RUHR UNIVERSITÄT BOCHUM RUB
WIRTSCHAFTS-PSYCHOLOGIE

Ausgabe 58

März 2021

Komplexität & Lernen

Aus der Forschung für die Praxis

Kollektive Orientierung – Einfluss von Simulationstrainings in medizinischen Teams?
Markus Flentje, Hendrik Eismann, Vera Hagemann

„Augmented und Virtual Reality" und die Konsequenzen für Human Factors in der militärischen Luftfahrt – Die Entwicklung von Weltkrieg II Zieleinrichtungen bis hin zum hochmodernen Helmvisier in der militärischen Luftfahrt (Teil 1)
Helmut Blaschke

Lernen aus Zwischenfällen am Beispiel der Luftfahrt
Sebastian Sieberichs

Veröffentlichungen aus dem Lehrstuhl

When the Tension Is Rising: A Simulation-Based Study on the Effects of Safety Incentive Programs and Behavior-Based Safety Management
Brandhorst, S. & Kluge, A.

A two-part evaluation approach for measuring the usability and user experience of an Augmented Reality-based assistance system to support the temporal coordination of spatially dispersed teams
Thomaschewski, L., Weyers, B. & Kluge, A.

Entwicklung eines AR-basierten Avatar-Assistenzsystems für die Unterstützung der Koordination räumlich verteilt arbeitender Teams
Weyers, B., Thomaschewski, L., Feld, N. & Kluge, A.

Understandings and perspectives of human-centered AI – a transdisciplinary literature review
Wilkens, U., Cost Reyes, C., Treude, T. & Kluge, A.

Der Einfluss von Zeitdruck auf das willentliche Vergessen veralteter Produktionsroutinen
Roling, W., Schüffler, A., Thim, C., Gronau, N. & Kluge, A.

Liebe Leserin, Lieber Leser,

diese Corona-Monate mit mehr oder weniger Lockdown finden auf eine Weise „nicht statt", auf der anderen Seite finden diese auch sehr intensiv statt. Sie finden „nicht" statt, da sich zentrale Merkmale eines Jahres wie St. Martin, Nikolaus, Weihnachten, Silvester, Karneval und Fasching, Ostern mit ihren Symbolen, mit ihren Feiern, mit den damit verbundenen Treffen nicht in meinen Erinnerungen wiederfinden. Auf der anderen Seite findet ganz viel Forschung statt. Oder sagen wir „Auswertung von Forschung". Mit der Zeit, in der das Jahr „nicht stattfindet", können wir die Daten auswerten, die schon erhoben wurden, und wir sind selber erstaunt, welche Datenschätze sich da zeigen.

Ich freue mich, dass wir in diesem Newsletter einen inspirierenden Mix aus den Themen Teamwork, Unterstützung von Task Work durch Mixed Reality und der Frage, wie können wir aus Fehlern lernen, die man auch eigentlich für sich behalten könnte, präsentieren können. Im Beitrag meiner Kollegin Vera Hagemann und Kollegen von der Medizinischen Hochschule Hannover zeigen die Autor*innen, dass sich die kollektive Orientierung durch positive Teamerfahrungen erhöhen lässt. Der Beitrag von Helmut Blaschke macht deutlich, dass Mixed Reality Unterstützung im Cockpit die Leistung unterstützen und den/die Pilot*in entlasten kann, wenn man gleichwohl in Ausbildung und Training auch die Tücken der Technologie erleben lässt und die optimale Nutzung der unterstützenden Technologien im Sinne der Cognitive Readiness trainiert. Die Trainingsszenarien nutzen dabei im Sinne des evidence-based Trainings reale Ereignisse und Unfallberichte.

Unfallberichte sind zu einem gewissen Grade öffentlich. Ein Unfall ist passiert, die Presse und die Medien haben dazu berichtet, der Unfall wird analysiert und Maßnahmen werden abgeleitet. Aber wie können Organisationen aus Ereignissen lernen, die unbemerkt bleiben und deshalb nicht öffentlich ausgewertet werden? Organisationen wollen aus diesen Ereignissen lernen und setzen auf freiwillige Reportings. Sebastian Sieberichs berichtet, wann Pilot*innen bereit sind, diese freiwilligen Reports zu verfassen. Er wertet dazu ca. 2000 freiwillige Berichte einer Airline aus – mit spannenden Einsichten.

Ich wünsche Ihnen eine schöne Osterzeit, bleiben Sie optimistisch und bleiben Sie „negativ"!

Annette Kluge & das gesamte Wips Team

Aus der Forschung für die Praxis

Kollektive Orientierung – Einfluss von Simulationstrainings in medizinischen Teams?

Von Markus Flentje, Hendrik Eismann, Vera Hagemann

Analog zu anderen Hoch-Risiko-Organisationen (HRO), ist auch im Gesundheitswesen die Bedeutung der nicht-technischen Fertigkeiten in Bezug auf die erfolgreiche Patientenversorgung bekannt. Diese Fertigkeiten sind essentiell für eine erfolgreiche Teamarbeit. Probleme in der Teamarbeit werden in 68,3% der Fälle für Fehlbehandlungen verantwortlich gemacht (1). Die Arbeitsumgebung der Anästhesiologie stellt in diesem Zusammenhang einen besonderen Versorgungsbereich dar. Seltene Zwischenfälle (z.B. bei der Atemwegssicherung) und spezielle Patientenzustände (z.B. großer Blutverlust) entwickeln einen sehr hohen Handlungs- und Zeitdruck auf die behandelnden Teams. Nach der Publikation „To Err is Human", in der für 100tsd Patientenschäden Versorgungsfehler verantwortlich gemacht wurden (2), konnte sich auch medizinisches Personal nicht mehr der Tatsache entziehen, dass es bei der Patientenversorgung zu Fehlbehandlungen aufgrund von dysfunktionalen Prozessen im Team kommt. In der Folge wurden in Analogie zur Luftfahrt Simulationstrainings entwickelt und werden als Teil der Helsinki-Deklaration zur Patientensicherheit von der European Society of Anaesthesiology and Intensive Care (ESAIC) gefordert (3).

Der Begriff Simulation beschreibt vorerst eine didaktische Methode, in der Teilnehmende in einer möglichst real nachgestellten Situationen Tätigkeiten aus dem beruflichen Umfeld einüben können (4). Grundlage hierfür bietet der Lernzyklus nach Kolb, der im Kreislauf „konkrete Erfahrungen", „beobachten", „Konzepte erstellen" und „ausprobieren" eine Lernspirale mit Optimierung des eigenen Handelns beschreibt (5).

Der Fachkräftemangel, insbesondere in der Berufsgruppe Pflege, erschwert oft eine Freistellung der potentiell Teilnehmenden aus der klinischen Versorgung und beeinflusst die praktische Trainingsdurchführung. Zusätzlich sind „high-fidelity" Trainings technisch und personell sehr aufwändig. Diese Rahmenbedingungen machen es erforderlich, dass ein Training eine hohe Effektivität und Wirkung erzielt und im Hinblick hierauf evaluiert werden muss.

Ein Einfluss auf den Trainingserfolg nach Simulationstrainings können z.B. durch die empfundene Realität der Teilnehmenden und durch das durchgeführte Debriefing entstehen (6, 7). Diese und andere mögliche Einflussfaktoren erfordern eine detaillierte Betrachtung von zielorientierten Simulationstrainings.

Eine mögliche Methode die Bereitschaft eines Mitarbeitenden zur Teamarbeitzu erfassen haben Driskell et al. entwickelt und mit dem Begriff der Kollektiven Orientierung (KO) bezeichnet (8). Die Fragen des entsprechenden Inventars werden auf einer 5-Punkt-Skala beantwortet. Der Mittelwert der Antworten bildet die Ausprägung der KO. Diese korreliert mit der Leistung in einem Team in komplexen Aufgaben und kann trainiert werden (9, 10). Eine deutschsprachige validierte Version existiert und wird aus den Skalen Zugehörigkeit (10 Items) und Dominanz (6 Items) gebildet.

