RUHR UNIVERSITÄT BOCHUM
RUB
WIRTSCHAFTS-PSYCHOLOGIE

Ausgabe 53

Dezember 2019

Komplexität & Lernen

Liebe Leserin, Lieber Leser,

der Rückblick auf und Einblick in die vier Newsletter dieses Jahres zeigt die Fülle der Aktivitäten, der Vortragsreisen und nationalen und internationalen Kooperationen des WiPs-Teams. Die Fragen der Zukunft der Arbeit, der Mensch-Technik- oder der Mensch-Roboter-Interaktion, mit und ohne digitalen Assistenten beschäftigt uns in vielfältiger Forschungsweise auch im kommenden Jahr.

Wir berichten in diesem Newsletter vom Projektfortgang im EU Project ENHANCE und der Evaluation eines Augmented Reality Tools und schliessen mit dem dritten Teil zum Thema Competency-based und Evidence-based Training die „Trilogie“ zum Thema Trainingsdesign für dieses Jahr ab. Aber: nach dem Training, ist vor dem Training! Und so lässt uns das Trainingsthema natürlich nie (mehr) los. HoHoHo….

Das gesamte Wips-Team wünscht Ihnen frohe Festtage und einen tollen Start ins neue Jahr.

Annette Kluge & das gesamte Wips Team

Aus der Forschung für die Praxis

Power to the People! Ein nutzerzentrierter Designansatz im Rahmen der Entwicklung eines Augmented Reality (AR)-basierten Assistenzsystems zur Unterstützung der zeitlichen Koordination räumlich verteilter Teams
Lisa Thomaschewski und Annette Kluge

Ein Dilemma zwischen Wissenschaft und Praxis? – No(r)way
Marina Klostermann

„Competency- based Training“ (CBT) – “Mission Readiness Training in der militärischen Luftfahrt“ (Teil 3)
Helmut Blaschke

Veröffentlichungen aus dem Lehrstuhl

Information Processing in Work Environment 4.0 and the Beneficial Impact of Intentional Forgetting on Change Management
Schüffler, A., Thim, C., Haase, J. & Gronau, N., Kluge, A.

Does simulation-based training in medical education need additional stressors? An experimental study
Ontrup, G., Vogel, M., Wolf, O. T., Zahn, P. K., Kluge, A. & Hagemann, V.

On the nomological net of (non-)workaholic subtypes
Ontrup, G. & Patrzek, J.

A Formal Modeling Framework for the Implementation of Gaze Guiding as an Adaptive Computer-Based Job Aid for the Control of Complex Technical Systems
Weyers, B., Frank, B. & Kluge, A.

Aus der Forschung für die Praxis

Power to the People! Ein nutzerzentrierter Designansatz im Rahmen der Entwicklung eines Augmented Reality (AR)-basierten Assistenzsystems zur Unterstützung der zeitlichen Koordination räumlich verteilter Teams

von Lisa Thomaschewski und Annette Kluge

In Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Benjamin Weyers und Thomas Schweiß (Lehrstuhl Human Computer Interaction, Universität Trier) haben wir ein Augmented Reality-basiertes Interface zur Unterstützung der zeitlichen Koordination von räumlich verteilt arbeitenden Teams entwickelt. Im Sinne eines nutzerzentrierten Designansatzes haben wir in einem ersten Schritt die Usability und User Experience unterschiedlicher Interfacekonfigurationen im Rahmen einer empirischen Expertenstudie evaluiert um ein Interface mit möglichst hohem Team- und Task-Technology-Fit für die Hauptstudie ableiten zu können.
Wir freuen uns, dass wir mit nachfolgendem Abstract zum Frühjahrskongress 2020 der Gesellschaft für Arbeitswissenschaften (GfA) in Berlin eingeladen wurden, um die Ergebnisse unserer Studie zu präsentieren.

Ein starker Prädiktor für die Leistung und Produktivität von Teams ist die zeitliche Koordination der interdependenten Team-Tasks. Dabei hängt die Qualität der zeitlichen Koordination maßgeblich von der Ausprägung verschiedener kognitiver Team-Kompetenzen ab, wie z.B. der Fähigkeit, ein stabiles und übereinstimmendes mentales Modell der Situation (shared situation awareness) und des Prozesses der Teamaufgabe (task state awareness/TSA) im Team auszubilden und aufrechtzuerhalten. Arbeiten Teams an einem Ort, sind sie durch externe Hinweisreize des gemeinsamen visuellen Arbeitsbereichs meist in der Lage, ein hohes TSA-Level zu erzeugen. Räumlich verteilte Teams können dagegen keine prozessrelevanten Informationen aus gemeinsamen Hinweisreizen ableiten und sind daher anfälliger für geringe TSA-Level. Demnach bestehen auch andere Voraussetzungen für und Anforderungen an teamunterstützende Maßnahmen für delokalisierte Teams, die bei der Entwicklung und Umsetzung beachtet werden müssen.

Vor diesem Hintergrund haben wir ein AR-basiertes Assistenzsystem entwickelt, das die zeitliche Koordination räumlich verteilter Teams unterstützt (Ambient Awareness Tool/ AAT). Das AAT stellt Informationen über den Teamwork-Prozess mithilfe peripher eingeblendeter grafischer Augmentierungen dar, wodurch die TSA des Teams verbessert und somit die zeitliche Koordination unterstützt wird. Um ein System mit möglichst hoher Usability und User Experience (UX) zu entwickeln, haben wir im Sinne eines nutzerzentrieten Designprozesses eine zweiteilige User-Studie durchgeführt (n = 22). Hierzu wurde zunächst in einem Laborexperiment die Usability erhoben. Anhand der aggregierten Daten konnten im ersten Schritt drei essenzielle Konfigurationscluster identifiziert werden, die im Rahmen eines online Follow-Ups zusätzlich bezüglich ihrer UX evaluiert wurden. Dieses zweistufige nutzerzentrierte Evaluationsdesign erlaubte uns im Ergebnis eine Benutzerschnittstellenkonfiguration abzuleiten, die unter den anwendungsspezifischen Voraussetzungen die höchsten Usability- und UX-Werte erzielt.

