicht-Intelligenz, langsame und schnelle Verarbeitung jeweils als These und Antithese(n), könnte die Synthese in kognitiven und kooperativen Arbeitssystemen liegen, die das Beste aus mehreren Weltansichten in ein höheres Modell „aufheben“.

Schlüsselwörter: Künstliche Intelligenz, Mensch-Maschine-Dialektik, Mensch-Maschine-Systeme, kognitive Systeme, kooperative Systeme

1. Einführung

Künstliche Intelligenz (KI) ist einerseits in aller Munde, andererseits wird in Gartners „Hype Cycle for Artificial Intelligence 2020“ vor überzogenen Erwartungen gewarnt (Gartner 2020). Insbesondere KI als sog. autonome Systeme könnte einer auf den Menschen ausgerichteten Zielrichtung der Arbeitswissenschaft, in der menschliche Intelligenz z.B. als menschliche Kognition eine zentrale Rolle spielt, auf den ersten Blick diametral entgegenstehen. Wie können wir trotzdem die Energie dieses Spannungsfeldes KI versus menschliche Intelligenz für die Arbeitswissenschaft nutzen? Welche Anregungen können wir dabei aus anderen Wissenschaftsfeldern ziehen?

Eine der Stärken des deutschen Wissenschaftsstandortes der „Dichter & Denker“ ist seine lange Tradition des Wechselspiels aus Philosophie, Natur-, Geistes- und Ingenieurwissenschaften. Dieses Wechselspiel ist immer wieder durch Zentrifugalkräfte zunehmender Spezialisierung gefährdet, in der Einzeldisziplinen versuchen, sich im Sinne von (Luhman, 1984), als soziales System zu definieren, indem sie sich von anderen Disziplinen durch die Definition von „richtigem“ und „falschem“ Vorgehen abgrenzen. Andererseits sind wissenschaftliche Durchbrüche oft im Wechselspiel von

Disziplinen zu finden. Die Arbeitswissenschaft hat dabei als eine von Anfang an interdisziplinäre Wissenschaft eine besondere Ausgangsposition, den Zentrifugalkräften der Spezialisierung eine Bereitschaft und Fähigkeit zur Integration von verschiedenen Wissenschaftsrichtungen wie z.B. der Philosophie konstruktiv entgegenzusetzen.

So wurde 2020 weltweit der 250te Geburtstag von Georg Wilhelm Friedrich Hegel gefeiert. Neben vielen anderen wertvollen Impulsen für die Wissenschaft ist Hegel für ein Prinzip der Dialektik bekannt, bei der unterschiedliche Thesen über die Welt ein Spannungsfeld erzeugen, die durch geeignetes, sog. Dialektisches Denken und Handeln zusammengebracht werden (z.B. Hegel, 1845). Dialektik als Denkmethode kann dabei bis auf Heraklit und Platon zurückgeführt werden, ist bereits bei (Kant, 1781) erkennbar und wurde immer wieder aufgegriffen, z.B. von Fichte und Schelling, Marx und Engels, sowie von der Frankfurter Schule (Horkheimer & Adorno, 1944). Auch heute gibt es immer wieder Ansätze, dialektische Prinzipien erkenntnisgewinnend zu verwenden, z.B. als „Dialektik der Sensibilität“ (Reckwitz, 2019). Eine Übersicht und Kritik an der dialektischen Philosophie findet sich in (Popper, 1968). Wie können diese philosophischen Erkenntnisse für die Arbeitswissenschaft und für die KI genutzt werden?