Versuchsabläufe

In drei Studien der AG Lehr- und Lernforschung der Klinik Anästhesiologie und Intensivmedizin an der Medizinischen Hochschule Hannover wurde die KO in verschiedenen Zielgruppen erhoben. Ziel der Untersuchungen war es, die Anwendbarkeit der Skala in der Zielgruppe „medizinisches Personal" zu testen sowie den Einfluss der empfundenen Realität, des De-briefings und der Zusammensetzung der Teilnehmergruppen auf die KO zu untersuchen. Die empfundene Realität wurde mittels Fragebogen nach dem Konstrukt der Presence am Ende des Kurstages über einen validierten Fragebogen erhoben (11).

In der ersten Arbeit wurden 66 erfahrene Anästhesiepflegekräfte und Ärzte mittels KO-Inventar direkt vor und nach einem anästhesiologischen Teamtraining befragt (12). Am Ende des Kurstages wurde von den Teilnehmenden der Presence-Fragebogen ausgefüllt, um einen möglichen Zusammenhang zwischen Trainingseffekt und Presence zu zeigen.

Der Einfluss von Debriefings mit und ohne Einbeziehung der Inhalte von nicht-technischen Fertigkeiten und deren Einfluss auf die Veränderung der KO wurde in einer zweiten Studie in der Probandengruppe der Medizinstudierenden untersucht (13). In zwei randomisierten Gruppen wurde das TeamGAINS-Debriefing mit einem Fokus auf nicht-technische Fertigkeiten gegenüber einem Debriefing mit dem Fokus auf fachliche Inhalte als Intervention geplant. Die Studierenden erhielten dabei in den Szenarien Unterstützung einer „Simulationspflegekraft", die nach den Methoden des „Speak Up" bei groben Fehlern einschritt und Verbesserungsvorschläge gab (14). Abschließend wurde die Veränderung der KO durch ein Simulationstraining bei Medizinstudierenden und Auszubildenden der Krankenpflege (62 Teilnehmende) betrachtet (15). Die Teilnehmenden bewältigten gemeinsam Notfälle im Krankenzimmer einer Normalstation.

Ergebnisse

In allen drei Studien erfüllten die Ergebnisse der Fragebögen der KO die Ziele an eine interne Konsistenz und die Ergebnisse können ohne Ausschluss von Items weiterverwendet werden.

In Studie 1 veränderte sich die KO von M=3,58 auf M=3,78 signifikant ($p<0,001$). In den Subskalen änderte sich die Skala Dominanz nicht signifikant, die Subskala Zugehörigkeit jedoch signifikant von M=3,63 auf M=3,88 ($p<0,001$). Eine Korrelation zu Geschlecht, Berufsgruppe und Höhe der Presence konnte nicht nachgewiesen werden.

In der zweiten Studie zeigte die Subskala Zugehörigkeit in der TeamGAINS-Gruppe keine Veränderung, in der Gruppe mit Fokus auf medizinische Faktoren sogar eine signifikante Abnahme.

In der dritten Studie veränderte sich die KO von M=3,42 auf M=3,68 signifikant ($p<0,001$). In der Gruppe der Medizinstudierenden änderten sich beide Skalen signifikant positiv, in der Berufsgruppe der Pflegenden änderte sich nur die Skala der Zugehörigkeit signifikant. Wieder zeigte sich keine Korrelation zwischen Presence und der Veränderung der KO.

Schlussfolgerungen

Die Reliabilitäten der Skalen erfüllten in allen drei Studien die Anforderungen zur weiteren Interpretation.

Die Fragebogenmessung in der Zielgruppe „medizinisches Personal" stellt eine anwendbare Methode dar, um ein Training und dessen Auswirkungen auf die Bereitschaft zur Teamarbeit zu messen. Dies scheint insbesondere daher interessant, da andere Auswertemethoden sehr aufwändig sind. Ratingverfahren, mit denen durch TrainerInnen die Teamleistung und Veränderungen der nicht-technischen Fertigkeiten in Simulationsszenarien bewertet werden, sind durch Videoauswertungen sehr zeitaufwändig.

Die KO der Teilnehmenden ließ sich in allen drei Studien durch das Training beeinflussen, wobei unterschiedliche Gruppenzusammensetzungen und Debriefing-Methoden Einfluss hatten.

Eine Korrelation der gefühlten Realität bzw. Versunkenheit in die Simulation auf die Veränderung der KO konnten wir nicht zeigen.

Nach unserer Interpretation steht das gemeinsame Kurserleben der Berufsgruppen im Vordergrund. Sowohl bei erfahrenen Anästhesieberufsgruppen, als auch bei Studierenden und Auszubildenden der Pflege bietet der klinische Alltag wenig Möglichkeiten, der gemeinsamen (Nach-)Besprechung. Fort- und Weiterbildung sind oftmals noch Berufsgruppengetrennt organisiert und das Teamtraining ist eine Ausnahme. Der geschützte Rahmen der Simulation ohne potentielle Patientenauswirkungen, kann dieses Erleben unterstützen. Interessant ist der Aspekt, dass die Studierenden in der Gruppe mit Ihren Kommilitonen keinen Zugehörigkeitsgewinn zeigen, auch wenn nicht-technische Fertigkeiten Thema der Nachbesprechung sind. Die Kommilitonen werden hier wohl nicht als „Hilfe" wahrgenommen.

Diese Einflüsse der Gruppenzusammensetzung könnte in eine Curriculumsentwicklung aufgenommen und mittels der KO-Methode gezielt betrachtet werden. Das kooperative Führungsverhalten nimmt unabhängig des Debriefings zu. In der Studie wurde eine unterstützende Simulationspflegekraft mit den Methoden des „Speak Up" dargestellt und kann als Beispiel für gute Teamarbeit angesehen werden. Nach dem Konzept des Role Modeling kann dieses Vorbildverhalten mehr Einfluss auf den Erkenntnisgewinn gehabt haben, als das Debriefing.

Der Anstieg der KO in der dritten Studie mit Medizinstudierenden und Pflegenden unterstützt die Aussage, interprofessionelle Simulationstrainings in Curricula zur Weiterentwicklung der Teamarbeit einzubinden. Der fehlende Anstieg der Skala Dominanz der Pflegenden kann eventuell durch eine bessere Vorbereitung der Thematik Kommunikation und Rolle im interdisziplinären Team beeinflusst werden.

Schlussfolgerungen

Die Messung der Kollektiven Orientierung ermöglicht die detaillierte Betrachtung von Teamtrainings in der Zielgruppe „medizinisches Personal“. Die Methode sollte angewendet werden, um Details des Trainings in Bezug auf Teamarbeit zu evaluieren. Die Anwendung in weiteren Studien kann die Identifikation von Erfolgsfaktoren in Bezug auf Ausbildung von Teamarbeit ermöglichen.



Abbildung: Im HAINS Simulationszentrum werden typische medizinische Zwischenfälle für Studierende, Auszubildende und erfahrene Mitarbeiter trainiert. Im Fokus steht dabei immer die gemeinsame Bewältigung der Szenarien durch gute Teamarbeit (mit Erlaubnis der Fotografin Karin Kaiser).

