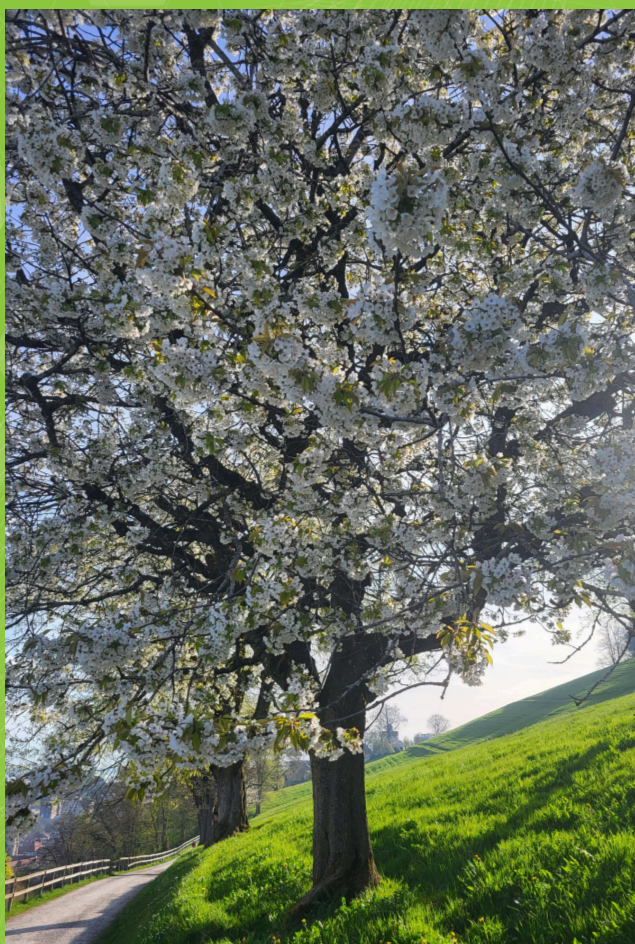


NEWSLETTER

Komplexität & Lernen

AUS DER FORSCHUNG FÜR DIE PRAXIS

- ▶ Werden auch Flugunfalluntersuchungen durch „menschliche Faktoren“ beeinflusst?
Helmut Blaschke
- ▶ Wie leistungsfähig sind wir direkt nach dem Aufwachen? Erkenntnisse aus der Schlafforschung
Annette Kluge
- ▶ POET: Prozess- und Organisationsbegleitung von Schulträgern auf dem Weg zur OER-Integration
Adelisa Martinovic, Charlotte Glenz & Marcel Kern
- ▶ Internationale Begegnung: Peruanische Studierende der Arbeits- und Organisationspsychologie zu Gast an der RUB
Annette Kluge
- ▶ Publikationen des Lehrstuhls



Liebe Leserin, lieber Leser,

Können auch Personen, die Unfälle in High Reliability Organisationen untersuchen einem „Bias“ unterliegen? „Schlägt der Human Factor“ auch in der Unfalluntersuchung selbst zu? Oder sind Personen, die Unfälle untersuchen „immun“? Im Zentrum dieser Ausgabe steht die Analyse des Flugzeug-absturzes der AF 447 im Jahre 2009 sowie die Systematik der Analyse der beitragenden Faktoren. Man könnte denken, dass dazu nach ca. 14 Jahren schon alles gesagt wurde. Aber im Jahr 2009 sah die HF Welt eben auch noch anders aus. Auch die Analyse-Instrumente verändern sich, entwickeln sich weiter und so hat Helmut Blaschke sich auf Basis des Human Factors Analysis and Classification (HFACS) Tool 8.0 (d.h in der aktuellsten Version von 2024) nochmals mit diesem Case und den 250 Seiten Unfallanalyse beschäftigt. Dabei zeigte sich, dass die Personen, die den Abschlussbericht verfasst haben- wenn sie bereits mit HFACS (auch in einer damals verfügbaren Version) gearbeitet hätten- , sich ggf. nicht nur auf die Mensch-Technik Aspekte fokussiert hätten, sondern auch systematischer die sog. „adverse mental states“ betrachtet hätten, die hier eine Rolle gespielt haben. Um welche „adverse mental states“, kann errahnt werden, da es in dieser Ausgabe mehrfach um das Thema Müdigkeit, Schlafträgheit und Schlaftrunkenheit geht.

Da dieser tragische Fall eine große Zahl beitragender Faktoren entdecken lässt, hat dieser Beitrag zwei Teile: der erste Teil in dieser Ausgabe, Teil zwei im kommenden Newsletter.

Bleiben Sie wach(sam), achten Sie auf ausreichenden und erholsamen Schlaf und seien Sie sich bewusst, dass alle drei Stufen des Situationsbewusstsein direkt nach dem Aufwachen massiv beeinträchtigt sind.

Haben Sie einen guten Sommer!