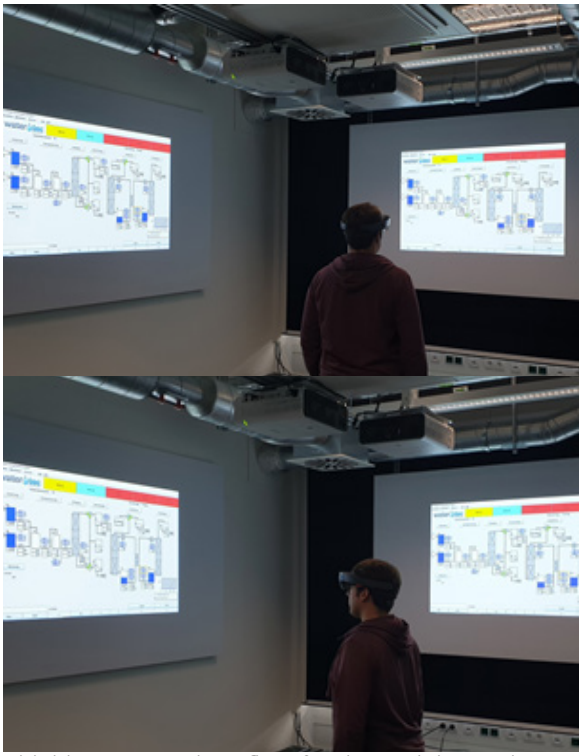


Abbildung: Versuchsaufbau für die Usability und User Experience Evaluation einer AR-basierten Benutzerschnittstelle für die HoloLens 1.

Ein Dilemma zwischen Wissenschaft und Praxis? – No(r)way

von Marina Klostermann

Vor knapp drei Monaten machte ich mich innerhalb des ENHANCE Projektes auf den Weg nach Norwegen, mit einem klaren Ziel: Erkenntnisse über die Skills und Herausforderungen von Anwendern und Anwenderinnen soziotechnischer Systeme in der maritimen Industrie zu sammeln, denn das Ziel des ENHANCE Projektes ist, internationale Trainingsstandards und Assessment Methoden zu entwickeln, um die menschliche Performance in komplexen soziotechnischen Systemen zu verbessern (weitere Informationen: https://enhanceh2020.eu/).

Hintergrund:

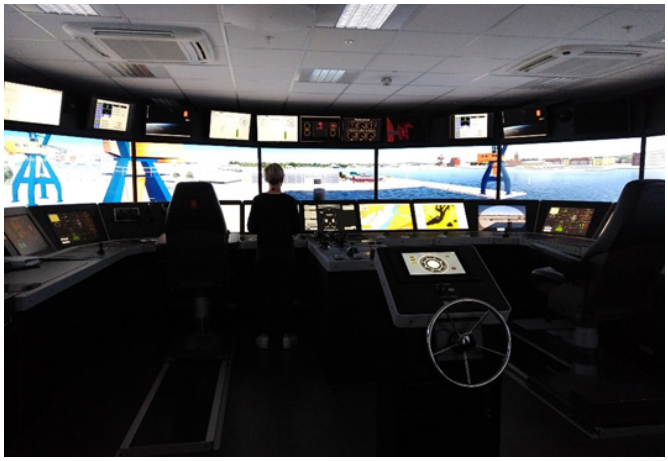
Die technologische Entwicklung in Industrien macht viele Prozesse sicherer und effizienter. Allerdings entwickeln sich daraus auch neue Anforderungen und Herausforderungen an den/die AnwenderIn, um diese komplexen Aufgaben ausführen zu können. Innerhalb der maritimen Industrie muss der/die NavigatorIn daher nicht nur die Komplexität der Automatisierung selbst bewältigen, sondern auch mit externen Einflüssen wie den Anforderungen des Arbeitgebers, den staatlichen Rahmenbedingungen im Land und dem Schiffseigner umgehen. Dilemmata können sich innerhalb einer Crew entwickeln, die nicht vom Eigentümer des Schiffes eingestellt wurde und die auf internationalen Meeren tätig ist. So muss der/die einzelne NavigatorIn eine Lücke schließen zwischen nicht nur organisatorischen Herausforderungen, sondern auch Herausforderungen der Navigation selbst unter Berücksichtigung unterschiedlicher Wetterbedingungen, unterschiedlicher Automatisierungsgrade und der Crewkoordination zwischen Kommando- oder Navigationsraum (Bridgeroom) und Maschinenraum (Engineroom). Laut Vincente (2006) ist die Zunahme der Automatisierung nicht immer vorteilhaft und kann zu Problemen führen, da der Mensch und seine Interaktion mit soziotechnischen Systemen nicht ausreichend in den technischen Designs berücksichtigt werden. Soziotechnische Systeme können definiert werden als eine Zusammenstellung miteinander verbundener Elemente, die als Einheit für einen bestimmten Zweck dient (Furnham, 2006). Die Komplexität entwickelt sich innerhalb der maritimen Industrie und der Prozessindustrie aus der großen Anzahl von Variablen und Systemteilen, eingesetzt in der Automatisierung, die überwacht werden müssen und deren Zustände sich dynamisch ändern, während die Ergebnisse nur teilweise an den/die AnwenderIn weitergegeben werden (Kluge, 2014).

Im Vergleich zwischen der maritimen Industrie und der Prozessindustrie gibt es zahlreiche Gemeinsamkeiten hinsichtlich der Nutzung soziotechnischer Systeme und der Herausforderungen für den/die AnwenderIn. Beide Branchen stehen vor einem starken Anstieg der Automatisierung: AnwenderInnen müssen unterschiedliche Aufgaben gleichzeitig bewältigen, sie müssen über ein fundiertes Wissen über die präsentierten Daten und Systeme verfügen und mit mehreren oder widersprüchlichen Zielen umgehen. Der menschliche Fehler bei Vorfällen in der Prozessindustrie macht jedoch 50 % (Kluge, Nazir, & Manca, 2014) und in der Schifffahrt 75-96 % aus (Allianz GCS, 2017). Faktoren, die zu einer Katastrophe führen oder diese verhindern können, wie z.B. den Untergang der Costa Concordia oder die Explosion von Deep-Water Horizon, sind Non-Technical Skills (NTS) (Flin, O'Connor, & Crichton, 2008). NTS rücken in beiden Branchen mehr und mehr in den Fokus, wurden aber innerhalb der maritimen Industrie noch nicht ausreichend erforscht und validiert.