Informationen zu den Autor*innen

Dr. med. Markus Flentje, DESA, ist Facharzt für Anästhesiologie an der Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin an der Medizinischen Hochschule Hannover. Er ist zudem Leiter der Arbeitsgruppe Lehr- und Lernforschung der Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin der MHH. Diese beschäftigt sich mit der Entwicklung von Ausbildungs- und Weiterbildungskonzepten für alle Tätigkeiten in der Anästhesie-, Notfall-, und Intensivmedizin. Ziel dabei ist es, in den Lehrveranstaltungen mit möglichst wenig Aufwand möglichst viel Praxisrelevantes zu lernen und die Anwendungskompetenz lange aufrechtzuerhalten.
Weitere Informationen unter: https://www.mhh.de/anaesthesie/forschung/lehr-und-lernforschung

Dr. med. Hendrik Eismann ist Facharzt für Anästhesiologie an der Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin an der Medizinischen Hochschule Hannover (MHH). Dr. Eismann beschäftigt sich im Simulationsprogramm der Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin mit der Entwicklung von Teamtrainings für die Mitarbeiter. Im Rahmen seiner Masterarbeit zum Master of Medical Education erarbeitet Dr. Eismann Lernziele und Lerninhalte in Abhängigkeit vom Arbeitskontext der HRO Anästhesie und Intensivmedizin.
Weitere Informationen unter: www.mhh.de/simulatorium

Prof. Dr. Vera Hagemann ist Professorin für Wirtschaftspsychologie und Personalwesen an der Universität Bremen. Aktuelle Forschungsprojekte von ihr sind u.a. Human-Autonomy-Teaming, AMADEE-20 Mars Simulation - Teamwork under extreme conditions, Künstliche Intelligenz für gesunde Arbeit in Fahrberufen: Arbeitsbelastung und Sicherheit in Verkehr und Transport (KARAT), Gemeinsam stark - Professionelles Teamtraining für mehr Sicherheit und weniger Stress in der Brandbekämpfung, Digitalisiertes Ideen- und Arbeitsmanagement in Produktion, Logistik und Handel (DIAMANT)
Weitere Informationen unter: https://www.uni-bremen.de/perso/forschung/forschungsprojekte

Literatur

1. Hughes AM, Gregory ME, Joseph DL, Sonesh SC, Marlow SL, Lacerenza CN, et al. Saving lives: A meta-analysis of team training in healthcare. *J Appl Psychol.* 2016;*101*(9):1266-304.
2. Institute of Medicine Committee on Quality of Health Care in A. In: Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS, editors. To Err is Human: Building a Safer Health System. Washington (DC): National Academies Press (US) Copyright 2000 by the National Academy of Sciences. All rights reserved.; 2000.
3. Mellin-Olsen J, Staender S, Whitaker DK, Smith AF. The Helsinki Declaration on Patient Safety in Anaesthesiology. *Eur J Anaesthesiol.* 2010; *27*(7):592-7.
4. Flentje M, Eismann H, Sieg L, Friedrich L, Breuer G. [Simulation as a Training Method for the Professionalization of Teams]. Anasthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther. 2018;53(1):20-33.
5. Kolb DA. Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development: Pearson Education; 2015.
6. MacLean S, Geddes F, Kelly M, Della P. Realism and Presence in Simulation: Nursing Student Perceptions and Learning Outcomes. J Nurs Educ. 2019;58(6):330-8.
7. Fanning RM, Gaba DM. The role of debriefing in simulation-based learning. Simul Healthc. 2007;2(2):115-25.
8. Driskell JE, Salas E. Cellective Behavior and Team Performance. Human Factors. 1992;34(3):277-88.
9. Driskell JE, Salas E, Hughes S. Collective Orientation and Team Performance: Development of an Individual Differences Measure. Human Factors. 2010;52(2):316-28.
10. Hagemann V, Ontrup G, Kluge A. Collective orientation and its implications for coor-dination and team performance in interdependent work contexts. *Team Performance Management: An International Journal.* 2020;ahead-of-print(ahead-of-print).
11. Frank B, Kluge A. Development and first validation of the Presence Scale (PLBMR) for lab-based mircorworld research. 2014.
12. Flentje M, Eismann H, Sieg L, Hagemann V, Friedrich L. Impact of Simulator-Based Crisis Resource Management Training on Collective Orientation in Anaesthesia: Pre-Post Survey Study With Interprofessional Anaesthesia Teams. J Med Educ Curric Dev. 2020;7:2382120520931773.
13. Eismann H, Palmaers T, Tsvetanov S, Hagemann V, Flentje M. Changes of collective orientation through a medical student's anaesthesia simulation course – simulation-based training study with non-technical skills debriefing versus medical debriefing. BMC Medical Education. 2019;19(1).
14. Kolbe M, Grande B. „Speaking Up" statt tödlichem Schweigen im Krankenhaus. *Gruppe Interaktion Organisation Zeitschrift für Angewandte Organisationspsychologie (GIO)*. 2016;*47*(4):299-311.
15. Flentje M., Hagemann, V. Breuer, G., Bintaro, G. Eismann, H. Under Review: Change of Collective Orientation Through an Interprofessional Training with Medical Students and Student Nurses Depending on Presence and Professional Group. BMC Medical Education. 2021.

„Augmented und Virtual Reality“ und die Konsequenzen für Human Factors in der militärischen Luftfahrt – Die Entwicklung von Weltkrieg II Zieleinrichtungen bis hin zum hochmodernen Helmvisier in der militärischen Luftfahrt (Teil 1)

Von Helmut Blaschke

„Erweiterte Realität“ oder besser bekannt unter dem englischen Begriff „Augmented Reality“ (AR) – hat bis Ende des 20. Jahrhunderts Einzug in viele Bereiche des täglichen Lebens gefunden. Ein Head-up-Display (HUD) z.B., wie es sowohl in der militärischen als auch in der zivilen Aviatik Verwendung findet, ist ein klassisches Beispiel von angewandter AR. So wurde schon in den 1940er Jahren mit HUD Systemen in der Militärluftfahrt experimentiert.

Auch Anwendungsfelder außerhalb der Aviatik machten sich die Vorteile von HUDs zu nutzen. So wurde bereits Ende der 1980er Jahre die erste HUD beim Automobilbau integriert. Inzwischen sind diese als Sonderausstattung in fast allen Fahrzeugklassen erhältlich. Google versuchte Augmented Reality mit den „Google Glasses“ alltagstauglich zu machen. Diese Anwendung konnte sich jedoch bisher nicht einem breiten Publikum erschließen. „Google Glasses“ ist nur ein Beispiel unter vielen, denn nicht nur in den Forschungslaboren arbeiten Wissenschaftler an AR es gibt auch bereits marktreife Produkte auf dem Markt. Dazu zählt die „HoloLens“ von Microsoft. Sie ist ein weiteres Beispiel für eine Weiterentwicklung von AR und VR auf diesem Gebiet.

In den beiden Teilen dieses Artikels will ich mich auf die Entwicklung und Einführung von Systemen der „Augmented und Virtual Reality“ in der Aviatik konzentrieren. Dazu sollen der „Faktor Mensch“ bei der Bedienung und Benutzung von AR und VR genauer beleuchtet werden. Denn es ist immer noch der Mensch, der als Operateur*in von komplexen Systemen mit dieser innovativen Technologie umgehen muss. Zuweilen unter sich dynamisch verändernden Rahmenbedingungen und hoher Arbeitsbelastung.

Wie alles begann: „Gyro Gunsights“ in den 1940ern

Wenn wir zurückblicken zu den Anfängen von AR, dann mag es überraschen, dass diese Technologie schon in den 40er Jahren des letzten Jahrhunderts zum Einsatz kam. Von den ersten Zieleinrichtungen der Jagdflugzeuge des 2. Weltkriegs, bis hin zu modernen Head-up-Displays in modernen Kampfflugzeugen, die unter die Kategorie „Augmented Reality“ fallen, liegen gerade mal ein paar Jahrzehnte. Schon Anfang der 1940er Jahre wurden im Laufe der sich weltweit ausbreitenden Kriegshandlungen, technische Innovationen im Sinne von AR in Rekordtempo entwickelt und zur Einsatzreife gebracht.

