

## **Vorhersage des individuellen Entscheidungsverhaltens von Arbeitspersonen in der Produktion bezüglich der Aufgabenauswahl mittels KI-gestützter Simulation**

Jan-Phillip HERRMANN<sup>1</sup>, Sven TACKENBERG<sup>1</sup>, Verena NITSCH<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Labor für Industrial Engineering, Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe,  
Campusallee 12, D-32657 Lemgo*

<sup>2</sup> *Institut für Arbeitswissenschaft, RWTH Aachen University,  
Eilfschornsteinstraße 18, D-52062 Aachen*

**Kurzfassung:** Hohe Freiheitsgrade hinsichtlich des Entscheidungsspielraums von Arbeitspersonen erschweren die Prognose der Bearbeitungsreihenfolgen und der damit verbundenen Fertigstellungstermine in produzierenden Unternehmen. Der vorliegende Beitrag stellt ein Forschungsvorhaben über die Vorhersage der Aufgabenauswahl von Arbeitspersonen in der Kleinserien- und Einzelfertigung vor. Es werden die Zielsetzung und Methodik für die Erhebung und Beschreibung von Entscheidungskriterien und -regeln von Arbeitspersonen beschrieben und diskutiert. Zentrale Herausforderung der zu konzipierenden empirischen Studie ist die Erhebung von Daten zum Entscheidungsverhalten mit hoher prädiktiver Validität. Die Daten werden genutzt, um ein KI-gestütztes Simulationsmodell zur Vorhersage der individuellen Aufgabenauswahl zu entwickeln. Der Beitrag schließt mit einem Ausblick auf zukünftige Aktivitäten.

**Schlüsselwörter:** Aufgabenauswahl, Simulation, Künstliche Intelligenz, Produktion, Entscheidungskriterien, Empirische Studie

### **1. Einleitung**

Produzierende Unternehmen setzen für die Planung der Bearbeitungsreihenfolgen von Fertigungsaufträgen zunehmend echtzeitbasierte Planungssysteme ein. Solche Planungssysteme ermöglichen die algorithmenbasierte Erzeugung detaillierter Fertigungspläne, aus denen sich Vorgaben für die Arbeitspersonen ableiten. Hierbei werden die Arbeitspersonen als eine passive Ressource Fertigungsaufträgen zugeordnet und verfügen über keinen oder nur geringen Entscheidungsspielraum hinsichtlich der Aufgabenauswahl.

Aufgrund stark vereinfachter Optimierungsmodelle, einer unzureichenden Echtzeit-Datenbasis und einer fehlenden Berücksichtigung ihrer Präferenzen weichen Arbeitspersonen von detaillierten Vorgaben ab und entwickeln eigene Strategien (Gißrau & Rose 2013; Lee et al. 2015). Bereits kleine Abweichungen vom Plan beeinflussen das Erreichen produktionslogistischer Zielgrößen negativ (Waschneck et al. 2018). Unternehmen stehen somit vor der Herausforderung, das Erreichen dieser Zielgrößen unter Berücksichtigung des Entscheidungsverhaltens der Arbeitspersonen vorherzusagen und zu beeinflussen.

Mit Vorliegen eines Modells zur Vorhersage des individuellen Entscheidungsverhaltens von Arbeitspersonen hinsichtlich der Aufgabenauswahl in der Produktion könnte

die Planung produktionslogistischer Zielgrößen bei gleichzeitiger Erhöhung des Entscheidungsspielraums von Arbeitspersonen signifikant erhöht werden. Neben dem ohnehin bestehenden Risiko der Abweichung von Vorgaben durch Arbeitspersonen stellt die Erhöhung der Autonomie von Arbeitspersonen eine persönlichkeitsförderliche Arbeitsgestaltungsmaßnahme dar (Ulich 2015). Ziel der dem vorliegenden Beitrag zugrundeliegenden Forschung ist daher die KI-gestützte Vorhersage des individuellen Entscheidungsverhaltens von Arbeitspersonen hinsichtlich ihrer Aufgabenauswahl in der Produktion.