2. Von Dialektik zu Spannungsfeldern in der Arbeitswissenschaft

Einen wesentlichen, selbst durch Popper bestätigten Durchbruch von Hegel sehen wir darin, dass gegensätzliche Anschauungen und Modelle nicht zur gegenseitigen Ablehnung und Blockade führt, sondern durch einen dialektischen Prozess zu einer Synthese gebracht werden können, die nicht nur einen Kompromiss, sondern ein deutlich leistungsfähigeres Modell der Welt herausbildet. Hegel selbst beschreibt dies als „Aufhebung“ von Spannung und Widersprüchen, und weist selbst auf die Mehrdeutigkeit des Wortes hin: Aufheben einerseits als Verschwinden des Widerspruchs, andererseits Aufheben als Aufbewahren der These und Anti-These in der Synthese (z.B. Stanford/Maybee 2020). Eine weitere Bedeutung von „Auf-Heben“ sehen wir in „Hinauf-“ bzw. „Höher-Heben“, bei der aus der Synthese entstandene mentale Modelle über die Welt höher leistungsfähig sind. Dabei wirken mehrere Operationen zusammen:

- 1.) Mögliche Gegensätze aufspannen (bzw. polarisieren),
- 2.) Zwischen den Gegensätzen balancieren und Brücken bauen und
- 3.) Gegensätze in ein leistungsfähigeres Modell synthetisieren (siehe Abb. 1 links).

Entscheidend dabei scheint uns, 1) überhaupt erst mal die Spannung aufzubauen, in dem man Gegensätze zulässt, 2) Brücken zwischen den Gegensätzen zu suchen, Anknüpfungspunkte zu finden und auszubalancieren, und 3) nicht bei Balance stehen zu bleiben, z.B. durch sofortige Kompromissbildung, sondern die Spannung auszuhalten und die darin enthaltene Energie für eine Synthese („Aufhebung“) zu nutzen. Ziel der Synthese ist es, eine leistungsfähigere und gemeinsamere Abbildung der Welt zu finden. Eine weitere gemeinsame Denk-Operation ist als „erweitern“ in Abbildung 1 angedeutet: Da es oft impraktikabel bis hin zu unmöglich ist, alle Widersprüche gleichzeitig aufzuspannen und einer Synthese zuzuführen, kann es sinnvoll sein, mit wenigen Spannungsfeldern anzufangen, und diese dann schrittweise zu erweitern (Beispiele für Spannungsfelder in der Arbeitswissenschaft siehe Abb. 1 rechts).

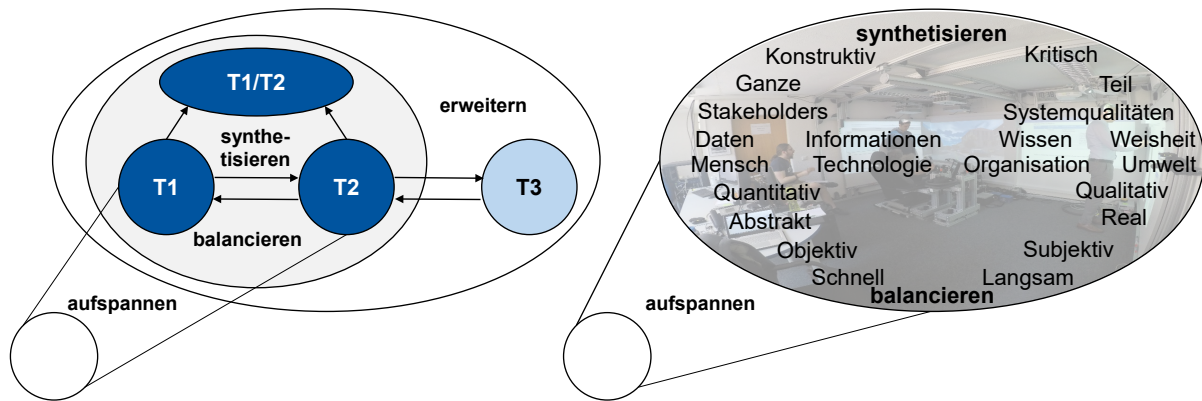


Abbildung 1: links: Grundoperationen dialektischen Denkens und Handelns (Flemisch et al. 2021 aufbauend auf Maybee et al. 2020, Assagioli 1974, Hegel 1845); rechts: Mögliche Spannungsfelder für eine Dialektik der Arbeitswissenschaft (Flemisch et al. 2021).