Annette Kluge & das gesamte AOW-Team

AUS DER FORSCHUNG FÜR DIE PRAXIS

WERDEN AUCH FLUGUNFALLUNTERSUCHUNGEN DURCH "MENSCHLICHE FAKTOREN" BEEINFLUSST? WIE DAS HUMAN FACTORS ANALYSIS AND CLASSIFICATION SYSTEM (HFACS) DABEI HELFEN KANN, DIES ZU VERMEIDEN

Helmut Blaschke

Der "Faktor Mensch", oder besser gesagt, „menschliche Fehlleistungen“ in Kombination mit komplexen, automatisierten Systemen, tragen aktuell zu ca. 80 % aller zivilen und militärischen „negative or bad Outcomes“ bei. Schon seit Jahrzehnten werden diese negativen Ereignisse im Bereich der Luftfahrtindustrie und den Luftstreitkräften, von dafür zuständigen Unfalluntersuchungsstellen eingehend untersucht, analysiert und ausgewertet. Es geht darum, die Abläufe anhand von Trümmerteilen, Flugdatenschreibern, Stimmenrekordern und Augenzeugen etc. nachzuvollziehen. Die Einflussfaktoren werden akribisch genau erfasst, um eine möglichst genaue Aufklärung des Unfallhergangs und der Unfallursachen zu erreichen.

Bis in die 2000er Jahre wurde von zivilen Flugunfalluntersuchungsstellen ein Hauptaugenmerk der Untersuchungen auf technische Unzulänglichkeiten und die Umwelteinflüsse gelegt. Der Faktor Mensch stand bei den meisten dieser Analyse eher im Hintergrund. Kam dann dennoch der Faktor Mensch als Unfallursache ins Spiel, wurde dieser in der Regel einem einzigen menschlichen Fehler (Human Error) zugeschrieben. In den Medien ist dann meist vom „menschlichem Versagen“ die Rede.

An diesem Punkt beginnt das Problem, denn in den meisten Fällen ist es eben nicht ein einzelner menschlicher Fehler – oder menschliches Versagen - der die Katastrophe auslöst. Zu einem sehr hohen Prozentsatz werden die „negative Outcomes“ durch ein Aufeinandertreffen von aktiven und latenten Fehlern von Menschen, die wiederum in Teams innerhalb komplexer Systeme und Organisationen agieren. Ebenso können Unzulänglichkeiten beim Training und in der Ausbildung der Operateure eine große Rolle spielen. Diese Faktoren in Verbindung mit einer evtl. nicht optimalen Sicherheitskultur der Organisation, kann im alles entscheidenden Augenblick, eine fatale Kettenreaktion auslösen.

Air France Flight 447

Eine unglückgliche Verkettung dieser komplexen Faktoren ereignete sich in der Nacht auf den 01. Juni 2009. Ein



Lernen aus Komplexität: Die Luftfahrt als Beispiel

„Fliegen ist heute rund 53-mal sicherer als in den 1970er Jahren,“ so Joachim Lang, Hauptgeschäftsführer des Bundesverbands der Deutschen Luftverkehrswirtschaft (BDL).

Ein Blick auf die aktuellen Zahlen zeigt: Trotz einzelner tragischer Unglücke – 2024 kamen weltweit 334 Menschen im zivilen Luftverkehr ums Leben – geht die Entwicklung langfristig in eine positive Richtung.

Berücksichtigt werden in der BDL-Statistik Unfälle ziviler Flugzeuge mit mindestens 14 Sitzplätzen. Die Zahl der Todesopfer lag im Jahr zuvor noch bei 80 – dem zweitniedrigsten Stand seit Beginn der Erhebungen 1970. Nach einem historischen Tiefpunkt 2017 stieg die Zahl der Opfer zwar wieder leicht an, bleibt aber insgesamt auf niedrigem Niveau.

Was zeigt uns das?

Auch in hochkomplexen Systemen wie der globalen Luftfahrt kann kontinuierliches Lernen zu beeindruckenden Sicherheitsgewinnen führen – über Jahrzehnte hinweg.

Quelle: <https://www.airliners.de/flugunfaelle-jahr-2024/78457> vom 20.5.2025

AIRBUS A-330 der Air France, war infolge kurzzeitiger, unzuverlässiger Geschwindigkeitsanzeigen außer Kontrolle geraten und in den Atlantik gestürzt. Zur Zeit des Aufpralls auf der Meeresoberfläche waren sowohl die technischen Komponenten des Flugzeugs, als auch die Triebwerke, voll funktionstüchtig und wiesen keinerlei Störungen auf. Hier stellt sich die Frage: wie konnte es zu dieser größten Luftfahrtkatastrophe der letzten 30 Jahre vor dem Unfall kommen? Es handelte sich eigentlich um einen Routine

Flug von Brasilien nach Frankreich. Solche Flüge quer über den Atlantik, werden jede Nacht einige Male durchgeführt und stellen prinzipiell keine große Herausforderung für die Besatzungen im Cockpit dar. Ich will in diesem 1. Teil einen Überblick über die Geschehnisse aus Sicht der Cockpitbesatzung geben, sowie Auszüge aus dem Unfallbericht ansprechen. Die einzelnen Einflussfaktoren sollen dann im 2. Teil des Artikels (im kommenden Newsletter Nr. 76) mit Hilfe der neuesten HFACS Version 8.0 systematisch beleuchtet werden. Dabei sollen unter Umständen Faktoren näher in Betracht gezogen werden, die im Abschlussbericht zu AF 447 kaum Beachtung finden, oder gar nicht.

Der Ablauf vom Start bis zur Katastrophe

Der Start der Maschine gegen 20:00 Uhr lokaler Zeit in Rio de Janeiro und der Steigflug auf Reiseflughöhe verliefen zunächst wie geplant. Da um diese Jahreszeit auf der Südhalbkugel der Winter beginnt, war dieser Flug von Beginn an ein Nachtflug.

Die Cockpit-Crew bestand aus drei Piloten: Kapitän Marc Dubois, Senior Copilot David Robert und einem weiteren Copiloten - Pierre Bonin.