## 2. Teilziele und Forschungsfragen

Die nachfolgenden Teilziele umfassen die Beschreibung, Vorhersage und Differenzierung des Entscheidungsverhaltens von Arbeitspersonen in der Kleinserien- und Einzelfertigung mit Werkstattorganisation. Aus den mit der Fertigungsart einhergehenden geringen Stückzahlen resultiert, dass Arbeitspersonen aus einer Vielzahl von Arbeitsaufgaben auswählen können. Im Gegensatz zur Fließ- oder Reihenfertigung besteht ein hohes Maß an Freiheitsgraden bezüglich der als Nächstes zu bearbeitenden Aufgabe sowie der sich daraus ergebenden Bearbeitungsreihenfolgen. Entsprechend umfasst das erste Teilziel die Bewertung der Güte einer Beschreibung des Entscheidungsverhaltens von Arbeitspersonen in einer Kleinserien- und Einzelfertigung mit Werkstattorganisation *ex post*.

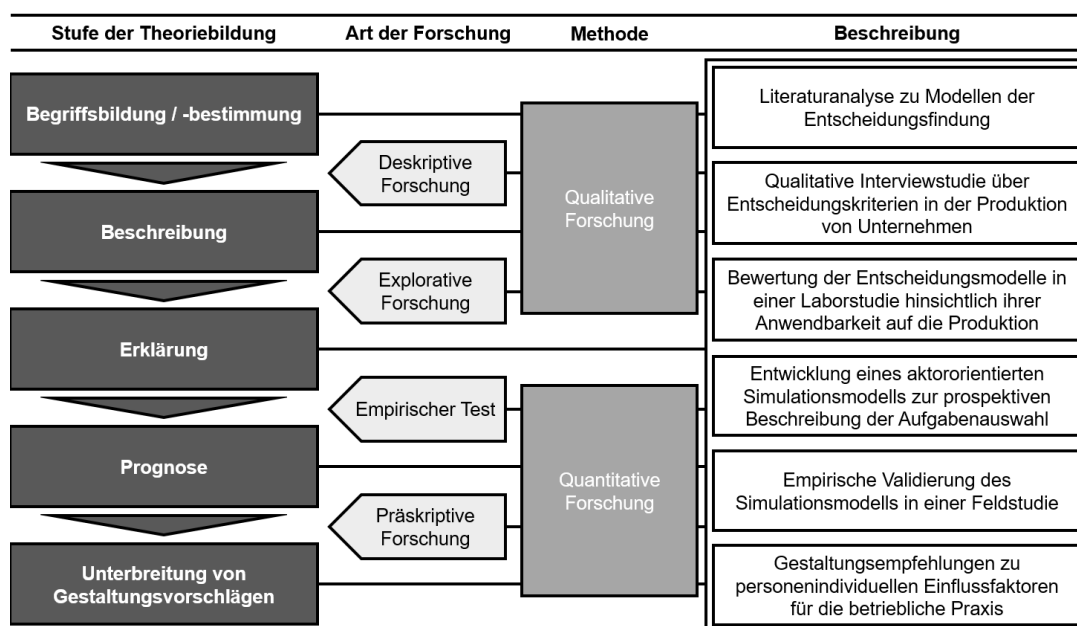
Darauf aufbauend wird im nächsten Schritt ein prädiktiver Ansatz verfolgt. Das zweite Teilziel umfasst die Bewertung der Güte einer Vorhersage des Entscheidungsverhaltens von Arbeitspersonen in einer Kleinserien- und Einzelfertigung *ex ante*. Hierbei werden neben bestehenden Entscheidungsmodellen Verfahren der künstlichen Intelligenz herangezogen, um das Entscheidungsverhalten von Arbeitspersonen anhand des beobachteten Verhaltens zu erlernen und vorherzusagen. Dies erfordert die Operationalisierung der deskriptiven und prädiktiven Güte der verwendeten Entscheidungsmodelle mittels geeigneter statistischer Kriterien.

Gelingt die Beschreibung und Vorhersage des Entscheidungsverhaltens umfasst das dritte Teilziel die Beschreibung und Differenzierung verschiedener Entscheidungsstile von Arbeitspersonen einer Kleinserien- und Einzelfertigung. Für jedes der drei Teilziele wird analog eine Forschungsfrage formuliert. Die ersten drei Forschungsfragen befassen sich damit, wie gut die Beschreibung, Vorhersage und Differenzierung des Entscheidungsverhaltens gemessen am gewählten Gütekriterium gelingen.

Aus der Kenntnis der vorliegenden Entscheidungsstile in einer Kleinserien- und Einzelfertigung lassen sich Gestaltungsempfehlungen für die Ausgestaltung von Manufacturing Execution Systems zur Fertigungssteuerung ableiten. Dies ist Gegenstand des vierten Teilziels. Die Gestaltungsempfehlungen leisten einen Beitrag, das Spannungsfeld zwischen individuellem Entscheidungsspielraum und einer kennzahlengetriebenen Fertigungssteuerung aufzulösen. Demnach befasst sich die vierte Forschungsfrage mit der Ableitung von Gestaltungsempfehlungen für die betriebliche Praxis.