Widersprüche aufzuspannen bzw. zu „polarisieren“ berührt selbst ein Spannungsfeld unseres eigenen derzeitigen wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Diskurses: So beschreibt Reckwitz in seiner „Dialektik der Sensibilität“ einen unterschweligen Trend der Moderne einerseits hin zu höherer Sensibilität, aber auch zu einer „Wohlfühlkultur“, die Ambivalenzen - oft unterbewusst - abblockt, auf alternative Hypothesen sogar mit Gesprächsabbruch reagiert, um lieber im „sicheren Raum“ der Gleichgesinnten zu bleiben (Reckwitz 2019). Ein dialektisches Vorgehen lebt davon, dass Gegensätze zunächst aufgebaut oder identifiziert werden, um diese Energie wiederum zu nutzen und eine höherwertige Synthese zu erreichen. Systemisch betrachtet ist die Synthese mittelfristig und langfristig die sicherere Variante, sie verlangt jedoch von den Beteiligten zunächst Ambivalenz-Toleranz und Bereitschaft, dann aber tätige Ambivalenz-Intoleranz hin zur Synthese, sowie Vertrauen in Prozesse und Beteiligten. Unbeschadet davon gibt es, wie (Popper, 1968) anmerkt, neben der Synthese auch die Möglichkeit des „trial and error“, also der Verwerfung einer ganzen These ohne Synthese.

3. Was können wir aus der Dialektik auf unser Spannungsfeld Mensch und KI in der Arbeitswissenschaft übertragen?

Ein wesentliches Spannungsfeld der Arbeitswissenschaft neben Kapital und Arbeit ist das zwischen Mensch, Technik, Organisation und Umwelt (siehe Abb. 2.), deren Integration sich z.B. die im englischsprachigen Raum gebräuchliche Human Systems Integration verschrieben hat (z.B. INCOSE, 2020).

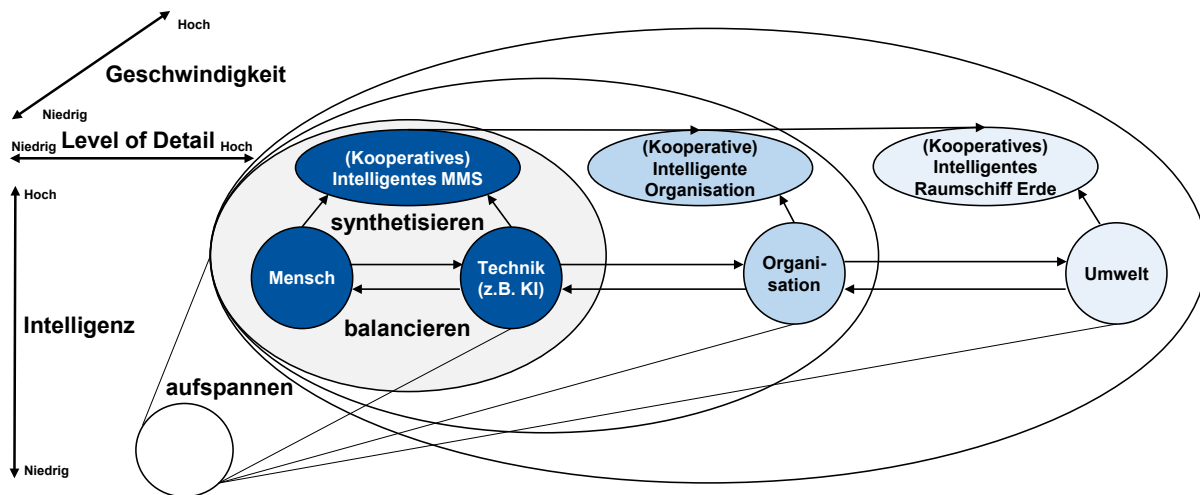


Abbildung 2: Spannungsfelder der Arbeitswissenschaft (Auswahl), mit möglichen Synthesen als kooperative Intelligenz, Balance und Synthese dieser Spannungsfelder.