Da der Flug eine „Duty-Time“ von 13 Stunden umfasste und damit die maximale Flugdienstzeit von 10 Stunden überstieg, wechselten sich bis zum Zeitpunkt des Unfalls Kapitän Dubois und Senior Copilot Robert im Cockpit ab. Robert löste nach seiner anfänglichen Ruhezeit Kapitän Dubois auf dem linken Cockpitsitz als „Pilot non Flying“ (PNF – auch genannt Pilot Monitoring) ab. Als „Pilot Flying“ (PF), war Copilot Bonin in dieser Nacht eingeteilt. Er war mit ca. 3000 Gesamtflugstunden (davon jedoch nur 800 Stunden auf dem Flugzeugtyp), der unerfahrenste Pilot an Bord. Senior Copilot Robert verfügte über doppelt so viele Gesamtflugstunden und war mit 4800 Stunden Flugerfahrung auf dem Muster A 330 der erfahrenste Pilot an Bord der Maschine, was diesen speziellen Flugzeugtyp betraf. Die Rotation der Piloten untereinander ist kein ungewöhnlicher Vorgang und gehört zu den Gepflogenheiten von Air France und anderer Airlines, um die restriktiven Ruhezeitregelungen für Piloten einzuhalten.

Die geplante Route führte den AIRBUS A-330 entlang der brasilianischen Atlantikküste, bevor es dann weiter aufs offene Meer in Richtung Nordafrika hinausging. Für Copilot Bonin war dieser Flug keine Routine-Mission, da für ihn Atlantiküberflüge zu dieser Jahreszeit (Winter auf der

Südhalbkugel - früher Sommer nördlich des Äquators) neu waren. Aufgrund der vorhergesagten Wetterphänomene rund um den Äquator, musste die Crew in dieser Nacht auf ihrer Flugroute mit starken Gewittern rechnen.

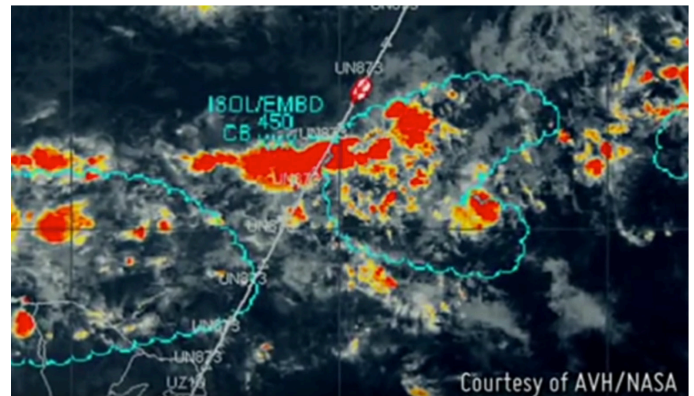


Abbildung: Bureau d'Enquêtes et Analyses, (BEA, French Civil Aviation Safety Investigation Authority), Final Report (English translation), 2012.

Diese starken **Gewitter-Cluster** treten in dieser Jahreszeit bei Flügen, die diagonal den Äquator kreuzen, häufiger auf. Auf dieser Flugroute muss die sog. „inertropische Konvergenzzone“ (ITCZ), eine Tiefdruckrinne entlang der Äquators, überquert werden. In dieser Nacht waren entlang dieser Konvergenzzone sehr starke Gewitterstürme vorhergesagt. Die Gewitter in diesen Breiten, unterscheiden sich in der Regel von solchen in anderen Regionen der Erde. Die vertikal aufsteigenden, sehr feuchten und warmen Luftmassen des Atlantiks, entwickeln eine ungeheure Energie, verbunden mit sehr starken Auf- und Abwinden. Dabei treten verblüffender Weise weniger Blitze auf als sonst in Gewittern und man könnte geneigt sein, diese Gewitter aufgrund der geringen Häufigkeit von Blitzaktivität, als nicht so heftig einzuschätzen. Dieser Eindruck ist aber definitiv nichtzutreffend.

„Der Käpt'n verlässt die Brücke“

In dieser Nacht entschieden sich Piloten anderer Airlines (mit ähnlich geplanter Flugroute und Flughöhe, die zeitlich vor und nach AF 447 in dem Gebiet unterwegs waren), die großflächigen Gewitterzellen weiträumig zu umfliegen.

Diese Entscheidung hatte Kapitän Dubois für seine Crew nicht getroffen. Er verließ kurz vor Erreichen der ersten Wolkenmassen gegen 2 Uhr morgens UTC (Universal Time Coordinated), seine Position im Cockpit um seine Ruhepause zu beginnen. Dafür gibt es in jedem Langstreckenflugzeug eigens einen sog. „Bunk“ (Kojen), in den sich die Piloten während der Ruhezeit schlafen legen können. Kapitän Dubois erwähnte gegenüber seinem Copiloten Bonin noch, dass es wegen der voraussichtlichen Turbulenzen wohl eine unruhige Ruhepause für ihn im Bunk werden könnte. Den linken Sitz des Kapitäns nahm nun der Senior-Copilot Robert ein. Er hatte bis zu diesem Zeitpunkt seine Ruhezeit im dafür vorgesehenen Ruheraum absolviert. Er hat mit großer Wahrscheinlichkeit auch einen dieser „Bunks“ (Kojen) genutzt, um etwas Schlaf abzubekommen. Dubois gab Robert einen kurzen Überblick über die zu erwartende Wetterlage und verließ anschließend das Cockpit. Es fehlte jedoch ein ganz essentielles Briefing-Item: er gab keine klare Strategie für die beiden Copiloten vor, wie sie mit der sich abzeichnenden Gewitterfront umzugehen hatten. Ein weiträumiges Umfliegen der größten Gewitterzelle hätte (bei der angepeilten langen Flugzeit von bis zu 12 Stunden) sicherlich eine außerplanmäßige Zwischenlandung von AF 447 zum Auftanken erfordert und damit einen erheblichen Zeitverlust bedeutet.