### 3. Methodik zur Beantwortung der Forschungsfragen

Die methodisch geleitete Vorgehensweise basiert auf den Stufen der Theoriebildung nach Riesenhuber (2009) und ist in Abbildung 1 dargestellt. Das Forschungsvorhaben befindet sich zum aktuellen Zeitpunkt in Bearbeitung. Im ersten Schritt ist der Stand der Forschung zur Modellierung und Simulation menschlicher Entscheidungsfindung in der Produktion mittels einer systematischen Literaturrecherche erarbeitet worden. Der Fokus lag hierbei auf der Identifikation existierender Entscheidungsmodelle und -kriterien, nach denen Arbeitspersonen Aufgaben auswählen. Neben den aus der Literatur abgeleiteten Entscheidungskriterien werden in einem nächsten Schritt mittels empirischer Studie die für den Anwendungsfall der Kleinserien- und Einzelfertigung spezifischen Entscheidungskriterien und -regeln von Arbeitspersonen eines mittelständischen Unternehmens erhoben.



**Abbildung 1:** Methodisches Vorgehen nach Riesenhuber (2009), ergänzt um die Aktivitäten im Rahmen des Forschungsvorhabens.

Zur Generierung von Entscheidungsdaten wird derzeit ein Serious Game entwickelt, in dem Spielende in die Lage einer Arbeitsperson in einer Fertigung versetzt werden und Arbeitsaufgaben nach vorgegebenen Kriterien auswählen und bearbeiten können. Auf Basis der im Rahmen einer geplanten Laborstudie mit Studierenden gesammelten Entscheidungsdaten wird die Entwicklung eines KI-gestützten Simulationsmodells erfolgen. Die Vorhersagegenauigkeit des Simulationsmodells wird durch Einteilung der Entscheidungsdaten in einen Trainings- und Validierungsdatensatz überprüft werden. Liegt ein Simulationsmodell mit hinreichender Vorhersagegenauigkeit vor, wird dieses im Rahmen einer Feldstudie in der Fertigung eines mittelständischen Unternehmens validiert. Hierzu werden die aus der Literatur abgeleiteten und in der oben beschriebenen empirischen Studie erhobenen Entscheidungskriterien in das validierte Simulationsmodell integriert. Um in der Feldstudie die relevanten Daten für das individuelle Entscheidungsverhalten der Arbeitspersonen zu erfassen, sollen die Arbeitspersonen ihre individuelle Aufgabenauswahl mittels einer eigens entwickelten Tablet-App angeben.

## 4. Empirische Studie zur Erhebung der Entscheidungskriterien und -regeln

### 4.1 Methodik

Die empirische Studie zu den Entscheidungskriterien und -regeln von Arbeitspersonen in einer Kleinserien- und Einzelfertigung in einem mittelständischen Unternehmen umfasst drei Phasen (s. Abbildung 2). In der ersten Phase der empirischen Studie erfolgt eine Arbeitsanalyse der Arbeitssysteme. Hierbei handelt es sich um Arbeitssysteme mit Arbeitsaufgaben, die den Bereichen Zerspanung, Montage, Schweißerei und Versand zuzuordnen sind. Die Arbeitsanalyse beinhaltet die aus der MTO-Analyse bekannte Analyse von Auftragsdurchläufen und Arbeitssystemen (Strohm & Ulich 1997; Richter 2011). Anschließend werden die Arbeitspersonen mittels Work Design Questionnaire (Morgeson & Humphrey 2006; Stegmann et al. 2010) hinsichtlich Wissens-, Aufgaben-, kontextueller und sozialer Arbeitsplatzmerkmale befragt. Dies umfasst Informationen zu Fertigungsaufträgen, Stückzahlen, Reihenfolge-restriktionen sowie Merkmalen der Arbeitsaufgabe und der Bearbeitung. Die erhobenen Informationen werden anschließend für die Entwicklung des Serious Game und des Simulationsmodells zur Vorhersage der Aufgabenauswahl sowie für das Untersuchungsdesign der finalen Feldstudie herangezogen.