In den Kampfflugzeugen begann dies mit sog. „Gyro-Gunsights“, die es den Piloten ermöglichten, den Vorhaltewinkel der Bordkanone während eines dynamischen Kurvenkampfs auf ein bewegliches Luftziel nicht mehr selbst zu schätzen, sondern diesen präzise von einer solchen „Gunsight“ (sprich einem sich dynamisch anpassenden Zielvisier) berechnen und auf einer Scheibe vor der Nase des Piloten projizieren zu lassen. Nach Ende des 2. Weltkriegs wurde diese Entwicklung zwar verzögert, doch schon in den 1950er Jahren wurden Weiterentwicklungen dieser Zielvorrichtungen im Einsatz erprobt.

Die Kampfflugzeuge der britischen Royal Navy waren die ersten, die mit solch einer Weiterentwicklung ausgestattet wurden. Dabei wurde von den Ingenieuren und Testpiloten nicht nur großer Wert auf die Darstellung von Zielhilfsmitteln für den Luftkampf und Luftbodenangriff gelegt. Nebst dieser klassischen „Zielhilfen“ wurden die Funktionalitäten der Anzeigen jetzt auch auf die Einbindung und Einblendung von wichtigen Flugdaten wie Kurs, Höhe und Geschwindigkeit erweitert. Mit solchen zusätzlichen wichtigen Flugdaten die auf der „Windschutzscheibe“ eingeblendet wurden, mussten die Piloten nicht mehr auf die klassischen Cockpitinstrumente schauen. Damit wird die Arbeitsbelastung der Piloten während kritischer Flugphasen deutlich reduziert.

Das „Feedback“ von Piloten der Royal Navy, die mit dieser neuen Art der Flugdatendarstellung, vor allem unter „high workload“ durchweg positive Erfahrungen gemacht hatten, trieb die Entwicklung von HUD Systemen nun weiter voran. Der große Vorteil einer HUD: die PilotInnen müssen während kritischer Flugphasen nicht mehr ihren Blick vom Flugweg abwenden, um wichtige Flugdaten von den analogen Instrumenten des Cockpits abzulesen. Sie können nun vielmehr konstant alle wichtigen Informationen durch das Display vor ihren Augen wahrnehmen, während sie gleichzeitig den Flugweg beobachten.

In den 1960er Jahren ging es weiter….

Der französische Testpilot Gilbert Klopfstein war es, der die Implementation von HUD Systemen in Kampfflugzeugen Ende der 1960er Jahre entscheidend voranbrachte. Ihm wurde schnell bewusst, dass die Grundlage für die Effizienz eines HUD Systems, standardisierte und menschzentrierte Symbole und Darstellungsmuster sein müssen. Da die menschliche Wahrnehmung generell nicht auf das Erfassen von Ziffern und Zahlen ausgelegt ist, reichte es nicht einfach nur „Daten“ zur Anzeige zu bringen. Ähnlich wie bei den Fluginstrumenten wurden analoge Darstellungen oder Balkendarstellungen gewählt. Diese Form der Darstellung erlaubt eine schnelle Informationsverarbeitung durch den Informationsverarbeitungsprozess des menschlichen Gehirns.

Damit wurden HUDs, unter Berücksichtigung von „Human Faktoren“ entwickelt, die es den PilotInnen ermöglichten, nicht nur die Flugdaten schnell zu erfassen, sondern diese auch rasch zu interpretieren, verarbeiten und letztendlich in Steuereingaben oder Entscheidungsprozesse umzusetzen. Diese „menschzentrierten“ HUD Anzeigen, ausgelegt für schnelle Datenerfassung und Interpretierung, auch unter hoher Arbeitsbelastung und in kritischen Flugphasen (z.B. hoher physischer Belastung wie z.B. beim engen Kurvenkampf), verhalfen der HUD zum endgültigen Durchbruch.
„Augmented Reality“ hatte damit endgültig den Einzug in Cockpits von Kampfflugzeugen gefunden und startete von da an seinen Siegeszug in der militärischen Aviatik. Der Grund: PilotInnen konnten während



Abbildung: Blick des/der Pilot*in durch das Helmvisier (Collins Aerospace CEVS JSF Helmet Mounted Display https://youtu.be/TqGe4Pr5qvg)

Phasen von „High Workload“ (die oft einhergehen mit „Task Saturation“ und „Channelized Attention“) ihren Blick weiterhin „nach draußen“, entlang ihres Flugwegs richten und mussten nicht durch entsprechende Augen- oder Kopfbewegungen nach unten (Heads-down) zu den klassischen Instrumenten hinabblicken. Das hatte den entscheidenden Vorteil, dass gleichzeitig die Außenwelt im Blick behalten wird, während wichtige Informationen für die sichere Handhabung der Maschine bzw. essentielle Zieldaten direkt im Blickfeld der PilotInnen abzulesen sind.
Neben vielen komplexen technischen Details einer HUD (auf die in diesem Artikel nicht eingegangen wird) zeigten sich aber auch gewisse Einschränkungen durch Ergonomie und Humanfaktoren, die überwunden werden mussten. Die große Herausforderung hierbei war es, die Art und Weise, wie das menschliche binokulare Sehen funktioniert, effizient auf eine HUD zu übertragen.

Anfang 21. Jahrhundert: Wide Angle Head up Displays

So verging alles in allem durchaus eine geraume Entwicklungszeit bis sog. „Wide-Angle HUDs“ mit Binoculoar – Field of View (FOV), wie sie z.B. in der F-16 und im EUROFIGHTER verbaut sind, zur Serienreife gelangten. Diese erlauben es letztendlich erst, den entsprechenden „Durchblick“ durch die HUD mit der Fokussierung der Augen auf die „Unendlichkeit“ zu gewährleisten. Damit konnten Phänomene wie z.B. verwirrende Doppelanzeigen, größtenteils überwunden werden.

Diese modernen Wide-Angle HUDs erlauben den PilotInnen ein Sichtfeld von bis zu 25 Grad (Total Field of View TFOV) durch das er/sie mit beiden Augen blicken und auf die Ferne fokussieren kann. Effektiv betrachtet kann man ohnehin nur ca. 20 Grad „totales Blickfeld" mit den Augen wahrnehmen, ohne sie in die eine oder andere Richtung weiter zu bewegen. Das liegt an dem Phänomen, dass durch den Augenabstand vom linken und rechten Auge, nur die überschneidenden „Sichtkegel" auf der HUD von dem/der PilotInnen sofort wahrgenommen werden können (binokulares Sehen).

Man muss sich das vorstellen wie beim Blick durch das Bullauge eines Schiffes. Der erste Blick entspricht dem „Instantanious FOV" (IFOV), also dem Sichtfeld das man hat, wenn man den „ersten Blick" durchs Bullauge wirft. Erst wenn der Kopf entsprechend bewegt wird, kann links, rechts, oben und unten noch mehr von der Szenerie außerhalb des Bullauges wahrgenommen werden.

Ähnlich verhält es sich mit einem HUD System. Auch hier muss der Pilot unter Umständen durch leichte Kopfbewegungen seine IFOV auf die „Total FOV" (TFOV) erweitern. Das hat zum **Nachteil**, dass u.U. Informationen, die sich an den äußersten Ecken der HUD (TFOV) befinden, nicht sofort wahrgenommen werden, oder bei hoher Arbeitsbelastung schlicht und ergreifend übersehen werden. Der größte Nachteil von fest eingebauten HUDs ist jedoch die Tatsache, dass sie nur den zentralen Teil des Flugwegs abdecken. Das ist nur ein kleiner Teil des umfangreichen Luftraums, der das Flugzeug und damit den Flugweg umgibt. Wichtige Informationen, die außerhalb dieses Bereichs von Interesse wären (wie etwa Position von Freund oder Feind), können außerhalb der 25 Grad TFOV nicht dargestellt werden. Dies ist vor allem bei dynamischen Luftkampfmanövern ein Nachteil, da sich der Blickwinkel des/der PilotIn in der Regel weit von der HUD entfernen muss, um den potentiellen Gegner, oder eigene Kräfte im Blick zu behalten.
Diese große Lücke kann nur ein Head Mounted Display (HMD) abdecken, das sich mit den Kopfbewegungen der PilotInnen mitbewegt und damit alle Sichtbereiche komplett abdecken kann.