Wissenschaftliche Tätigkeit in Norwegen:

Angefangen hat also alles in der schönen Stadt Trondheim. Einen herzlichen Empfang in dem Trainingscenter eines globalen norwegischen Unternehmens und einige Observationen von Simulator-basierten Trainings später, wurden schon bald die ersten Interviews mit Trainern und Kursteilnehmern geführt. Die Interviews waren teilstrukturiert und betrachteten Fragen zu NTS im Allgemeinen, kritischen Vorfällen, Automatisierung und dem Training selbst. Alle Befragten hatten fundierte Erfahrungen auf See und variierten in der Hierarchieebene vom zweiten Offizier bis zum Kapitän. Die ersten Ergebnisse deuten auf eine gemischte Sichtweise hinsichtlich der Automatisierung auf einem Schiff hin. Es wurde als hilfreiches Werkzeug und als große Herausforderung mit „mehr Dingen zum Steuern“ betrachtet. Eine weitere Herausforderung stellt sich bei mehreren Operationen und Aufgaben, die kontinuierlich und gleichzeitig überwacht werden müssen und zu einer Überlastung der Informationen und damit zum Verlust des Situationsbewusstseins führen können. Der Fokus scheint durch die hohe Automation gefährdet, wenn die Summe an Alarmen bei normalen Operationen betrachtet wird oder die lange Zeit, die man in einem höheren Automationsmodus ist, und in der die Hauptaufgabe des Navigators darin besteht, die Systeme zu überwachen und zukünftige Gefahren zu durchschauen. Des Weiteren sind auch kulturelle Unterschiede auf einem Schiff zu berücksichtigen und können zu einer Herausforderung führen, denn „in einigen Kulturen kann ein ‚Ja‘ acht verschiedene Bedeutungen haben – er/sie sagt ‚ja‘, aber woher weiß man, dass es tatsächlich verstanden wurde“. Wie man an diesen vorläufigen Ergebnissen bereits erkennen kann, sind die Herausforderungen an den/die NavigatorIn sehr komplex und müssen noch weiter untersucht werden.

Das bisher erlangte Wissen durfte ich vom 08.10. – 10.10. sowohl bei dem ENHANCE Workshop als auch auf dem TARG (Training and Assessment Research Group) in Drammen weitergeben und mit anderen Wissenschaftlern in den Bereichen der Prozess- und maritimen Industrie austauschen. Besonders interessant war die Vielfältigkeit, mit der sich Wissenschaftler Innen und die Industrie in Bezug auf die Automatisierung und die Herausforderung an den/die AnwenderIn beschäftigen. Zum einen lag der Fokus auf einer adäquaten Entwicklung eines Trainings und Assessments, zum anderen auf der Koordination und Kooperation räumlich unterschiedlicher Abteilungen, und wieder andere beschäftigten sich mit Regularien und Virtual Reality zur Erleichterung des Situationsbewusstseins.



Simulatoren eingesetzt für das Training von Navigatoren eines Schiffes

Ein Teil des Enhance-Teams und die Präsentation der vorläufigen Ergebnisse auf dem TARG Workshop

Changing of Sceneries

Zum Ende des Norwegen Aufenthaltes stand vor allem das Erarbeiten des Reports an die Europäische Union über die Gemeinsamkeiten und Unterschiede in der Maritimen- und Prozessindustrie mit anderen Secondees aus Malaysia, England und Norwegen im Vordergrund. Hierzu reiste ich in den Süden Norwegens nach Tønsberg. Einen kurzen Aufenthalt in Ålesund bei dem „Norwegian Maritime Competence Center" wurde zudem eingebaut, um weitere Einblicke in das moderne Simulations-basierte Training zu erlangen und sich mit anderen Human Factors Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen auszutauschen. Das „Norwegian Maritime Competence Center" zählte übrigens in 2017 zu den Top 10 Technologien weltweit.

Mit vielen aufschlussreichen Erfahrungen und Kenntnissen und vielen internationalen Bekanntschaften aus der Industrie und Wissenschaft im Gepäck, reise ich nun zurück in die Heimat Richtung Bochum. Das Dilemma zwischen Wissenschaft und Praxis blieb glücklicherweise aus.

Norwegian Maritime Competence Center

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under the Marie Skłodowska-Curie grant agreement No 823904

Literatur:

Allianz Global Corporate & Speciality. (2017). *Safety and Shipping Review 2017*. Retrieved from https://www.agcs.allianz.com/news-and-insights/reports/shipping-safety.html

Flin, R., O'Connor, P., & Crichton, M. (2008). *Safety at the sharp end: A guide to non-technical skills.* Boca Raton, FL, USA: CRC Press.

Furnham, A. (2006). *The psychology of behaviour at work: The individual in the organization.* London, UK: Psychology Press.

Kluge, A. (2014). *The acquisition of knowledge and skills for taskwork and teamwork to control complex technical systems: A cognitive and macroergonomics perspective.* Dordrecht, Netherlands: Springer.

Kluge, A., Nazir, S., & Manca, D. (2014). Advanced applications in process control and training needs of field and control room operators. *IIE Transactions on Occupational Ergonomics and Human Factors*, 2(3-4), 121-136.

Vicente, K. J. (2006). *The human factor: Revolutionizing the way people live with technology.* New York, NYS, USA: Routlege.

„Competency- based Training“ (CBT) – “Mission Readiness Training in der militärischen Luftfahrt“ (Teil 3)

von Helmut Blaschke

Was bisher geschah: Kurze Zusammenfassung der letzten beiden Artikel

In den letzten beiden Artikeln habe ich die Historie von CBT aufgezeigt, sowie dessen Grundprinzipien und Anwendung für den Trainingsbetrieb in der Luftfahrt. In diesem nun folgenden 3. Teil will ich mich abschließend auf die Anwendung von „Competency-based Training“ und abschließend dem „Evidence-based Training“ (CBT / EBT) in der militärischen Luftfahrt konzentrieren.
Um die letzten beiden Artikel zusammenfassend noch einmal kurz auf den Punkt zu bringen: CBT beinhaltet nicht nur die Knowledge, Skills and Attitudes (KSAs), plus der Kernkompetenzen des „klassischen CRM“ (NOTECHS), oder die des modernen Human Factors Trainings, sondern auch ganz bewusst das „Exponieren“ (exposure leads to experience) mit „brenzligen“ und nichtalltäglichen Situationen. Dies natürlich immer angepasst an die jeweilige Phase bzw. den Trainingsstand der Trainees und den zu erreichenden Kompetenzzielen. Zusätzlich verwendet modernes CBT auch die Kernelemente von „Threat and Error Management“ (TEM).

Abbildung: www.eurofighter.com

Was genau steckt hinter dem Acronym TEM?
TEM entwickelte sich Ende der 90er Jahre aus den sog. „Line Oriented Flight Training“ (LOFT) und den „Line Oriented Safety Audits“ (LOSA)“ die von der University of Texas weltweit mit namhaften Airlines durchgeführt wurden. Der US amerikanische Wissenschaftler Robert Helmreich kam aufgrund der Audits zu der Erkenntnis, dass trotz der Einführung des CRM Trainings bei den Airlines, (CRM hatte dort Anfang der 80er Jahre Einzug ins Classroom-Training für Cockpitbesatzungen gefunden), immer wieder Flugunfälle und Zwischenfälle passieren, die es in dieser Form - wenn die Trainingsziele erreicht worden wären- eigentlich nicht mehr geben dürfte. Denn das besagte CRM Training wurde zu diesem Zeitpunkt schon fast zwei Jahrzehnten in regelmäßigen Abständen bei den Airlines durchgeführt. Allerdings fanden zu diesem Zeitpunkt CRM-Unterrichte, losgelöst vom eigentlichen Flight-Training, im sog. „Classroom-Environment“ in Form von theoretischen Unterrichten statt.