Extreme Wettersituationen in Verbindung mit „Non-Routine Operations“

Nachdem Senior Copilot Robert auf dem linken Sitz Platz genommen hatte, musste er sich zunächst anhand des bordeigenen Wetterradars, selbst ein Bild der Wetterlage machen. Als er die Flugroute mit den im Wetterradar angezeigten Gewitterzellen analysiert hatte, schlug er dem PF Bonin vor, eine geringe Kurskorrektur vorzunehmen, um nicht direkt in eine Gewitterzelle zu steuern. Bonin befolgte seinen Vorschlag und leitete eine Richtungsänderung um 12 Grad nach links ein. Kurz danach sah Bonin zum ersten Mal in seiner Karriere als Pilot, ein sogenanntes „Elmsfeuer“ an seiner Cockpitscheibe vorbeiziehen.

Gleichzeitig zum Elmsfeuer fiel Bonin ein ungewohnt scharfer Geruch im Cockpit auf, den er nicht zuordnen konnte. Er fragte Robert: „*What's that? Something to do with the tropical zone?*“ Sein erfahrener Senior-Copilot Robert erklärte ihm daraufhin, dass sowohl die Elmsfeuer als auch der wahrgenommene Ozongeruch für diese Breiten durchaus normal seien. Dieser Wortwechsel (aufgezeichnet

vom Stimmenrekorder), lässt darauf schließen, dass der Copilot von diesen physikalischen Phänomenen zumindest beeindruckt – wenn nicht gar überrascht und verunsichert war. Robert und Bonin sprachen auch noch über die Möglichkeit, die aktuelle Flughöhe zu verlassen um auf eine ruhigere Flugfläche zu steigen. Aufgrund der ungewöhnlich hohen Außentemperatur und des noch hohen Gewichts des Flugzeugs, wurde dieser Plan jedoch umgehend verworfen, da dafür die Steigleistung nicht ausreichte.



Elmsfeuer: Wenn in großen Höhen der Atmosphäre starke Gewitteraktivität herrscht, werden diese bizarren und überraschend auftretenden Lichterscheinungen bei Nacht sehr deutlich sichtbar. Es erfolgt dabei eine starke elektromagnetische Aufladung der oberen Atmosphäre. Dieses elektrische Feld führt wiederum zur Ionisierung der Luftmoleküle und erzeugt unter anderem an der Flugzeugnase bläulich-violette Lichtblitze, die sich durch Entladung statischer Elektrizität für die Piloten spektakulär an der Cockpitscheibe zeigen.

Wenige Minuten später waren auch schon die ersten Turbulenzen im Cockpit zu spüren. Robert informierte die Cabin-Crew, dass weitere Turbulenzen bevorstünden, worauf die Anschnallzeichen in der Kabine aktiviert wurden. Jetzt ging alles sehr schnell. Kurze Zeit später waren dann der Aufprall von feinen Eiskristallen auf die Flugzeugzelle für die Piloten hörbar und die Turbulenzen wurden deutlich stärker. Das Flugzeug schaukelte nun ca. 3 - 5 Grad nach links und rechts um die Längsachse, was damit meteorologisch durchaus als moderate Turbulenzen bezeichnet werden kann. Die Intensität und die Menge der Eiskristalle in dieser Nacht führten innerhalb kürzester Zeit zu einem Verstopfen der Luft- und Drucksensoren des Pitot-Statik-Systems (Sensoren, die den Staudruck und den statischen Druck in der jeweiligen Flughöhe ermitteln – aus deren Differenz wird die Fluggeschwindigkeit von der Flight-Control-Software ermittelt), so dass die Heizung der Sensoren sie nicht sofort zum Schmelzen bringen konnte.

Dies war zu diesem Zeitpunkt ein bekanntes Problem bei Airbusmaschinen mit dieser speziellen Baureihe von Drucksensoren. Aus diesem Grund hatte AIRBUS bereits im

April 2007 – also 2 Jahre zuvor- **alle Betreiber von A-330 Maschinen aufgefordert, diese Messsonden gegen verbesserte Modelle auszutauschen.** Dieser Austausch war für die Unglücksmaschine bereits eingeplant, aber erst in ein paar Wochen.