**Abbildung 2:** Vorgehensweise zur Erhebung von Entscheidungskriterien und -regeln von Arbeitspersonen der Kleinserien- und Einzelfertigung.

Die zweite Phase der empirischen Studie umfasst die Beobachtung mehrerer Arbeitsplätze in den oben genannten Fertigungsbereichen mittels eines Beobachtungsinterviews. Hierbei wird der Beobachter von den Arbeitspersonen informiert, sobald eine Entscheidung über die als Nächstes zu bearbeitende Aufgabe zu treffen ist. Die Arbeitsperson wird anschließend vom Beobachter mittels Interviewleitfaden über die Entscheidungskriterien und -regeln zur Aufgabenauswahl befragt.

In der dritten Phase folgt eine Nachbesprechung der aus dem Beobachtungsinterview abgeleiteten Entscheidungskriterien und -regeln. Hierzu werden mehrere durch die erhobenen Entscheidungskriterien beschriebenen Aufgaben aus der Produktion beispielhaft herangezogen. Anschließend bringen Versuchsleiter und Proband die bearbeiteten Aufgaben anhand der angewendeten Entscheidungsregeln in eine Bearbei-

tungsreihenfolge. Der Versuchsleiter schlägt dem Probanden eine Bearbeitungsreihenfolge vor. Hierbei werden die bereits erhobenen Kriterien bei rückgemeldeter Korrektheit der Reihenfolge validiert. Ferner können weitere Entscheidungskriterien und -regeln im Falle von Abweichungen von der präferierten Bearbeitungsreihenfolge durch den Probanden benannt werden.

#### *4.2 Diskussion*

Bestehende Studien weisen auf die von Arbeitspersonen empfundene Schwierigkeit hin, ihre Präferenzen und den Entscheidungsprozess explizit zu artikulieren (Robinson et al. 2001; Robinson et al. 2005). Weiterhin können durch mangelhaft ausgebildete mentale Modelle des eigenen Entscheidungsprozesses schwer interpretierbare, mehrdeutige oder widersprüchliche Präferenzen bei der Aufgabenauswahl entstehen (Behnke et al. 2017). Das Wissen über Entscheidungskriterien und -regeln ist nonverbal und implizit und die tatsächlichen Präferenzen von Arbeitspersonen weichen von ihren angegebenen Präferenzen ab. Eine solche Abweichung zwischen bekundeten und offenbarten Präferenzen manifestiert sich in dem hypothetischen Messfehler und wurde bereits in anderen Bereichen nachgewiesen (de Corte 2021).

Für die empirische Studie ergibt sich die Herausforderung der prädiktiven Validität der mittels Befragung erhobenen Entscheidungskriterien und -regeln einer Arbeitsperson. Die prädiktive Validität wird im Rahmen des Forschungsvorhabens in der Feldstudie in einem mittelständischen Unternehmen zu einem späteren Zeitpunkt überprüft. Dennoch bilden die erhobenen Entscheidungskriterien und -regeln die Grundlage für die vorgelagerte Entwicklung des Serious Games sowie des KI-gestützten Simulationsmodells. Dies führt zu der Fragestellung nach einer geeigneten Methode zur Erhebung der Entscheidungskriterien und -regeln mit hoher prädiktiver Validität.

Eine Recherche zu verschiedenen qualitativen Erhebungsverfahren, wie beispielsweise die Methode der kritischen Ereignisse (Flanagan 1954), Lautes Denken-Methode oder Repertory Grid-Methode (Mey 2010; Bell et al. 2004) ist bereits erfolgt. Bei einer initialen Bewertung und Pilotierung der Verfahren erschienen die Fragetechniken für Arbeitspersonen aus der betrieblichen Praxis schwer verständlich. Daher kam es zu der Entwicklung der in Abbildung 2 dargestellten Vorgehensweise, dessen Potenzial zur Erhebung valider Entscheidungskriterien und -regeln zukünftig zu analysieren und zu bewerten ist.