Die ernüchternden Ergebnisse der LOSA-Studie führten somit Anfang 2000 zur sukzessiven Einführung von TEM in verschiedenen Hochrisikobereichen. Dies geschah wiederum aus der Erkenntnis heraus,

dass durch die Einführung komplexer Systeme und der bisher nicht verfügbaren Automatisierung im Cockpit, dringender Handlungsbedarf beim Training von Piloten und Pilotinnen und Cockpit-Crews entstand. Der Mensch und die „Human-Machine-Interface“ in diesen immer komplexeren und für die Piloten „intransparenteren“ Cockpits, eröffnete einen neuen Blickwinkel bzgl. der Bedeutung des „Faktor Mensch“ in dieser neuartigen Konstellation. Vor allem wenn es um abnormale und sog. „non-routine“ Situationen mit unvorhersehbarem Auftreten geht, kommt es immer wieder zu menschliche Fehlern, die unter Umständen in dieser Form noch nicht aufgetreten waren. Dies belegte auch eine zweite LOSA Studie, die von 2000 – 2009 die Automatisierung und damit die Komplexität und Intransparenz von modernem Fluggerät für beinahe 50% der Flugunfälle und schwereren Zwischenfälle verantwortlich macht.

Ähnliche Erfahrungen machte auch das US-Militär, das Anfang der 90er Jahre im großen Stil hochmoderne und automatisierte Waffensysteme in Betrieb genommen hatte. Das amerikanische Militär ist schon seit vielen Jahrzehnten eng mit Vertretern und Vertreterinnen der Wissenschaft im Dialog und verfügt zudem über eigene Einheiten zum Themenkomplex „Human Factors, Safety and Ergonomics“. Die „711th Human Performance Wing“ arbeitet seit vielen Jahren mit Miliärs und WissenschaftlerInnen gezielt an Themen wie „human-centric-warfare“. Keine Überraschung also, dass auch hier zügig an der Umsetzung von TEM gearbeitet wurde. Eine vom US Marine Corps durchgeführte Fünfjahresstudie belegte das enorme Ausmaß des Anteils von „Human Error“ bei Unfällen und Zwischenfällen in ihrem Zuständigkeitsbereich. Dieser lag zwischen 1999 und 2004 bei 86%. Nach einem intensiven „Error Prevention Training“ (in Form von CBT & TEM) konnten die Zwischenfallraten von 5.2 Unfällen bzw. schweren Zwischenfällen im Jahr 2004 (hier werden Unfälle / Zwischenfälle mit Material und Personenschäden im größeren Stil - gemessen pro 100.000 Flugstunden - statistisch erfasst), innerhalb kürzester Zeit auf 1.5 pro 100.000 Flugstunden im Jahr 2006 deutlich abgesenkt werden (Quelle: Aviation Week 04/2006). Es wurde in vielen Bereichen der Aviatik sehr schnell deutlich, dass durch systematische Anwendung von TEM und dessen Einbindung in CBT, mögliche Fehler und die Entstehung von Fehlerketten sehr deutlich reduziert werden können. Vor allem beim militärischen Flugbetrieb kann hier eine enorme Anzahl an Verlusten von Material und Personal vermieden werden.

Damit hatte man im Rahmen von TEM auch ein „Safety Management Tool“ entwickelt, das die Einschätzung von operationellen Risiken verbessert. Dies wiederum eingebettet in CBT, schärft das Bewusstsein der Trainees und Hochrisiko-Teams, dass Fehler jederzeit und regelmäßig auftreten können. Dieses Bewusstsein und die durch Datenauswertung, Assessments und Trainings-Analysen prognostizierten Fehlerquellen, bereiten die Trainees und / oder HRTs, gezielt auf das Erkennen von Fehlern und die Bekämpfung von Fehlerketten vor. Denn es sind in der Regel nicht einzelne Fehler, sondern eine Folge von weiteren Fehlern, die sich wie eine „Todesspirale“ zu einem extrem negativen Ausgang weiterentwickeln. Hier kann es schließlich zu der berühmt-berüchtigten Fehlerkette (Error-Chain) kommen, die in der Regel einen negativen Ausgang nimmt.

Dieser Umstand wurde im Jahr 2011 besonders deutlich, als die ersten Auswertungen des Air France 447 Flugunfalls von 2009 veröffentlicht wurden. Gerade während hoher Arbeitsbelastung, in Kombination mit „non-routine-situations“ und völlig unerwartetem, abnormalen Systemverhalten, tendieren Cockpit – Crews in eine solche Fehlerspirale abzudriften. Die gute Nachricht: mit gezieltem Training kann es gelingen, solche Error-Chains schon im Ansatz zu mitigieren und durch entsprechende CBT-Trainingsmaßnahmen entgegen zu wirken. Im wissenschaftlichen Kontext wird hier auch von „cognitive readiness training“ und „error prevention

Cognitive Readiness Training:
Ist die systematische Erfassung von Teamarbeitserfordernissen von High Responsibility Teams (HRTs) und die daraus abgeleitete Definition von HRT-spezifischen Trainingszielen und Trainingsentwicklung in „immersive environments“

Kluge, A. & Burkolter, D. (2013). Training for Cognitive Readiness: Research Issues and Experimental Designs. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making,* 7, 96 -118.