Schon kurz nach dem hörbar heftigen Aufprall der Eiskristalle auf die Bordwand, fingen die drei Geschwindigkeitsanzeigen im Cockpit um 02:10:04 UTC an, unterschiedliche und widersprüchliche Fluggeschwindigkeiten anzuzeigen. Auf dem Instrument des PF Bonin war wohl kurzzeitig eine zu hohe Geschwindigkeit angezeigt. Durch die unterschiedlichen Anzeigen, wurde gemäß der automatisierten Logik in den Flight-Control-Computern, der Autopilot und wenig später auch die automatische Schubreglung, ohne aktives Eingreifen der Piloten, deaktiviert. Aufgrund der inkonsistenten Daten des Pitot-Statik-Systems wechselte auch „die Logik“ der Flugsteuerung selbständig in einen sog. „Alternate Mode“. Dies bedeutet, dass die drei redundant arbeitenden Flugsteuerungscomputer keine Möglichkeit mehr hatten, die Steuereingaben ausschließlich von der Softwarelogik her an den Autopiloten zu kommandieren. In dieser speziellen Situation heißt das nicht nur, dass der Pilot die Steuerkommandos selbst eingeben muss, sondern dass diese auch nicht mehr „care-free“ sind (Care-free: Schutzlogik im Normal Mode vor zu hohen Anstellwinkeln). Daraus resultierte einige Sekunden später eine für Bonin ungewohnte manuelle Steuerung der Maschine in großer Höhe, die sonst der Autopilot verrichtet. Erschwerend kam hinzu, dass die Flugsteuerungslogik im Alternate Mode, mit einem etwas anderen Ansteuerungsverhalten der Flugkontrollflächen einhergeht. Ein Verlassen des sicheren aerodynamischen Flugbereichs wurde damit nicht mehr wie sonst, durch die automatische Flugsteuerung verhindert. Die von den Software-Ingenieuren einprogrammierten Sicherheitsbarrieren im Normal-Mode werden deaktiviert. Die Wahrscheinlichkeit, in diesem Flugmodus (Alternate Mode) die Kontrolle über das Flugzeug zu verlieren, ist damit ungleich höher als im Normal-Mode, sollte dies nicht regelmäßig von den Piloten in dieser großen Höhe geübt werden. Ebenso ist an den aufgezeichneten Steuereingaben des PF Bonin zu erkennen, dass er in diesem Mode und in dieser Höhe mit der manuellen Steuerung überfordert war.

Komplexe Flugsteuersysteme treffen auf Faktor Mensch
Der Pilot Flying Bonin war von dieser Situation also völlig

überrascht, übernahm aber dennoch mit den Worten „*I have control*“ (02:10:10 UTC) sehr schnell die manuelle Kontrolle über die Maschine. Durch leichtes ziehen an seinem Sidestick (der sich auf der rechten Konsole außerhalb der Sichtweite des anderen Piloten im linken Sitz befindet), ging die Maschine unverzüglich in einen 6 Grad Steigflug über. Gleichzeitig erschwerten sich wiederholende „C-Chord Warnings“ (dauerhafte akustische Warnsignale bzgl. der Abweichung von der gewünschten Flughöhe von 35.000 Fuß), die Kommunikation zwischen den beiden Copiloten. Robert versuchte derweilen dem PF Bonin die Anzeigen der Warnbildschirme (ECAMs) und die damit einhergehenden Fehlerbilder mitzuteilen. Die auf den ECAMs angezeigten Fehler bzw. Systemausfälle wurden alle korrekt angezeigt, haben aber sehr wahrscheinlich die Verwirrung der Piloten bzgl. der Ursache der auftretenden Störungen nur noch erhöht. Erst 10 Sekunden nach Auftreten der Störungen, wurde das Problem mit den Geschwindigkeitsmessanzeigen angesprochen. Bonin hatte daraufhin offensichtlich das Gefühl, die Maschine wäre mit einer zu hohen Geschwindigkeit unterwegs und behielt für 40 Sekunden den Steigflug bei, während er versuchte mit großen Steuerausschlägen die Maschine waagrecht zu halten. Wahrscheinlich tat er dies mit dem Hintergedanken, Geschwindigkeit abzubauen während er an Höhe gewinnt. Senior Copilot Robert ermahnte um 02:10:30 UTD den PF Bonin das Flugzeug zu stabilisieren, auf die Geschwindigkeit zu achten und wieder zu sinken. Kurz darauf wurde an Roberts Geschwindigkeitsanzeige wieder die richtige Geschwindigkeit angezeigt. Durch den Steigflug in noch größere Höhe, mit ohnehin schon reduzierter Geschwindigkeit (0.8 Mach statt ursprünglich 0.82 Mach vor Eintritt in die Turbulenzen), verspürte Bonin plötzlich „Buffets“ (Stöße).



Buffets sind starke Vibrationen, die aufgrund von turbulenten Kompressionsstößen im Aerodynamischen Grenzbereich entstehen und sich auf die Flugzeugzelle übertragen. Sie können sowohl bei überhöhter Geschwindigkeit, als auch beim drohenden Abriss der aerodynamischen Strömung an den Tragflächen, spürbar werden. Gegen 02:11:00 UTC traten jedoch so starke Buffets auf (sog. „deterrent Buffets“), dass es sich für die Piloten unverkennbar wie ein „Stall“ anfühlen musste.

Da Bonin in diesen dramatischen Sekunden jedoch davon ausging, die Maschine habe eine zu hohe Geschwindigkeit erreicht („crazy speed“), wurde er durch die Buffets in dieser Annahme wahrscheinlich noch bestärkt (Confirmation Bias). Es rüttelte und schüttelte an seiner Maschine, während unablässig Audiowarnungen auf ihn einströmten („Sound Anoyance“) die keinen Sinn mehr für ihn ergaben. Seine kognitive Kapazität war erschöpft und er konnte die Geschehnisse nicht mehr zuordnen. Gleichzeitig versuchte sein PNF Robert, ihm die wichtigsten Fehlermeldungen durchzugeben. In seinem Kopf kreisten die Gedanken, während er ununterbrochen den Sidestick nach hinten zog, bis eine Höhe von knapp 38.000 Fuß erreicht wurde. Dies geschah gegen 02:11:10 UTC. Um diese Zeit waren alle drei Statik-Ports wieder eisfrei und alle drei Geschwindigkeitsanzeigen stellten die korrekte Geschwindigkeit dar (ca. 1 Minute nach den Falschanzeigen)!