### **5. Fazit und Ausblick**

Der vorliegende Beitrag beschreibt die Ziele und die Methodik eines laufenden Forschungsvorhabens zur Vorhersage der Aufgabenauswahl von Arbeitspersonen mittels KI-gestützter Simulation. Zudem wird das Konzept einer empirischen Studie zur Erhebung der Entscheidungskriterien und -regeln von Arbeitspersonen in der Produktion vorgestellt und die Probleme hinsichtlich der Erhebung valider Daten diskutiert. Mit Festlegung auf ein Studiendesign erfolgt die entsprechende Studie mit Arbeitspersonen der Kleinserien- und Einzelfertigung aus einem mittelständischen Unternehmen. Anschließend gehen die Ergebnisse in die Entwicklung eines Simulationsmodells zur Vorhersage der Aufgabenauswahl von Arbeitspersonen ein. Ist eine valide, prospektive Beschreibung des Entscheidungsverhaltens von Arbeitspersonen bei hetero-

genen Produktionsstatus gewährleistet, ermöglicht dies die Prognose von produktionslogistischen Zielgrößen bei gleichzeitiger Maximierung des Entscheidungsverhaltens. Auf diese Weise kann ein Beitrag zur Erfüllung der Anforderungen an eine humane Arbeit geleistet werden.

## 6. Literatur

- Bell R, Bannister D, Fransella F (2004) A manual for repertory grid technique. John Wiley & Sons.
- Flanagan JC (1954) The critical incident technique. *Psychological bulletin* 51(4): 327.
- Gißrau M, Rose O (2013) Practical assessment of a combined dispatching policy at a high-mix low-volume asic facility. In: 2013 Winter Simulations Conference (WSC), IEEE, 3745–3755.
- Lee MK, Kusbit D, Metsky E, Dabbish L (2015) Working with machines: The impact of algorithmic and data-driven management on human workers. In: *Proceedings of the 33rd annual ACM conference on human factors in computing systems*, 1603–1612.
- Mey G (2010) *Handbuch qualitative Forschung in der Psychologie*. Katja Mruck (Ed.), Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Morgeson FP, Humphrey SE (2006) The Work Design Questionnaire (WDQ): developing and validating a comprehensive measure for assessing job design and the nature of work. In: *Journal of applied psychology* 91 (6): 1321.
- Richter G (2010) *Toolbox Version 1.2-Instrumente zur Erfassung psychischer Belastungen*.
- Riesenhuber F (2009) Großzahlige empirische Forschung. In: *Methodik der empirischen Forschung*, Gabler Verlag, Wiesbaden, 1–16.
- Robinson S, Alifantis T, Edwards JS, Ladbroke J, Waller A (2005) Knowledge-based improvement: Simulation and artificial intelligence for identifying and improving human decision-making in an operations system. In: *Journal of the Operational Research Society*, 56 (8), 912–921.
- Robinson S, Alifantis T, Hurron R, Edwards J, Ladbroke J, Waller T (2001) Modelling and improving human decision making with simulation. In: *Proceeding of the 2001 Winter Simulation Conference* 2, IEEE, 913–920.
- Stegmann S, van Dick R, Ullrich J, Charalambous J, Menzel B, Egold N, Wu TTC (2010) Der work design questionnaire. In: *Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie A&O* 54 (1):1–28.
- Strohm O, Ulich E (Eds.) (1997) *Unternehmen arbeitspsychologisch bewerten: ein Mehr-Ebenen-Ansatz unter besonderer Berücksichtigung von Mensch, Technik und Organisation* 10, vdf Hochschulverlag AG.
- Ulich E (2020) *Arbeitspsychologie*. vdf Hochschulverlag AG.
- Waschneck B, Reichstaller A, Belzner L, Altenmüller T, Bauernhansl T, Knapp A, Kyek A (2018) Optimization of global production scheduling with deep reinforcement learning. In: *Procedia Cirp* 72:1264–1269.



Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

## Nachhaltig Arbeiten und Lernen

**Analyse und Gestaltung lernförderlicher  
und nachhaltiger Arbeitssysteme  
und Arbeits- und Lernprozesse**

69. Kongress der  
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover

01. – 03. März 2023

---

## GfA-Press

---

**Bericht zum 69. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 01. – 03. März 2023**

**Fakultät Maschinenbau, Institut für Berufswissenschaften der Metalltechnik (IBM) und  
Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA), Leibniz Universität Hannover**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.  
Sankt Augustin: GfA-Press, 2023  
ISBN 978-3-936804-32-4

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle (s. u.) erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© GfA-Press, Sankt Augustin

**Schriftleitung: Prof. Dr. Rolf Ellegast**

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.

### **Geschäftsstelle der GfA**

Simone John, Tel.: +49 (0)30 1300-13003

Alte Heerstraße 111, D-53757 Sankt Augustin

[info@gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de](mailto:info@gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de) · [www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de](http://www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de)

### **Screen design und Umsetzung**

© 2023 fröse multimedia, Frank Fröse

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