„The logic underlying this position is **that training intact teams provides opportunities for members to integrate their teamwork skills and to jointly practice** complex coordinated actions “

Mathieu, J., Maynard, M.T. Rapp, T. & Gilson, L. (2008). Team Effectiveness 1997-2007: A Review of Recent Advancements and a Glimpse Into the Future. *Journal of Management*, *34*(3), 410-476. DOI: 10.1177/0149206308316061

training“ gesprochen. Dazu mehr beim Thema MRT. Bevor es zur Einführung von EBT kam, machte sich schon Anfang dieses Jahrhunderts beim britischen und amerikanischen Militär die Erkenntnis breit, dass kognitive Fähigkeiten und die kognitive Bereitschaft nicht während dem einmal jährlich stattfindenden CRM-Theorieunterricht im Klassenzimmer erworben werden können. Dies kann nur durch gezieltes Human Factors und Threat and Error Management Training, während CBT in der realitätsnahen Arbeitsumgebung – sprich „on the Job“- oder eben hauptsächlich im Simulator erreicht werden. Denn bei letzterem können alle erdenklichen Szenarien eingespielt werden und für alle Teilnehmenden das gleiche Trainingsumfeld geschaffen werden. Damit wird auch ein wichtiger Beitrag zur gleichbleibenden Standardisierung der Ausbildung und der Qualität des Trainings geleistet. Denn im Simulator kann ich für alle Trainees identische Rahmenbedingungen bzgl. der Trainingsinhalte schaffen, was in der realen Welt nur schwerlich zu erreichen ist. Jedoch ist es nicht der Simulator als Trainingsgerät, das den Unterschied macht, sondern das Trainingsprogramm das ich darauf ablaufen lasse. Es bedarf also entsprechend geschulter InstruktorInnen, die in der Lage sind, ein Trainingsprogramm in Sinne von CBT / EBT / MRT auf die Beine zu stellen. Erst dann wird ein moderner Simulator zu einem hochwertigen Trainingsgerät.

Es ist inzwischen empirisch gezeigt, dass überraschend auftretende und nicht vorhersehbare abnormale Ereignisse, die wiederum keine Routine für die PilotInnen darstellen, eine akute Stressreaktion im Körper hervorrufen. Diese Stressreaktion ist in unseren Genen fest „einprogrammiert“ (Fight or Flight / Kampf oder Flucht Reflex) und kann unter Zeitdruck, in Kombination mit der Wahrnehmung von „physischer Bedrohung“ für Leib und Leben, die kognitive Leistung der Betroffenen extrem reduzieren. Dies bis hin zur mentalen Blockade für mehrere Minuten, was in der Regel ein fatales Ende nimmt (siehe Air France 447 und die beiden Flugunfälle mit der Boeing 737 MAX).

Diesem Prozess entgegenzuwirken gelingt nur, wenn man gezieltes „Cognitive Readiness Training“ anwendet und dadurch bei den Trainees Resilienzen erzeugt. D.h., die kognitven Fähigkeiten und die kognitive Bereitschaft auf alle Eventualitäten angemessen zu reagieren, mögliche Fehler im Ursprung zu erkennen und diese zu eliminieren, sind die Grundlage für Fehlerreduktion und das Durchbrechen der unter Umständen tödlichen Fehlerkette. Dies hat das US Marine Corps Anfang der 2000er Jahre vorgemacht und die LOSA Studie eindrucksvoll bestätigt.

- Forschung zu „Cognitive Readiness“

- Cognitive Readiness (CR) : “possessing the:
  - **psychological (mental) and**
  - **Sociological (social) knowledge, skills and attitudes (KSAs)**
  - **that individuals and team members need**
  - **to establish and sustain competent professional performance and mental well-being**
  - **in the dynamic, complex, and unpredictable environments of military operations”**

  (Bolstad, Cuevas, Costello, & Babbitt, 2008, p. 970; adapted from Morrison & Fletcher, 2002).

- CR : optimization and enhancement of:
  - **human cognitive performance**
  - **which is critical for effective mission performance,**
  - **especially for performing multiple functions**
  - **and for adaptation to dynamic threats**

  (Fatkin & Patton, 2008)

Abbildung: Definitionen von Cognitive Readiness

Ziel und Zweck von modernem Training muss es sein, durch ein hohes Maß an Realitätsnähe, eingebauten Überraschungseffekten, sowie durch Assessments erlangtem „Evidence“, die Besatzungen bewusst „Threats and Errors“ auszusetzen. Dadurch machen die Trainees gezielt Erfahrungen (experiences) die sie wiederum in späteren Missionen im Rahmen der Informationsverarbeitung im menschlichen Gehirn, als „Muster“ aus dem Langzeitgedächtnis abrufen können.

Dass dieses Prinzip auch bei der US Air Force nicht immer gelingt, zeigt folgender Zwischenfall:
Während der „Libyan Campaign“ im Jahr 2011 hatten die US Streitkräfte den Verlust eines F-15E Jagdbombers zu beklagen. Bei diesem Flugunfall kam es zu einer Reihe von „abnormal, non-routine, high stress situations“, gepaart mit dem zeitgleichen, überraschenden Angriff einer libyschen Boden-Luft-Verteidigungsstellung auf den US-Jagdbomber.

Die Crew hatte zuvor schon während dem Auftanken über dem Mittelmeer festgestellt, dass während des Luftbetankungsvorgangs ein Außentank nicht ordnungsgemäß mit Treibstoff befüllt wurde. Zudem gab es beim sog. „FENCE-Check“ (letzte Überprüfung aller Feuerleitsysteme, der Avionik und den mitgeführten Waffen) ein Problem mit einer der mitgeführten 500 Pfundbomben an der Außenstation. Diese Bombe wurde daraufhin aus Sicherheitsgründen durch Notabwurf abgesprengt und verschlechterte damit weiter die aerodynamische Stabilität der Maschine. Diese ungünstige Ausgangslage wurde durch den überraschenden Angriff einer Luftabwehrrakete während der Vorbereitung des eigenen Angriffs weiter verschlimmert. Ein dadurch notwendig gewordenes Ausweich- und Abwehrmanöver in 10.000 Meter Höhe ließ die Error-Chain anlaufen. Bei stockdunkler Nacht und der ungünstigen Verteilung des Treibstoffs bzw. Bewaffnung an den Außenstationen, verlor der Pilot innerhalb kürzester Zeit die Kontrolle über seine Maschine und geriet in einen unkontrollierbaren Flugzustand (das klassische „Trudeln“). Der Besatzung blieb daraufhin nur noch der Notausstieg über feindlichem Territorium mit dem Schleudersitz. Die Maschine wurde beim Aufprall zerstört und die Besatzung von „Combat Search and Rescue Teams“ aus ihrer Gefahrenlage des gegnerischen Terrains befreit

Abbildung: Während der „Libyan Campaign“ im Jahr 2011 hatten die US Streitkräfte den Verlust eines F-15E Jagdbombers zu beklagen (https://www.youtube.com/watch?v=dBzuG5o-cdF4)

und in Sicherheit gebracht.