Wenn ein HUD Human Factors Probleme löst, aber neue Herausforderungen schafft

Ein weiteres Problem von HUD Systemen stellen Helligkeit und Kontrast der Anzeigen in Relation zur Außenwelt dar. Durch die rasch wechselnden Lichtverhältnisse der Umgebung bzw. der sichtbaren Außenwelt kann es zu Einschränkungen kommen.

Zum Beispiel bei einem dynamischen Kurvenkampf kann es sein, dass manche Bereiche der HUD vor einem dunklen Hintergrund sehr hell erscheinen, während Bereiche, die im hellen Hintergrund liegen, und somit nicht mehr deutlich zu erkennen sind. Dieses Phänomen ist auch durch automatisch die Helligkeit regelnde HUD-Systeme nicht gänzlich zu beheben und kann unter Umständen Informationsverluste erzeugen. Das heißt, eine zu hell eingestellte HUD kann evtl. Bereiche der Außenwelt überdecken, die jedoch für den/die PilotInnen potentiell von Interesse sein könnten.

Durch diese Phänomene, aber auch durch andere Wahrnehmungsverzerrungen, können weitere "Human Factors" ausgelöst werden. Dabei handelt es sich in erster Linie um "Attention Capture" oder "Cognitive Tunneling", die den menschlichen Informationsverarbeitungsprozess negativ beeinflussen können.

Ein Beispiel für Attention Capture: die PilotInnen versuchen wichtige Informationen abzulesen, die jedoch plötzlich durch zu große Helligkeit des Hintergrunds nicht mehr deutlich zu entziffern sind.

Dies kann wiederum „Cognitive Tunneling" zur Folge haben, indem die PilotInnen jetzt versuchen, die Sinnhaftigkeit der Anzeige zu interpretieren. Dabei können wertvolle Sekunden verloren gehen, während dessen ein Kampfflugzeug mit üblicher Geschwindigkeit eine Distanz von ca. 5- 6 Fußballfeldern überquert.

Unverzichtbar: HUD-Erfahrungen schon im Training

Es sind aber zunächst nur die unerfahrenen PilotInnen, die bei der Erstschulung auf HUD-Systemen mit solchen Problemen konfrontiert werden. Hier haben MilitärpilotInnen den entscheidenden Vorteil, dass heutzutage alle gängigen Schulungsmaschinen und

Simulatoren über HUD Systeme verfügen. Somit kann sich ein angehender Kampfpilot schon vom ersten Tag seiner Ausbildung an mit den Vorteilen, aber auch evtl. Nachteilen eines HUD Systems auseinandersetzen.
Im "Basic-Training" werden also bereits gezielt die Problematiken von HUD Systemen in die anstehenden Flugübungen integriert und die PilotInnen damit vertraut gemacht (z.B. Attention-Shifting Techniques / Clutter – Declutter Techniques etc.). Somit fällt es angehenden KampfpilotInnen deutlich leichter, nach Abschluss der Ausbildung auf ein Einsatzmuster zu wechseln, ohne große Umstellungen zu erfahren.
Denn moderne Schulungsmaschinen sind heutzutage in der Lage, die Anzeigen der HUD so einzustellen, dass Flugschüler dieselbe HUD Symbologie zur Anzeige bekommen, wie sie später im Einsatzmuster dargestellt wird. Damit werden die gängigen „Human Factors Traps" in Bezug auf die Benutzung einer HUD, schon hinlänglich im Training behandelt.
Damit werden bei der Umschulung auf das Einsatzmuster unliebsame Überraschungen vermieden.

Aber auch HUDs können ausfallen

Wichtig sind auch der Einsatz und Gebrauch von Standard Operationg Procedures (SOPs), die wiederum die Nutzung der HUD auf bereits bewährte Einsatzoptionen eingrenzen. Hierbei gilt es auch zu berücksichtigen, dass wie alle anderen technischen Komponenten, ein HUD System auch während des Flugs ausfallen kann. Auch hier muss der/die PilotIn entsprechend trainiert werden, um bei solchen Systemausfällen, mit den verbleibenden Cockpitanzeigen, die Maschine wieder sicher auf der Landebahn aufzusetzen.

Heute: aus HUDs werden Helmet Mounted Displays (HMDs) – oder Beides

Wer sich jetzt die berechtigte Frage stellt, was haben militärische HUD Systeme mit ihren Augmented Reality Fähigkeiten letztendlich mit Virtual Reality zu tun, wird dazu im weiteren Verlauf des Artikels ein paar Antworten bekommen.
Denn die Einführung hochmoderner Kampfflugzeuge hat auch die Weiterentwicklung von AR deutlich spannender gemacht. Schon die meisten gängigen Maschinen der 4. Kampfflugzeuggeneration verfügten über "Helmet Mounted Displays" (HMD). Über HMDs werden im Prinzip ähnliche Daten eingespielt, wie sie auch auf einer HUD zu finden sind, aber mit einem gewaltigen Unterschied: diese Daten hat der/die PilotIn ständig vor Augen, egal wohin sein Kopf sich bewegt. Alle Informationen werden für den/die PilotIn in das Visier seines Helms eingeblendet. Dabei handelt es sich nicht nur um klassische AR Anzeigen und Daten mit "look through", sondern auch um solche, die unter die Kategorie VR fallen. Inzwischen kann man mit diesen Technologien zwischen AR und VR keine klare Trennlinie mehr ziehen.



Abbildung: Beispiel eines Helmet mounted Displays, welches MR und VR kombiniert (Collins Aerospace CEVS JSF Helmet Mounted Display https://youtu.be/TqGe4Pr5qvg)

Daher hat seit geraumer Zeit der Begriff „Mixed-Reality" (MR) Einzug in das wissenschaftliche Vokabular gefunden. Die eingangs erwähnte „HoloLens" von Microsoft z.B. erlaubt Arbeiten mit Mixed-Reality. So können die NutzerInnen durch ein „Natural User Interface" interaktive 3D-Projektionen in der unmittelbaren Umgebung darzustellen. Mixed-Reality Brillen sind in der Anschaffung deutlich günstiger als gängige militärische HMDs und erlauben dadurch ein breiteres Anwendungsfeld, als dies durch die sehr teuren militärischen HMDs der Fall ist.

So arbeitet z.B. das DLR an einem Projekt für maritime Helikopter-PilotInnen, die mit der Unterstützung einer MR-Brille, Anflüge auf Schiffslandeplattformen durchführen können. Dabei werden sie dank der MR Brille bei schlechter Sicht oder bei Nacht mit deutlich besseren Display-Informationen versorgt, als dies ohne die Unterstützung durch „Mixed-Reality" der Fall wäre.

Diese Vermischung von verschiedenen, sich grundsätzlich unterscheidenden Informations- und Darstellungsformen erlaubt auch den KampfpilotInnen mittels HMDs, eine bis dato nicht für möglich gehaltene Informationsauswahl, um die Situative Aufmerksamkeit auf die höchste Stufe zu heben.