Bedingt durch die „dünnen Luft“ in diesen Höhen, dem zunächst reduzierten Schub, der plötzlich auf volle Triebwerksleistung erhöht wurde, in Kombination mit einem inzwischen sehr hohen Anstellwinkel, geschah das unvermeidliche: der Airbus A 330 überschritt den Aerodynamischen Grenzbereich, was mit einem Strömungsabriss an den Tragflächen einhergeht. Innerhalb weniger Sekunden brach der Auftrieb ein, die Maschine geriet in einen klassischen „Stall“ (Abriss des linearen Luftstroms an den Tragflächen und damit totaler Verlust des Auftriebs) und wurde damit unkontrollierbar. Wäre PF Bonin im Normal-Mode durch die automatisierte Flugsteuerung an einem „Überziehen“ der Maschine gehindert worden, war dies im Alternate Mode wie bereits erwähnt, leider nicht der Fall. In den nächsten Minuten brach absolutes Chaos im Cockpit aus. Die „Stall-Warning“ Audiomeldungen verschwand und kamen wieder zurück. Wie dem Stimmenrekorder zu entnehmen war, erwähnte keiner der beiden Piloten diese Warnung. Dass sich die Maschine im absoluten Strömungsabriss befand, drang offensichtlich nicht mehr in das Bewusstsein der Piloten vor, bzw. sie konnten kein Situationsverständnis aufbauen, was gerade passiert. Es wurden daher keinerlei Sofortmaßnahmen eingeleitet, um die Maschine wieder abzufangen und in einen sicheren Flugzustand zu bringen.

Der „Surprise & Startle Effekt“ schlägt unerbittlich zu

Die kognitive Kapazität der Piloten und die des anschließend herbei geeilten Kapitäns (er betrat um 02:11:44 UTC das Cockpit und stellte die Frage: „what are you doing“?), reichte

nicht mehr aus, um eine präzise Analyse der eigentlichen Ursachen des Problems durchzuführen. Bonin und Robert waren so überrascht und überfordert von der Situation („We don't know what's going on“ = Surprise & Startle Effect), dass ihre kognitive Leistungsfähigkeit rapide beeinträchtigt war und sie am Finden eines geeigneten Lösungsweges hinderte. Sie konnten ihr eigenes Situationsbewusstsein nicht mehr aufeinander abstimmen und hatten damit kein „Shared Mental Model“ in dieser lebensbedrohlichen Situation. Ab 02:11:50 UTC befand sich die voll funktionstüchtige A-330 in einer Todesspirale in Richtung Meeresoberfläche. Die Piloten konnten die Ereignisse im wahrsten Sinne des Wortes nicht mehr fassen. Dies spiegelte sich in einem der letzten Wortwechsel wieder, als Robert fragte: „What is happening?“ und Bonin nach passieren von 10.000 Fuß sagte: „How come, we are still going down?“ Er konnte es rational nicht erklären, da er doch die ganze Zeit an seinem Sidestick „zog“, um vermeintlich ein Absacken der Maschine zu verhindern. Dieses permanente Ziehen am Sidestick, in Kombination mit erratischen Eingaben bei der Triebwerksleistung, in Verbindung mit dem Ausfahren der Geschwindigkeitsbremse, waren jedoch die völlig falschen Steuereingaben zu diesem Zeitpunkt. Der Airbus A-330 mit 228 Menschen an Bord verblieb bis zum Aufschlag auf der Meeresoberfläche um 02:14:27 UTC in einem kontinuierlichen Strömungsabriss mit einem Anstellwinkel von 35 – 40 Grad. Es wurde weder der Versuch unternommen diesen völlig überhöhten Anstellwinkel zu brechen, noch wurde innerhalb der Crew diese lebensrettende Aktion verbal besprochen bzw. in Erwägung gezogen.

Als die Kontaktaufnahme via Funk durch die zuständigen Flugsicherungssektoren erfolglos blieb, wurde schnell klar, dass die Maschine in den Atlantik gestürzt sein musste. Erst Tage später konnten zunächst einige wenige Trümmerteile und einige sterbliche Überreste auf hoher See entdeckt und geborgen werden. Der Rest des Wracks und vor allem der Flugdatenschreiber und Stimmenrekorder blieben fast zwei Jahre in über 4000 Metern Meerestiefe unauffindbar.

Erst beim vierten Bergungsversuch waren die Bergungsteams erfolgreich und konnten sowohl den Flugschreiber als auch den Stimmenrekorder zum Zwecke der Auswertung an die Oberfläche bringen. Die knapp vier Minuten absoluter Verwirrung im Cockpit, hielten die Luftfahrtbranche über die nächsten Jahre in Atem.



Abbildung: Screenshot aus dem offiziellen Video der französischen Flugunfalluntersuchungsstelle:
<https://www.youtube.com/watch?v=n-hbW00gL6g>

Auszug aus dem Bericht der Flugunfalluntersuchungsstelle

"The crew never referred either to the stall warning or the buffet that they had likely felt. This prompts the question of whether the two co-pilots were aware that the aeroplane was in a stall situation. In fact the situation, with a high workload and multiple visual prompts, corresponds to a threshold in terms of being able to take into account an unusual aural warning. In an aural environment that was already saturated by the C-chord warning, the possibility that the crew did not identify the stall warning cannot be ruled out".