Fügt man nun KI in diese Betrachtung hinzu, können wir Spannungsfelder in mindestens drei Richtungen aufspannen:

Menschliche versus Maschinelle vs. Organisationelle vs. Umwelt-Intelligenz: Der Diskurs „Mensch-Technik“ ist bereits wissenschaftlich (z.B. Don Norman „Things that make us smart“) und zunehmend öffentlich seit längerem im Gange (z.B. Bostrom, 2014). Als historisch ältere These kann hier formuliert werden, dass „homo sapiens“ die (wesentliche) Quelle von Intelligenz in Systemen ist. Zentrales Argument der Ausschließlichkeit von Intelligenz für Lebewesen ist der Wille und Sinn des Denkens (Gabriel, 2018). Als Anti-These wird oft „Autonome technische Systeme“ und KI gesehen, also Maschinen, die möglichst ohne Einwirkung des Menschen Aufgaben erledigen und dabei intelligent sind. Als besondere und aktuelle Gefahr der KI wird ein möglicher schädlicher Einsatz durch böswillige Menschen gesehen (Brundage et al., 2018).

Nicht-Intelligenz versus Intelligenz: Dieses Spannungsfeld ist noch vergleichsweise wenig im wissenschaftlichen Diskurs. Wie stark polarisierend das Spannungsfeld gerade für die Wissenschaft sein kann, wird am allgemein gebräuchlicheren Wort für Nicht-Intelligenz - Dummheit - deutlich, das in der Wissenschaft wenig gebraucht wird. Auch die Anti-These der KI, die z.B. Paul R. Ehrlich's zugeschriebenen Bonmot "To err is human, but to really foul things up you need a computer" auf den Punkt gebracht hat, wird in der Welt der AI-Forscher möglicherweise nicht gerne gehört. Die Frage nach menschlicher und maschineller Nicht-Intelligenz muss jedoch unter dem gemeinsamen Paradigma der Wissenschaft als gleichberechtigte Gegenhypothese genauso ernst genommen werden wie die Hypothese, dass eine Steigerung der menschlichen und maschinellen Intelligenz möglich ist und Nutzen stiftet.

Langsam-schnell: Das Spannungsfeld „intelligent / nicht-intelligent“ wird mit einem weiteren Faktor gerade für die Arbeitswissenschaft besonders brisant: Die zeitliche Komponente als Spannungsfeld „schnell – langsam“. In vielen Lebensbereichen können wir eine zunehmende Beschleunigung beobachten, ein wesentlicher von mehreren Faktoren dabei, ist Technik (z.B. Rosa 2005). So hat im Bereich der Börse das sog. High-Frequency Trading (HFT) bereits zu mehreren Flash-Crashes geführt. Sowohl im Bereich der zivilen Cyber Defence als auch im Verteidigungsbereich werden „machine-speed attacks“ und „Fighting at machine speed“ intensiv diskutiert (z.B. Mason, 2019, Sauer, 2020). Bringt man diese Entwicklung zusammen mit den erst in diesem Jahrhundert prägnant beschriebenen zeitlichen Charakteristiken, in dem Intelligenz vor allem Zeit braucht (z.B. Kahnemann, 2013), wird nachvollziehbar, warum eine

Reihe von Quellen diese Entwicklung für hochgefährlich halten (z.B. Bostrom 2017, Musk 2018ff, Hawkings 2017).