Aber auch hier gibt es eine Kehrseite der Medaille. Denn die Möglichkeiten, AR und VR "seamless" auf ein Helmdisplay zu projizieren, stellt Ingenieure, aber auch PilotInnen vor neue, bis dahin nicht gekannte Herausforderungen. So gab es bereits zwei Flugunfälle, die definitiv dem Bereich "Human Factors " in Verbindung mit HMDs zugeschrieben werden, oder zumindest als beitragender Faktor in Frage kommen. Der Absturz einer F-35A der Japanischen Luftwaffe im Jahr 2019 gilt als klassischer „Desorientierungs Flugunfall" mit tödlichem Ausgang für den Piloten. Ebenso der Absturz einer F-35A der US Air Force im Mai 2020 wird im Abschlussbericht mit Human Factors im Zusammenhang mit einem HMD begründet. In diesem Fall waren die virtuellen Anzeigen des HMDs nicht optimal kalibriert und „verwirrten" den Piloten dermaßen, dass er die Maschine nicht sicher auf der Landebahn aufsetzen konnte und sich nur via einem Rettungsausstieg aus der Luftnotlage befreien konnte. Über die Hintergründe zu den beiden Flugunfällen und deren Ursachen, die mit dem modernsten HMD in Verbindung gebracht werden, lesen Sie im 2. Teil des Artikels im nächsten Newsletter.

Informationen zum Autor
Helmut Blaschke ist Civil Instructor bei Airbus Defence and Space, Human Factors & Crew Ressource Management Trainer / Assessor, war Commander Fighter Weaponsschool F-4F ICE Devision 20th FS, Offizier und Jagdflieger / Jagdbomberpilot und Instructor Pilot.

Weiterführende Literatur
Biberman, L. M., & Alluisi, E. A. (1992). *Pilot errors involving head-up displays (HUDs), helmet-mounted displays (HMDs), and night vision goggles (NVGs).* INSTITUTE FOR DEFENSE ANALYSES ALEXANDRIA VA.
Hopper, D. G., Melezer, J.E., Browne, M. & Marasco, P.K. (2017). Wearable Vision Systems: Head/Helmet-Mounted Displays. Opt.Eng.56(5), 051401 (2017), doi: 10.1117/1.OE.56.5.051401
Nicholl, R. (2014), Airline Head-Up Display Systems: Human Factors Considerations (February 17, 2014). Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=2384101 or http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2384101

Lernen aus Zwischenfällen am Beispiel der Luftfahrt

Von Sebastian Sieberichs

Die Autofahrenden unter Ihnen kennen wahrscheinlich diese Momente im Straßenverkehr, in denen man denkt: „Das war aber knapp" oder „Das hätte auch ganz anders ausgehen können". Vergleichbare Situationen, in denen „noch kein Blech verbogen wurde", es aber ein Potential dafür gab, erleben auch Pilotinnen und Piloten ziviler Luftfahrt. Das Potential für einen Unfall reicht der Internationalen Zivilluftfahrtorganisation (International Civil Aviation Organization [ICAO], 2013) bereits aus, um dieses Ereignis als Zwischenfall zu bewerten:

Was ist ein Zwischenfall?
Ein Ereignis, das kein Unfall ist, im Zusammenhang mit dem Betrieb eines Luftfahrzeugs steht und sich auf die Sicherheit des Flugbetriebs auswirkt oder auswirken **könnte**.

Fluggesellschaften sind so genannte High Reliability Organisationen (HROs), die möglichst fehlerfrei und hoch zuverlässig operieren müssen, damit beispielsweise durch technische Fehlfunktionen oder Fehlhandlungen kein Schaden für Mensch und Umwelt entsteht (Kluge,

2021). Voraussetzung für diese hohe Zuverlässigkeit ist unter anderem eine organisationale Wachsamkeit für Zwischenfälle, die bereits wertvolle Informationen für organisationale Lernprozesse liefern können (Drupsteen & Guldenmund, 2014; Weick et al., 2008). Fluggesellschaften erfahren von Zwischenfällen in der Regel über schriftliche Berichte ihrer Pilotinnen und Piloten – oder auch nicht: Studien haben gezeigt, dass ein „Lernen aus Zwischenfällen" (LFI) vor allem daran scheitern kann, dass Zwischenfälle von den verursachenden Personen geheim gehalten werden und dadurch ein so genannter „Flaschenhals" bereits zu Beginn des LFI-Prozesses entsteht (Drupsteen & Guldenmund, 2014).

Doch warum werden Zwischenfälle geheim gehalten? Versetzt man sich in die eingangs geschilderte Situation im Straßenverkehr, mag es nicht unwahrscheinlich sein, dass einige von Ihnen eher dazu tendieren, ihrem Mitstudierenden oder KollegenInnen von ihrem Erlebnis im Auto zu berichten, wenn man nicht selbst, sondern ein anderer Autofahrer zu verantworten hatte, dass es „knapp war". Zu diesem Ergebnis kam eine Studie, in der kommerzielle Pilotinnen und Piloten angaben, einen Zwischenfall, der auf Grund eigener (unsicherer) Handlungen verursacht wurde, eher nicht zu melden (Sieberichs & Kluge, 2018). Aber gerade diese Zwischenfälle sind für LFI interessant, da laut Dachverband der Fluggesellschaften (International Air Transport Association [IATA], 2020) unsichere Verhaltensweise der Pilotinnen und Piloten weiterhin der „wichtigste beitragende Faktor für Unfälle und Zwischenfälle" in der kommerziellen Luftfahrt sind (p. 45).

In einer aktuellen Studie haben wir mehr als 2000 Zwischenfallberichte einer europäischen Fluggesellschaft aus fast 20 Jahren auswertet, in denen Pilotinnen und Piloten von Zwischenfällen berichten, die durch ihre eigenen unsicheren Handlungen verursacht wurden. Zur Klassifizierung der unsicheren Handlung haben wir Kategorien des Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) (Wiegmann & Shappell, 2001) verwendet (vgl. Abbildung). HFACS basiert auf dem Swiss Cheese Model (Reason, 1990) und nimmt an, dass Unfälle und Zwischenfälle durch eine über alle Ebenen der Organisation hindurch wirkende lineare Verkettung unglücklicher Umstände durch unsicherere menschliche Handlungen ausgelöst wurden und das System diesen Fehler nicht mehr aufhalten oder kompensieren konnte (Kluge, 2021; Wiegmann & Shappell, 2001).

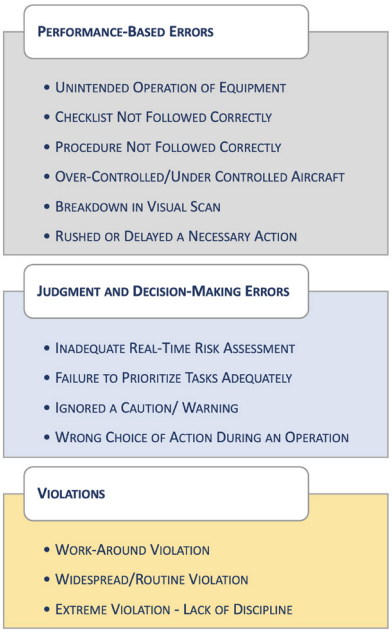


Abbildung: Kategorien von unsicheren Handlungen nach DoD-HFACS 7.0 (Air Force Safety Center, 2016).

Die Ergebnisse haben gezeigt, dass die wenigsten Berichte über solche Zwischenfälle vorlagen, die durch unzureichende Einschätzungen und Entscheidungen der Pilotinnen und Piloten verursacht wurden (vgl. Abbildung).

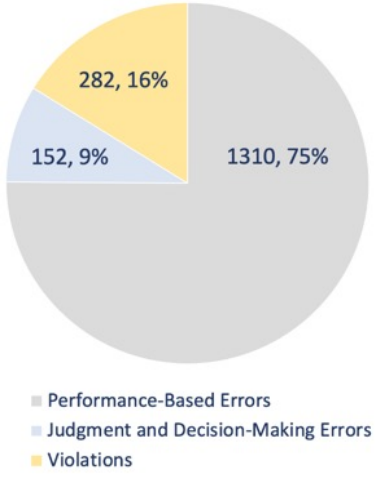


Abbildung: Absolute und prozentuale Anzahl der Berichte (*n* = 1744) in den jeweiligen Kategorien

Auch wenn diese Ergebnisse Hinweise darauf geben, für welche Arten von Zwischenfällen LFI-Aktivitäten bei Fluggesellschaften eingeschränkt sein können, ist damit noch keine Erklärung des Berichtverhaltens von Pilotinnen und Piloten möglich: Die Anzahl der gemeldeten Zwischenfälle lässt nämlich zunächst keine Rückschlüsse darauf zu, wie viele Zwischenfälle tatsächlich geschehen sind, da – wie oben beschrieben – eben nicht alles berichtet wird.