Bureau d'Enquêtes et Analyses, (BEA, French Civil Aviation Safety Investigation Authority), Final Report (English translation), 2012, p.179

Der Absturz gab den Flugunfallermittlern also zwei Jahre lang Rätsel auf, bis die so wertvollen Flugschreiber endlich gefunden wurden.

Nach Abschluss der Auswertung der Daten im Mai 2011 wurde den verantwortlichen Flugunfalluntersuchern sehr schnell klar, dass die Ursache des Unglücks eine vielschichtige Verkettung von menschlichen Fehlern in Verbindung mit komplexen Funktionen der Flugsteuerung, sowie inkonsistente Anzeigen auf dem Instrumentenbrett war. Erschwerend kamen die sich überschneidenden Ansagen der Audiowarnungen hinzu.

Der Flugunfallbericht der französischen Flugunfalluntersuchungsstelle, war der erste überhaupt, der einen Zusammenhang von menschlichen Fehlern mit latenten Fehlern in der Ergonomie des Flugzeugs und dem Training der Piloten aufzeigte. Er galt damals als Bahnbrechend in dieser Hinsicht, weil er den „Human Factor“ berücksichtigte.

Seither wurde eine Menge über Flug AF 447 publiziert und diskutiert. Das Internet ist voll mit Auswertungen und Medienberichten zum Absturz, die je nachdem mehr oder weniger aussagekräftig sind.

Wie bereits angekündigt will ich in diesem Artikel den Versuch wagen, den Flugunfallhergang mit dem Tool HFACS 8.0 noch einmal systematisch zu analysieren. Es sollen mit Hilfe von HFACS 8.0 mögliche zusätzliche Erkenntnisse gewonnen werden, die in bisherigen Aufarbeitungen so noch nicht betrachtet wurden.

Was ist HFACS und wie wird es angewendet?

Die „Ur-Version“ von HFACS wurde Ende der 1990er Jahre von einem Team von Wissenschaftlern entwickelt. Das Acronym „**HFACS**“ steht dabei für „**Human Factors Analysis and Classification System**“. HFACS untersucht mit Hilfe eines strukturierten Analyseverfahrens, alle Einflussfaktoren die zu einem „negativ Outcome“ geführt haben. Ein ganz besonderes Augenmerk gilt dabei den verschiedenen Ebenen, die als beitragende Faktoren bzw. deren Vorbedingungen zum Unfallhergang beigetragen haben. Vor allem der Faktor Mensch steht im Mittelpunkt der Analyse. Diesen Einflussfaktoren wird in HFACS ein sehr starkes Augenmerk gewidmet.

Es waren Dr. Scott Shappell und Dr. Doug Wiegmann, die basierend auf dem von James Reason Anfang der 90er Jahre vorgestellten „Swiss Cheese-Model“, HFACS entwickelten. Die US Navy hatte sich an die beiden gewandt, um die hohen Unfallzahlen im militärischen Flugbetrieb der 1990er Jahre in den Griff zu bekommen. Wiegmann und Shappell konnten sich daher bei der Entwicklung und Erprobung von HFACS auf Daten von über 300 bereits aufgearbeiteten Flugunfällen stützen, die ihnen die US Navy zur Verfügung gestellt hatte.

Die innovative Verbesserung von HFACS war und ist bis heute, nicht nur die Unfallursache herauszufinden, sondern basierend auf diesen Erkenntnissen das Training der Operateure und vor allem auch die Führung und die Organisation mit einzubeziehen und zu verbessern. Das war ein neuer und revolutionärer Ansatz, der vorher definitiv nicht so durchgeführt wurde. Ihre Erkenntnisse und das damit verbundene Analyseverfahren stellten Wiegmann & Shappell im Jahr

2000, mit einem „Final Report“ dem interessierten Fachpublikum vor.

Seit diesem Final Report sind mehr als 25 Jahre vergangen, in denen HFACS mehrere Evolutionsstufen durchlaufen hat. Vor allem die amerikanischen Streitkräfte haben das leicht verständliche und dadurch sehr effiziente Analyse-Tool systematisch angewandt, stetig überarbeitet und entsprechend weiterentwickelt. Die neueste Version HFACS 8.0 wurde im Jahr 2024 von der US Air Force veröffentlicht und wird im täglichen Betrieb der amerikanischen Streitkräfte eingesetzt.

In diesem Artikel will ich Sie mit der aktuellsten Version 8.0 vertraut machen. HFACS 8.0 ist ein strukturiertes Werkzeug, das von Hochleistungs-Teams verwendet wird, um die Ursachen von Zwischenfällen zu analysieren und Präventionsstrategien zu entwickeln. Es basiert auf dem Konzept der aktiven und latenten Fehler und Bedingungen, die von Reason (1990) und Wiegmann und Shappell (2003) entwickelt wurden.

Zentrale Aspekte von HFACS 8.0:

- **Menschliches Versagen als Hauptursache für Zwischenfälle:** HFACS 8.0 erkennt an, dass menschliches Versagen die häufigste Ursache für Zwischenfälle ist.
- **Mehrschichtiges Modell zur Analyse von Ursachen:** Zwischenfälle werden selten einer einzigen Ursache zugeschrieben. Stattdessen sind sie das Ergebnis einer Reihe von latenten Fehlern und/oder gefährlichen Bedingungen, die durch Mängel im Sicherheitsmanagementsystem beeinflusst werden.
- **Identifizierung von aktiven und latenten Fehlern:**
 - Aktive Fehler** sind die letzten Handlungen oder Unterlassungen des Bedieners, die die unmittelbare Ursache des Zwischenfalls waren.
 - Latente Fehler** oder **latente Bedingungen** sind gefährliche Bedingungen, die innerhalb der Befehlskette oder anderswo in der Organisation vorhanden sind und die Abfolge der Ereignisse beeinflusst haben, die zu dem aktiven Fehler geführt haben.