Nach der skizzenhaften Herleitung einer möglichen Dialektik von Mensch, KI, Organisation und Umwelt nun der **Bogen zur aktuellen arbeitswissenschaftlichen Forschung zu Mensch und KI** zumindest angedeutet: Ein Teil unserer Forschungsgemeinschaft ist seit vielen Jahren damit befasst, das Zusammenwirken von Mensch und Technik kritisch zu untersuchen und überträgt diese Erkenntnisse nun schrittweise auf das Gebiet KI. Ein weiterer Teil hat angefangen, mögliche Synthesen für diese Spannungsfelder zu entwickeln. Zur Synthese des Spannungsfeldes menschlicher und technischer Intelligenz wird ihr Zusammenwirken z.B. als Mensch-Maschine-Kooperation, Synergetische Systeme, Symbiotische Mensch-Maschine-Systeme etc. erforscht und zunehmend realisiert. Das abstrakte Grundprinzip dieser Synthese wird zunehmend, in einer Reihe von Domänen, als Joint Cognitive Systems (Hollnagel & Woods, 2005) oder Kooperative Systeme verstanden und erforscht (z.B. Rasmussen, 2001, Hoc & Pacaux, Flemisch et al. 2003, Abbink et al., 2018, Flemisch, Bengler, Bruder & Winner, 2014, Tausch, A. & Kluge, A., 2020, Wendemuth & Kopp 2019 und viele mehr). Mit zunehmender Leistungsfähigkeit einer systemischen Arbeitswissenschaft wird auch die organisationale Seite der Kooperation mitgedacht und erforscht (z.B. Kluge, A. & Schilling, J., 2000, Latos et al., 2018), und wäre damit gut aufgestellt, auch das Spannungsfeld aus Mensch, KI und Organisation auszubalancieren.

4. Ausblick: Konsequente Einbeziehung der Umwelt

Ein nächster konsequenter Schritt ist die Einbeziehung der Umwelt als kooperative Beziehung Mensch-Technik/KI-Organisation-Umwelt. Weiterführend kann der Grundgedanke der kooperativ intelligenten Systeme auch auf Planet Erde als intelligentes Gesamtsystem („Raumschiff Erde“) angewandt werden. Angelehnt an Sam Palmisano wäre ein „smart“ oder besser „intelligent planet“ eine konsequente Fortschreibung von Lovelocks „Gaia“-Hypothese (Lovelock, 1973). Die wissenschaftliche Unterfütterung und Orchestrierung des Aufspannens, Balancierung und Synthese dieser Spannungsfelder einschließlich der Umwelt könnte eine der wichtigsten Beiträge der Arbeitswissenschaft in diesem jungen Jahrhundert werden.

5. Literatur

- Bostrom, N. (2014). *Superintelligence, Paths, Dangers, Strategies*, Oxford University Press
- Brundage, M., Avin, S., Clark, J., Toner, H., Eckersley, P., Garfinkel, B., Dafoe, A., Scharre, P., et al. (2018). *The Malicious Use of Artificial Intelligence: Forecasting, Prevention, and Mitigation*.
- Chandler, P. R., Pachter, M., & Rasmussen, S. (2001, June). UAV cooperative control. In *Proceedings of the 2001 American Control Conference*.(Cat. No. 01CH37148) (Vol. 1, pp. 50-55). IEEE
- Flemisch, F. O., Adams, C. A., Conway, S. R., Goodrich, K. H., Palmer, M. T., & Schutte, P. C. (2003). *The H-Metaphor as a guideline for vehicle automation and interaction*
- Flemisch, F. O., Bengler, K., Bubb, H., Winner, H., & Bruder, R. (2014). *Towards cooperative guidance and control of highly automated vehicles*. *Ergonomics*, 57(3), 343-360.
- Flemisch et al. (2021). *Towards a Balanced Analysis for a More Intelligent Human Systems Integration*. *iHSI Conference 2021*. (In Press)
- Gabriel, M. (2018). *Der Sinn des Denkens*. Ullstein Buchverlag.
- Hawking, S. (2017). *ARTIFICIAL INTELLIGENCE' Poses World's "GREATEST THREAT"*; *Science Vibe*, March 8, 2017; Retrieved 6.1.2021
- Hegel, G. W. F.: *Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse*, Vierte Auflage, Verlag von Ducker und Humblot, Berlin, 1845