Ein weiterer Aspekt unserer Auswertung war die Verwendung von vertraulichen Berichtsmöglichkeiten. Zwischenfälle werden häufig deswegen nicht verfasst, weil Pilotinnen und Piloten Angst vor negativen Konsequenzen in Folge eines Berichts verspüren (Jausan et al., 2017). Vertrauliche Berichte sollen diese Angst verringern und wurden bereits Mitte der 1970er Jahre von der NASA eingeführt (Billings et al., 1976). Unsere Ergebnisse haben gezeigt, dass vertrauliche Berichte nicht nur mehr Informationen über zum Zwischenfall beitragende Faktoren enthalten, sondern auch häufiger zum Melden von Zwischenfällen verwendet werden, die durch Verstöße (Violations) der Pilotinnen und Piloten entstanden sind.

Neben unsicheren Handlungen als unmittelbare Zwischenfallursache wurden zudem in den Berichten genannte, beitragende Faktoren auf Ebene der Vorbedingungen ausgewertet: Das Ergebnis wird die Autofahrenden unter Ihnen sicher nicht überraschen: Unaufmerksamkeit und Ablenkung sind die beiden Faktoren, die auch im Flugverkehr am häufigsten zur Entstehung von Zwischenfällen beitragen.

Lesende fragen sich wahrscheinlich nicht erst zum Ende dieses Beitrags, wie organisationale Merkmale wie ein Organisationales Klima für ein Lernen aus Fehlern (OLAF) (Putz et al., 2013) oder kulturellere organisationale Aspekte, wie eine „gerechte Kultur", menschliches Verhalten beeinflussen können.

Diese Aspekte wurden in weiterführenden Untersuchungen zum Berichtverhalten von Pilotinnen und Piloten betrachtet und werden in Kürze veröffentlicht.

Informationen zum Autor

Sebastian Sieberichs ist Doktorand am AOW-Lehrstuhl. Neben seiner Arbeit als Airline-Pilot arbeitet er im Bereich des Safety Managements und Human Factors. In diesem Kontext konnte er erfolgreich ein Fatigue Management System in einer großen Europäischen Airline implementieren.

Die vollständige Studie unter:

Sieberichs, S. & Kluge. A. (in press). Why learning opportunities from aviation incidents are lacking - The impact of active and latent failures and confidential reporting
Aviation Psychology and Applied Human Factors

Literatur

Air Force Safety Center. (2016). *DEPARTMENT OF DEFENSE HUMAN FACTORS ANALYSIS AND CLASSIFICATION SYSTEM (DOD HFACS) VERSION (7.0)*. https://www.safety.af.mil/Divisions/Human-Factors-Division/HFACS/

Billings, C. E., Lauber, J. K., Funkhouser, H., Lyman, E. G., & Huff, E. M. (1976). *NASA AVIATION SAFETY REPORTING SYSTEM QUARTERLY REPORT.* https://ntrs.nasa.gov/api/citations/19760026757/downloads/19760026757.pdf

Drupsteen, L., & Guldenmund, F. W. (2014). What Is Learning? A Review of the Safety Literature to Define Learning from Incidents, Accidents and Disasters. *Journal of Contingencies and Crisis Management, 22*(2), 81–96. https://doi.org/10.1111/1468-5973.12039

International Air Transport Association. (2020). *Safety Report 2019 (56th Edition).* https://www.iata.org/en/publications/safety-report/

International Civil Aviation Organization. (2013). *ECCAIRS Aviation Data Definition Standard*. https://www.icao.int/safety/airnavigation/AIG/Documents/ADREP%20Taxonomy/ECCAIRS%20Aviation%201.3.0.12%20(VL%20for%20AttrID%20%20431%20-%20Occurrence%20Classes).pdf

Jausan, M., Silva, J., & Sabatini, R. (2017). A holistic approach to evaluating the effect of safety barriers on the performance of safety reporting systems in aviation organisations. *Journal of Air Transport Management, 63*, 95–107. https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2017.06.004
Kluge, A. (2021). *Arbeits- und Organisationspsychologie*. Kohlhammer.
Putz, D., Schilling, J., Kluge, A., & Stangenberg, C. (2013). Measuring organizational learning from errors: Development and validation of an integrated model and questionnaire. *Management Learning, 44*(5), 511–536. https://doi.org/10.1177/1350507612444391
Reason, J. (1990). The contribution of latent human failures to the breakdown of complex systems. *Biological Sciences*, *327*(1241), 485-484.
Sieberichs, S., & Kluge, A. (2018). Influencing Factors on Error Reporting in Aviation - A Scenario-Based Approach. In N. A. Stanton (Ed.), *Advances in Intelligent Systems and Computing. Advances in Human Aspects of Transportation*, (Vol. 597, pp. 3–14). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-60441-1_1
Weick, K. E., Sutcliffe, K. M., & Obstfeld, D. (2008). Organizing for High Reliability: Processes of Collective Mindfulness. In R. A. Boin (Ed.), *Crisis Management* (Vol. 3, pp. 31–66). SAGE Publications, Inc.
Wiegmann, D. A., & Shappell, S. A. (2001). Human error analysis of commercial aviation accidents: Application of the human factors analysis and classification system (HFACS). *Aviation Space and Environmental Medicine*, *72*(11), 1006–1016.

Veröffentlichung aus dem Team befreundeter Lehrstühle

Im Fachgebiet Wirtschaftspsychologie und Personalwesen am Fachbereich Wirtschaftswissenschaft der Universität Bremen haben Studierende im Bachelor BWL, mit dem Schwerpunkt der verhaltensorientierten Wirtschaftswissenschaft, im Rahmen des Projektmoduls „Personal- und Wirtschaftspsychologie“ unter Leitung der Modulverantwortlichen Prof. Dr. Vera Hagemann und Michèle Rieth, M.Sc., ein Buch zum Thema „Human Autonomy Teaming - Die Teamarbeit der Zukunft“ geschrieben und online publiziert.

„Siri, wie wird das Wetter heute?“ oder „Alexa, ist ein Stau auf der A1 zwischen Bremen und Hamburg?“ Diese Art der Interaktion zwischen Mensch und Technik ist heute weit verbreitet und stellt bereits ein kleines Human Autonomy Team dar. Technische Fortschritte im Bereich des maschinellen Lernens und der künstlichen Intelligenz ermöglichen diese neue Form der Teamarbeit. Konkret besteht ein solches Team aus mindestens einem Menschen und einer technischen Einheit, dem sogenannten autonomen Agenten, welche interdependent zusammenarbeiten, um eine gemeinsame Aufgabe erfolgreich zu bewältigen. So werden technische Systeme heutzutage nicht mehr als reine Werkzeuge oder Unterstützungstools betrachtet, sondern können zunehmend als Teammitglieder eigenständig agieren. Entsprechend widmet sich die Team- und Automationsforschung der letzten Jahre zunehmend diesem Gebiet, woran auch dieses Buch, erstmalig im deutschsprachigen Raum, ansetzt und neben einer Einführung in das Thema einige praktische Anwendungsfelder aufzeigt.

Das Buch ist das Ergebnis des Projektmoduls und ist hier abrufbar: https://media.suub.uni-bremen.de/handle/elib/4684

Veröffentlichungen aus dem Lehrstuhl

When the Tension Is Rising: A Simulation-Based Study on the Effects of Safety Incentive Programs and Behavior-Based Safety Management

Brandhorst, S. & Kluge, A.