Dieser Flugunfall unter Gefechtsbedingungen zeigt, dass man nicht genug „out of the box“ denken kann, wenn es um Training Design von hochriskanten Missionen geht. Denn es war schon vor diesem Zwischenfall bekannt, dass es mit Maschinen diesen Typs Probleme mit asymmetrischer Befüllung der Außentanks geben kann. Dass dies wiederum in Kombination mit asymmetrischer Bewaffnung (durch das Absprengen einer fehlerhaften Bombe auf der „ungünstigen Seite“ des Flugzeugs) ein Problem mit der aerodynamischen Stabilität, während heftigen Abwehrmanövern in großer Höhe geben könnte, war in dieser Form nicht im Flugbetriebshandbuch beschrieben. Es kam somit offensichtlich nicht im „Mission Readiness Training“ der Piloten vor, sonst hätte die Besatzung sehr wahrscheinlich anders auf diese abnormale Situation reagiert. Konkret hätte man die asymmetrisch befüllten Außentanks, oder eine weitere Bombe auf der anderen Seite abwerfen müssen. Eine weitere Option wäre sicherlich auch der Abbruch der Mission und des geplanten Angriffs gewesen. Alles Faktoren bzw. Möglichkeiten, die im Prozess der Informationsverarbeitung, der situativen Aufmerksamkeit / Situationsbewusstsein und der anschließenden Entscheidungsfindung, hätte berücksichtigt werden müssen (alles „non-technical-skills“). Dies ist aber offensichtlich nicht erfolgt, da diese Situation in dieser Form nie trainiert wurde und in dieser lebensbedrohlichen Situation somit nicht als „Denkmuster“ abgerufen werden konnte. D.h. wiederum, um erfolgreich Mission Readiness Training im Sinne von EBT durchführen zu können, bedarf es einer sehr detaillierten und fundierten Trainingsgestaltung, die alle Unwägbarkeiten mit ins Training einfließen lässt. Der nötige „Evidence“ (Probleme beim Befüllen der Außentanks und damit ein Threat for Error) war in diesem Fall vorhanden und hätte im Simulator in Kombination mit asymmetrischer Bewaffnung und Abwehrmanövern geübt werden können. Wichtig ist es eben, dass TrainingsexpertInnen im Sinne von TEM gezielt in diese Bereiche blicken und mögliche Gefahren aufspüren, um diese wiederum ins EBT / MRT zu integrieren. Nur damit erlangt man letztendlich die nötige „Cognitive Readiness“ und erforderliche Resilienz, um mit überraschend auftretenden „abnormal and non-routine-operations“ unter Zeitdruck und Bedrohung, nicht an die menschlichen Leistungsgrenzen zu gelangen.

Wo liegt der Unterschied zwischen EBT und MRT?

Die ICAO / IATA hat 2013 den Begriff „Evidence-based Training“ (EBT) offiziell eingeführt und damit eine „Safety Improvement Initiative“ ins Leben gerufen. Zu diesem Zeitpunkt war der Grundsatz des EBT - Trainingsansatz vom Kerngedanken her, bei den Eurofighter-Verbänden der Luftwaffe bereits unter der Bezeichnung „Mission Readiness Training“ (MRT) eingeführt. MRT wurde ab dem Jahr 2010 von Trainingsfachleuten der Fa. EADS und durch die Unterstützung eines Forscher*innenteams unter Leitung von Prof. Dr. Kluge, in seiner jetzigen Form entwickelt und im Praxistest evaluiert. Die abschließende formative und summative Evaluation des Projekts bestätigte, dass MRT in Kombination mit dem eigens dafür entwickelten CRM2.0 und TEM2.0 ein leistungsstarkes Trainingskonzept für Hochrisiko-Teams darstellt. Es wurde daraufhin im Jahr 2014 vom BMVg zertifiziert und somit im weiteren Verlauf ins tägliche Training der Eurofighter-PilotInnen integriert.

MRT gleicht also vom Grundsatz her den Prinzipien des EBT, ist aber für den militärischen Einsatz entsprechend optimiert, um entsprechende Resilienz in lebensbedrohlichen Gefechtssituationen zu generieren. Das wissenschaftliche Prinzip von „Cognitive Readiness“ unter der Berücksichtigung moderner Human Factor Gesichtspunkten, ist ein zentraler Bestandteil von MRT – der militärischen Variante von EBT. Wie in der zivilen Luftfahrt, wird MRT hauptsächlich im sog. „Recurrent-Training“ eingesetzt. Jedoch kommt dieses Recurrent-Training im Gegensatz

zu den Airlines (Recurrent-Training wird hier je nach Fluggesellschaft 1 – 2 mal im Jahr von den PilotInnen durchgeführt), in der militärischen Luftfahrt deutlich häufiger zur Anwendung. Denn das militärische Recurrent-Training ist natürlich aufgrund des fundamental anderen Auftrags, ein ständig fließender Trainingsprozess. Somit wird in den Einsatzverbänden der Luftwaffe praktisch täglich „Recurrent-Training" durchgeführt. Damit werden also neben dem seit Jahren an der zentralen Ausbildungseinrichtung für Eurofighter und Tornado durchgeführten CBT, die Prinzipien von EBT in den Einsatzverbänden beim täglich stattfindenden Training für KampfpilotInnen angewendet. Dies natürlich primär im Simulator, wo inzwischen der Hauptteil des militärischen „Recurrent-Trainings" und entsprechende „Hochwertausbildung" stattfindet.

Abbildung: www.eurofighter.com

Erst Anfang 2019 wurde das Grundprinzip der „Kompetenzorientieren Ausbildung" (KOA - wie die Bundeswehr CBT im deutschen Sprachgebrauch nennt), in allen Bereichen der militärischen Ausbildung eingeführt. Die fliegenden Kampfverbände der Luftwaffe fingen jedoch schon Anfang der 1980er Jahre damit an, CBT und damit KOA durchzuführen. Dies liegt u.A. darin begründet, dass alle Jet-PilotInnen der Bw ihre Basis- und Fortgeschrittenenausbildung bei der US Air Force, oder bei der Royal Air Force durchlaufen haben. Hier wurde CBT, wie in den vorangegangenen Artikeln mehrmals erwähnt, bereits seit geraumer Zeit sehr intensiv angewendet und praktiziert.
Von diesem Umstand profitierte ebenso die „Hochwertausbildung" der Luftwaffe, indem sie z.B. die Waffenschule für F-4F Phantombesatzungen (ähnliches Trainingsprinzip wie bei „Top Gun") bis zum Jahr 2005, in Zusammenarbeit mit der US Air Force in den Vereinigten Staaten, CBT-basiert durchführen ließ.