- Hegel, G.F.W.: Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften I System der Philosophie, eds., E. Moldenhauer and K. M. Michel (Suhrkamp, 1969-1971)
- Hoc J.-M., Pacaux-Lemoine M.-P. (1998). Cognitive evaluation of human-human and human-machine cooperation modes in air traffic control. *International Journal of Aviation Psychology*, 8, pp. 1-32
- Horkheimer, M., & ADORNO, T. W. I. (1971). DIALEKTIK DER AUFKLÄRUNG. PHILOSOPHISCHE FRAGMENTE (1944/1947). Horkheimer, Max, *Gesammelte Schriften* Bd, 5, 46.
- Kahnemann, D.: *Thinking, Fast and Slow*; FSGBooks, 2013
- Kant, I. (1781): *Critik der reinen Vernunft*. Riga: Johann Friedrich Hartknoch.
- Kluge, A., Schilling, J. Organisationales Lernen und Lernende Organisation - ein Überblick zum Stand von Theorie und Empirie. *Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie A&O* (2000). 44. pp. 179-191. <https://doi.org/10.1026//0932-4089.44.4.179>
- Latos, B. A., Harlacher, M., Burgert, F., Nitsch, V., Przybysz, P., & Mütze-Niewöhner, S. (2018). Complexity drivers in digitalized work systems: implications for cooperative forms of work. *Adv Sci Technol Eng Syst J*, 3, 171-185.
- Lovelock, J. E., Bowerchalke, Nr. Salisbury, Wilts. England and Lynn Margulis (1974). ATMOSPHERIC HOMEOSTASIS BY AND FOR THE BIOSPHERE: THE GAIA HYPOTHESIS Published in *Tellus XXVI*, 1-2.
- Masson, D.: *Fighting Machine-Speed Attacks with Autonomous Response*; CyberSecurityBoard, 2019 <https://www.bankinfosecurity.com/fighting-machine-speed-attacks-autonomous-response-a-12965>
- Maybee, J. (2020). Hegel's Dialectics; in *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, Online: <https://plato.stanford.edu/entries/hegel-dialectics/>
- Musk, E. (2018). Should We Create a Digital Superintelligence. Online: <https://nexusnewsfeed.com/article/science-futures/elon-musk-warns-the-world-about-ai-digital-superintelligence/>
- Norman, D. (1994). *Things That Make Us Smart: Defending Human Attributes In The Age Of The Machine*
- Palmisano, S.J. (2008). *A Smarter Planet: The Next Leadership Agenda*. Online: https://www.ibm.com/ibm/cioleadershipexchange/us/en/pdfs/SJP_Smarter_Planet.pdf.
- Reckwitz, A.: *Dialektik der Sensibilität*; Philosophie Magazin; 20.6.2019
- Rosa, H.: *Beschleunigung. Die Veränderung der Zeitstrukturen in der Moderne*; Suhrkamp Taschenbuch Wissenschaft
- Sauer, F.: *Diskussions-Beitrag zu Future Combat Air System*; FCAS-Forum Airbus / Fraunhofer FKIE
- Schwartz et al. (2020). *Human Systems Integration, SEBoK Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge*, IncoSE, https://www.sebokwiki.org/wiki/Human_Systems_Integration
- Soziale Systeme. Grundriß einer allgemeinen Theorie*. Frankfurt am Main 1984. (2001, ISBN 3-518-28266-2)
- Tausch, A., Kluge, A. The best task allocation process is to decide on one's own: effects of the allocation agent in human-robot interaction on perceived work characteristics and satisfaction. *Cogn Tech Work* (2020). <https://doi.org/10.1007/s10111-020-00656-7>
- Wendemuth, A., & Kopp, S. (2019, October). Towards cognitive systems for assisted cooperative processes of goal finding and strategy change. In *2019 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (SMC)* (pp. 4302-4307). IEEE
- Woods, D.; Hollnagel, E.: *Joint Cognitive Systems, Patterns in Cognitive Systems Engineering*; Taylor & Francis 2005



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Arbeit HUMAINE gestalten

67. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Lehrstuhl Wirtschaftspsychologie (WiPs)
Ruhr-Universität Bochum

Institut für Arbeitswissenschaft (IAW)
Ruhr-Universität Bochum

3. - 5. März 2021

GfA-Press

Bericht zum 67. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 3. - 5. März 2021

**Lehrstuhl Wirtschaftspsychologie, Ruhr-Universität Bochum
Institut für Arbeitswissenschaft, Ruhr-Universität Bochum**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Dortmund: GfA-Press, 2021
ISBN 978-3-936804-29-4

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

© 2021 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de