Open Access Article

When the Tension Is Rising: A Simulation-Based Study on the Effects of Safety Incentive Programs and Behavior-Based Safety Management

by Sebastian Brandhorst * and Annette Kluge

Faculty of Psychology, Ruhr-Universität Bochum, 44801 Bochum, Germany

* Author to whom correspondence should be addressed.

Safety 2021, 7(1), 9; https://doi.org/10.3390/safety7010009

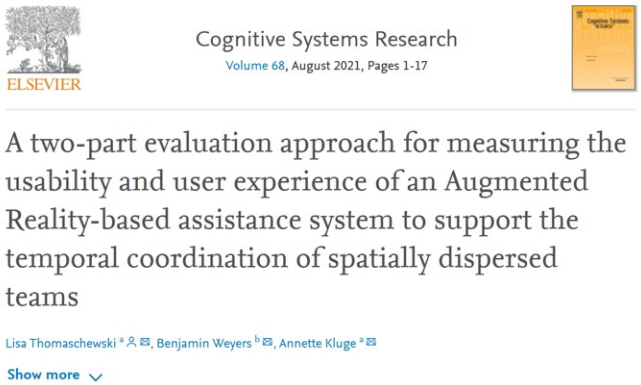
When an organization's management creates a goal conflict between workplace safety and the profitability of the organization, workers perceive work-safety tension. This leads to reduced safety-related behavior, culminating in higher rates of occupational injuries. In this study, we explored design components of behavior-based safety programs: audit results and process communication, reward and punishment, and the framing of production goals as gains or losses. This allowed us to directly observe the effects of the goal conflicts and of the countermeasures that we designed in this study. We examined the perceived work-safety tension using a simulated water treatment plant in a laboratory study with 166 engineering students. Participants had the task of conducting a start-up procedure. The operators' goal conflict was created by a choice between a safe and mandatory (less productive) procedure and an unsafe and forbidden (more productive) one. As participants were told that their payment for the study would depend on their performance, we expected that rule violations would occur. We found acceptance of measures and their design as important for rule related behavior. Work-safety tension emerged as a strong driver for violating safety rules. We conclude that safety incentive programs can become ineffective if goal conflicts create work-safety tension.

https://www.mdpi.com/2313-576X/7/1/9

Brandhorst, S. & Kluge, A. (2021). When the Tension Is Rising: A Simulation-Based Study on the Effects of Safety Incentive Programs and Behavior-Based Safety Management. *Safety, 7*(1), 9. https://doi.org/10.3390/safety7010009

A two-part evaluation approach for measuring the usability and user experience of an Augmented Reality-based assistance system to support the temporal coordination of spatially dispersed teams

Thomaschewski, L., Weyers, B. & Kluge, A.


ELSEVIER

Cognitive Systems Research

Volume 68, August 2021, Pages 1-17

A two-part evaluation approach for measuring the usability and user experience of an Augmented Reality-based assistance system to support the temporal coordination of spatially dispersed teams

Lisa Thomaschewski [a], Benjamin Weyers [b], Annette Kluge [a]

Show more

One key predictor of team performance and productivity is the teams' ability to coordinate its subtasks as precisely as possible over time. Thereby, the quality of the temporal coordination in teams is highly dependent on several cognitive team skills, like for instance the ability to build a precise and stable mental model of the situation (shared situation awareness) and of the team task process (task state awareness/ TSA). To support these cognitive skills in teams, various methods and trainings already exist. However, considering teams that work de-located, the prerequisites and therefore the requirements for team supportive methods change. This work presents the results of an empirical usability and user experience (UX) study of an interface for an Augmented Reality-based assistance system for spatially dispersed teams, called Ambient Awareness Tool (AAT). The AAT interface consists of graphical infor-

mation about the teamwork process and aims at enhancing the TSA of the team, thereby supporting its temporal coordination. Within the framework of a participatory design process we conducted a two-part expert-user-study, comprising a laboratory experiment for the evaluation of the interface usability and a follow-up online survey to additionally investigate the UX. By means of the usability scores we first inferred three interface configuration clusters. A subsequent UX evaluation then allowed us to designate the configuration cluster with the highest usability and UX scores. As a result, we defined one interface configuration that will be investigated concerning its actual impact on the temporal coordination of spatially dispersed teams in a further study.

Thomaschewski, L., Weyers, B. & Kluge, A. (2021). A two-part evaluation approach for measuring the usability and user experience of an Augmented Reality-based assistance system to support the temporal coordination of spatially dispersed teams. *Cognitive System Research*, 68, 1–17. https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2020.12.001

67. GfA Frühjahrskongress in Bochum



Entwicklung eines AR-basierten Avatar-Assistenzsystems für die Unterstützung der Koordination räumlich verteilt arbeitender Teams

Weyers, B., Thomaschewski, L., Feld, N. & Kluge, A.

Räumlich verteilt arbeitende Teams weisen häufig eine beeinträchtigte zeitliche Koordination auf, da die Teammitglieder nicht über einen gemeinsamen visuellen Kontext ihrer Aktivitäten verfügen. Zur Verbesserung der zeitlichen Koordination schlagen wir eine Augmented Reality-basierte Lösung vor, welche den/die TeampartnerIn mittels Full-Body Tracking als Avatar in das Sichtfeld des/der NutzerIn einblendet. Der Beitrag präsentiert das konzeptionelle Studiendesign und die nötige Systemimplementierung für eine Machbarkeitsstudie in der zunächst evaluiert werden soll, ob Avatarverhalten und kontextuelle Hinweisreize einen Einfluss auf die Leistung (Bearbeitungszeit & Fehlerhäufigkeit) sowie Co- und Social Presence in einer Kollaborationsaufgabe haben.

Understandings and perspectives of human-centered AI – a transdisciplinary literature review

Wilkens, U., Cost Reyes, C., Treude, T. & Kluge, A.

The paper presents findings from a systematic literature review exploring the meaning of human-centered AI. The review includes 85 papers from certain disciplines and leads to a distinction of five co-existing perspectives: (1) a deficit-oriented, (2) a data reliability-oriented, (3) a protection-oriented, (4) a potential-oriented and (5) a political-oriented understanding of how to reach human centricity while using AI in the workplace. Each perspective gives emphasis to another core dimension for evaluating the level of human-centricity. This goes from compensating individual weaknesses with the help of AI to enhancing data reliability and protecting individual integrity, to leveraging individual potential and guaranteeing individual control over AI. Each perspective is exemplified with a use case.

Der Einfluss von Zeitdruck auf das willentliche Vergessen veralteter Produktionsroutinen

Roling, W., Schüffler, A., Thim, C., Gronau, N. & Kluge, A.

Damit ein Veränderungsprozess erfolgreich gelingt, muss Verhalten angepasst werden. Veraltete Handlungen dürfen nicht mehr ausgeführt, sondern müssen vergessen werden. Die vorliegende Studie untersucht mithilfe eines Laborexperiments, wie sich Zeitdruck auf den Erfolg einer Verhaltensveränderung auswirkt. Die Ergebnisse zeigen, dass unter Zeitdruck signifikant mehr Fehler gemacht werden. Veraltetes Verhalten wird unter Zeitdruck häufiger unverändert ausgeführt. Widersprüchliche Anforderungen, wie sie durch Zeitdruck in Veränderungssituationen hervorgerufen werden, scheinen das notwendige Vergessen des Alten und damit das Gelingen einer Veränderung zu verhindern.



Abbildung: Blick auf den Walensee (Schweiz)



Abbildung: Das Team des Lehrstuhls Arbeits-, Organisations- und Wirtschaftspsychologie

Impressum

Komplexität und Lernen ISSN 1661-8629 erscheint vierteljährlich (seit 2007)

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 unseren Verteiler auf.
annette.kluge@rub.de