Darüber hinaus waren in den letzten Jahrzehnten immer wieder einzelne Luftwaffenpiloten als Austauschoffiziere bei britischen und amerikanischen Kampf- und Ausbildungsverbänden im fliegerischen Einsatz. Auf diese Art und Weise gelangte das „Know-how" bzgl. CBT/EBT, in der Form wie es z.B. die US Streitkräfte seit vielen Jahren erfolgreich anwenden, nach und nach in die Ausbildungseinrichtungen der deutschen Jetverbände.
So wird z.B. seit Beginn der Ausbildung von KampfpilotInnen auf Eurofighter (ca. 2004), mit einem Syllabus gearbeitet, der auf den CBT Ausbildungskonzepten der US Air Force von Anfang 2000 basiert. Die enge Vernetzung mit den Trainings- und Kampfverbänden der US Streitkräfte machte es also möglich, dass CBT und damit auch MRT / EBT schon vor der offiziellen Einführung von KOA bei der Bundeswehr im Jahr 2019, in den Jet-Verbänden der Luftwaffe sehr gezielt zur Anwendung kam (bei den anderen fliegenden Verbänden fehlt mir der Einblick um dies zu beurteilen).
Die Erkenntnis, dass diese Art des modernen Trainings, für komplexe und hochtechnisierte Waffensysteme unentbehrlich ist, war somit auch für die Verantwortlichen der Waffenschule von EUROFIGHTER und TORNADO kein Geheimnis.

An den beiden Waffenschulen wird seit Jahren ein ausgeklügeltes Trainingssystem in Form von „Mission Readiness Training" durchgeführt, das sowohl Human Factor Training als auch HF Assessment, für angehende Waffenlehrern dieser Waffensysteme, ins Trainingsprogramm integriert. Während dieser Hochwertausbildung, die sich über ca. 7 Monate erstreckt, werden alle Komponenten des EBT / MRT, inklusive aller Kriterien des HF, CRM/TEM2.0, NOTECHS und HF Assessments in Theorie und Praxis vermittelt. Zudem wird während des laufenden Kurses, das erworbene Wissen auch in der Praxis in Form von Debriefings und After-Action-Reviews angewendet. Die Effizienz dieses Trainingssystems wird durch die Tatsache untermauert, dass 50% der kom-

plexen Einsatzszenarien die in der Waffenschule während dieser Hochwertausbildung zu erbringen sind, im Flugsimulator in Form des MRT-Konzepts durchgeführt werden. Nur in hochmodernen Simulatoren kann ein „immersive Environment“ geschaffen werden, das die „Realitätsnähe“ zu „scharfen Einsätzen“ widergespiegelt.

Immersion (fachsprachlich „Eintauchen“) beschreibt den durch eine Umgebung der Virtuellen Realität (VR) hervorgerufenen Effekt, der das Bewusstsein des Nutzers bzw. der Nutzerin, illusorischen Stimuli ausgesetzt zu sein, so weit in den Hintergrund treten lässt, dass die virtuelle Umgebung als real empfunden wird.

Sprich, aus Sicht eines Kampfpiloten oder einer Kampfpilotin kann man heutzutage in etlichen Einsatzarten ein realistischeres Training im Simulator durchführen, als dies über den restriktiveren Lufträumen Mitteleuropas im realen Flugbetrieb der Fall ist. Ziel und Zweck der Waffenschule und der dort sehr intensiv angewendeten und durchgeführten Prinzipien des MRT ist es, die angehenden Flug- und WaffenlehrerInnen, die dieses anspruchsvolle Trainingsprogramm durchlaufen, auch zu TrainingsexpertInnen für die Zukunft zu schulen. Die Wirksamkeit und der Trainingserfolg von EBT / MRT steht und fällt mit der Leistung der InstruktorInnen. Sie sind der Grundpfeiler für ein erfolgreiches und effizientes Hochleistungstraining für das 21. Jahrhundert. Denn nur sie können die ungeahnten und nie dagewesenen Möglichkeiten des „immersive Environments“ zum Leben erwecken, und damit die Trainees in die nötige „immersiveness“ zu „entführen“ um Training noch effizienter und erfolgreicher zu gestalten.

Was genau ist nun „Mission Readiness Training“?
MRT zielt langfristig darauf ab, das Potential moderner Simulatorsysteme in Kombination mit einem „kompetenz-basierten Ausbildungsansatz“ zu verknüpfen. Bei diesem Competency-based Trainingsansatz wird ein ebenso großes Augenmerk auf die „technical skills“ als auch auf die „non-technical skills“ von Hochleistungsteams, sowie „core-human-factor-competencies“ (CRM2.0) gelegt. MRT konzentriert sich auf spezielle Einsatzvorhaben und die damit verbundenen Einsatzverfahren, um die für diese Einsätze relevanten Fähigkeiten und Fertigkeiten zu trainieren. Dabei werden nicht nur das erforderliche individuelle Wissen, Fertigkeiten sowie Werte und Einstellungen (KSAs) trainiert, sondern dies auch auf höherer Teamebene Praxis- und handlungsbasiert Trainiert. Eine Feedbackschleife liefert dabei die Möglichkeit, während der Einsatzdurchführung aufgetretene Fehlerquellen und „unsafe acts“ genauer zu beleuchten und für die weitere Ausbildung einzubinden. Dabei bedient sich MRT ebenso den Elementen des „Threat and Error Management“ (TEM2.0) um „Evidence“ zu generieren und ist somit ein ganzheitliches, prospektives Konzept, das sowohl die Kriterien von CBT als auch von EBT erfüllt. Ziel und Zweck von MRT ist es nicht nur die Effizienz und die Sicherheit der Kampfbesatzungen zu steigern, sondern auch ein hohes Maß an Resilienz zu generieren. Damit sollen die Besatzungen bei hoher Arbeitsbelastung und unvorhergesehenen „non-routine“ Kampfsituationen nicht in eine Fehlerspirale abdriften, sondern eine gewisse Robustheit und Resilienz entwickeln, um in solchen kritischen Situationen zu bestehen.

Veröffentlichungen aus dem Lehrstuhl

Information Processing in Work Environment 4.0 and the Beneficial Impact of Intentional Forgetting on Change Management

Schüffler, A., Thim, C., Haase, J., Gronau, N. & Kluge, A.

Industry 4.0, based on increasingly progressive digitalization, is a global phenomenon that affects every part of our work. The Internet of Things (IoT) is pushing the process of automation, culminating in the total autonomy of cyber-physical systems. This process is accompanied by a massive amount of data, information, and new dimensions of flexibility. As the amount of available data increases, their specific timeliness decreases. Mastering Industry 4.0 requires humans to master the new dimensions of information and to adapt to relevant ongoing changes.
Intentional forgetting can make a difference in this context, as it discards nonprevailing information and actions in favor of prevailing ones. Intentional forgetting is the basis of any adaptation to change, as it ensures that nonprevailing memory items are not retrieved while prevailing ones are retained. This study presents a novel experimental approach that was introduced in a learning factory (the Research and Application Center Industry 4.0) to investigate intentional forgetting as it applies to production routines. In the first experiment (N = 18), in which the participants collectively performed 3046 routine related actions (t1 = 1402, t2 = 1644), the results showed that highly proceduralized actions were more difficult to forget than actions that were less well-learned. Additionally, we found that the quality of cues that trigger the execution of routine actions had no effect on the extent of intentional forgetting.

Schüffler, A., Thim, C., Haase, J., Gronau, N. & Kluge, A. (2019). Information Processing in Work Environment 4.0 and the Beneficial Impact of Intentional Forgetting on Change Management. *Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie*, *64*(1), 17–29. DOI: https://doi.org/10.1026/0932-4089/a000307

Does simulation-based training in medical education need additional stressors? An experimental study

Ontrup, G., Vogel, M., Wolf, O. T., Zahn, P. K., Kluge, A. & Hagemann, V.

The increased curricular integration of simulation-based training (SBT) in medical education is accompanied by researchers' calls to examine the effectiveness of SBT. We address conflicting results regarding effects of an added stressor on learning outcomes. In an experimental setting, one group of medical students (N=20) performed cardiopulmonary resuscitation on a patient simulator. For a second group (N=21) the scenario differed in that they encountered a defect defibrillator. We found participants of both groups to show increased biological stress-levels, independent of group allocation. Paradoxically, participants who encountered the equipment failure subjectively reported less stress. We discuss the implications of the comparable high stress levels in both groups with regards to future studies. We further discuss the result regarding subjective stress levels within the framework of attribution theory.

Practitioner summary: The results of our experimental study underline the need for evidence-based choices of additional stressors for the design of simulation scenarios. We describe the choice of stimuli and setting in detail to maximize practical value for the construction of simulation-based medical trainings.

Ontrup, G., Vogel, M., Wolf, O. T., Zahn, P. K., Kluge, A. & Hagemann, V. (2019). Does simulation-based training in medical education need additional stressors? An experimental study. *Ergonomics*, 1–28. DOI: 10.1080/00140139.2019.1677948.

On the nomological net of (non-)workaholic subtypes

Ontrup, G. & Patrzek, J.

Purpose

Research on workaholism distinguishes between enthusiastic and non-enthusiastic workaholics, a typology used in many studies. Yet, the methodical foundation on which the derivation of the types is based lacks robust statistical evidence. The purpose of this paper is twofold: first, to replicate the often-cited typology of enthusiastic and non-enthusiastic workaholics (and non-workaholic subtypes), based on model-based clustering as a robust statistical technique; and second, to validate the class solution based on affective, cognitive and behavioral measures.

Design/methodology/approach

The study followed a cross-sectional design, targeting a sample of people from various fields of industries. An online questionnaire was distributed; workaholism was assessed with McMillan et al.'s (2002) Work-BAT-R scales. A total of 537 respondents' data were analyzed.

Findings

Latent profile analysis extracted four classes, namely, enthusiastic and non-enthusiastic workaholics and relaxed and uninvolved non-workaholics. As expected, workers characterized by high enjoyment (enthusiasts and relaxed) showed higher job satisfaction and occupational self-efficacy than workers with low enjoyment (non-enthusiasts and uninvolved). Relaxed workers reported higher life satisfaction than all other classes.

Originality/value

The robust methodology applied establishes a good starting point for future studies investigating workers subtypes: the replication suggests that the workaholic subtypes might be core profiles that occur in different populations with regularity. As a next step, the replication of the typology based on alternative operationalizations of workaholism is proposed for future studies.

Ontrup, G. & Patrzek, J. (2019). On the nomological net of (non-)workaholic subtypes. *Career Development International*, *24*(7), 672-685.
DOI: https://doi.org/10.1108/CDI-12-2018-0327

A Formal Modeling Framework for the Implementation of Gaze Guiding as an Adaptive Computer-Based Job Aid for the Control of Complex Technical Systems

Weyers, B., Frank, B. & Kluge, A.

This paper presents a comprehensive formal engineering approach for the development of gaze guiding as an adaptive computer-based job aid to support semi-automated technical control tasks. Major requirement for this engineering method was to present a model-based approach, which on the one hand offers a coherent integration of various heterogeneous descriptions of the system, the standard operating procedures to be applied, and the used gaze guiding, and an algorithmic transformation into an executable form on the other. The latter is used as part of a runtime system or execution framework that integrates gaze guiding into an existing graphical user interface as an overlay. To demonstrate the suitability of the resulting model that enables gaze guiding, we present a use case for the modeling approach and we conducted a user study with 140 participants who worked on three different types of SOPs. The study showed the positive impact of the gaze guiding and its potential to suite as an adaptive computer-based job aid. The results confirmed findings from previous studies and showed decreased numbers of errors during the execution of the start-up procedure if gaze guiding was used.

Weyers, B., Frank, B. & Kluge, A. (2020). A Formal Modeling Framework for the Implementation of Gaze Guiding as an Adaptive Computer-Based Job Aid for the Control of Complex Technical Systems. *International Journal of Human-Computer Interaction*. DOI: https://doi.org/10.1080/10447318.2019.1687234

Impressum
Komplexität und Lernen ISSN 1661-8629 erscheint vierteljährlich

Herausgeberin
Prof. Dr. Annette Kluge
Lehrstuhl Wirtschaftspsychologie
Ruhr-Universität Bochum
Universitätsstraße 150
44780 Bochum

Gastprofessorin für
Organisationspsychologie
Universität St. Gallen, Schweiz

Wenn Sie Interesse an unserem Newsletter haben, mailen Sie mir. Ich nehme Sie gern in unserern Verteiler auf.
annette.kluge@rub.de

Lehrstuhl Wirtschaftspsychologie Ruhr–Universität Bochum

Lehrstuhl Team
Prof. Dr. Annette Kluge
Carsten Lienenkamp

Team Konsumenten- & Nachhaltigkeitspsychologie
Katharina Friedrichs
Lea Schlüter

Team Arbeitspsychologie, VTF & Safety Management
Sebastian Brandhorst
Lena Iffland
Leonie Kloep

Team Digitale Realitäten
Lisa Thomaschewski
Patrick Fahl
Cedrik Rosenski

Team Trainingsentwicklung
Marina Klostermann

Team Teamforschung
Greta Ontrup
Linda Knott

Team SPP1921/ Personal- & Organisationspsychologie
Arnulf Schüffler
Sarah Kaisler
Jenny Dignaß
Olga Orlov
Flavio Schröder
Fabienne Bougé
Caroline Bode
Janka Dresen
Friederike Gronholz
Marei Klose
Greta Kühne
Julia Loepke
Anna-Maria Neubert
Leon Straub
Jasmina Sowa
Leonie Wessels