- **Standardisierung der Datenerfassung und -analyse:** HFACS 8.0 bietet einen einheitlichen Ansatz zur Kategorisierung menschlicher Fehler, was nicht nur eine effiziente Auswertung während des Debriefings von Einsätzen ermöglicht, sondern auch mithilfe von standardisierten Codes in einer zentralen Datenbank erfasst werden.

- **Vorgehensweise zur Anwendung von HFACS:**

Die Anwendung von DoD HFACS 8.0 umfasst drei Schritte:

- 1. Bestimmung aller Faktoren, die den Zwischenfall verursacht haben:**

Hierbei wird die Abfolge der Ereignisse rekonstruiert und alle anomalen Ereignisse sowie die Bedingungen, die zu ihrem Auftreten geführt haben, identifiziert.

- 2. Bestimmung der Beziehungen zwischen den einzelnen Kausalfaktoren:**

Es wird festgestellt, welche latenten Fehler entweder direkt den aktiven Fehler des Einzelnen beeinflusst oder indirekt zu dem Fehler beigetragen haben, indem sie eine oder mehrere gefährliche Bedingungen geschaffen haben.

- 3. Zuweisung von HFACS-Codes zu allen identifizierten aktiven und latenten Fehlerursachen:**

Die letzte Phase der Analyse besteht darin, jedem identifizierten latenten Fehler sowie dem aktiven Fehler eine Kategorie zuzuweisen, um diese in der Datenbank zu erfassen. Dies ermöglicht eine übergreifende Auswertung und Trendanalyse aller möglichen „negative Outcomes“.

- **Nutzen von HFACS 8.0:**

- **Entwicklung gründlicherer Empfehlungen für Korrekturmaßnahmen:** HFACS 8.0 hilft dem Lehr- und Ausbildungspersonal, gründlichere Empfehlungen für Korrekturmaßnahmen zu entwickeln. Zudem werden Empfehlungen an die Team-Member / Leader, zur Verbesserung der Abläufe, Effizienz und Sicherheit gegeben.

- **Effektivere Trendanalysen:** Die systematische Anwendung von HFACS 8.0 ermöglicht es Ausbildern und Trainern effektivere Trendanalysen mithilfe einer summativen Auswertung durchzuführen, um gezielte Verbesserungsbemühungen zu unterstützen.

Die vier Ebenen von HFACS 8.0:

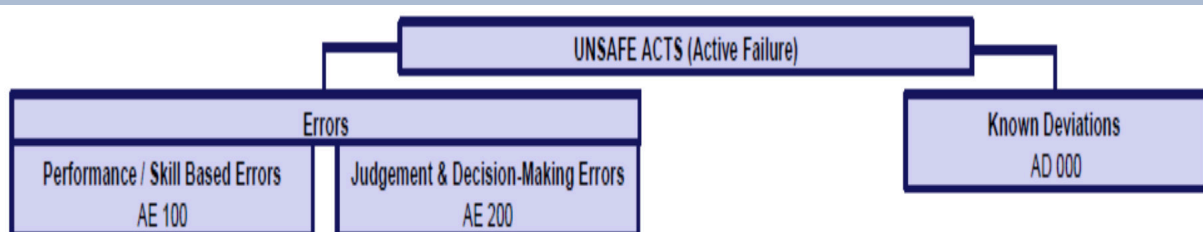
HFACS 8.0 gliedert sich in vier Ebenen, die die verschiedenen

Faktoren berücksichtigen, die zu einem Zwischenfall beitragen können:

- 1. Unsichere Handlungen (Aktive Fehler):**

Dies sind die Handlungen oder Unterlassungen des Bedieners, die direkt zum Zwischenfall geführt haben. Beispiele hierfür sind: unbeabsichtigte Aktivierung oder Deaktivierung von Geräten, Nichteinhaltung von

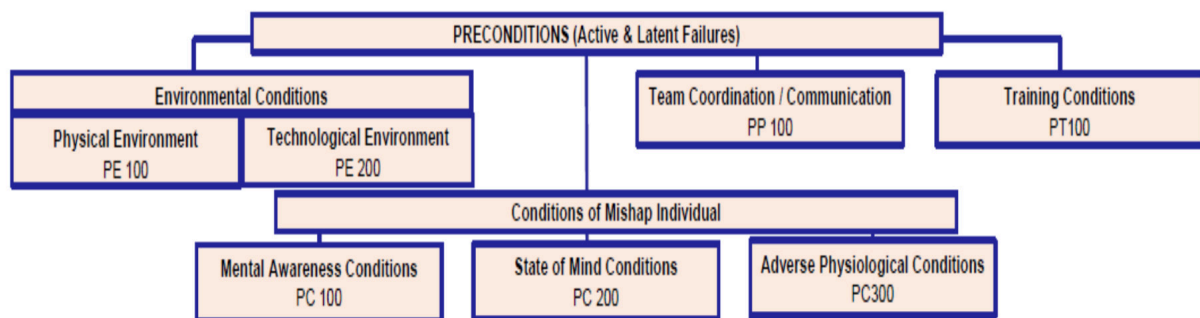
Verfahren oder Checklisten, Über- oder Unterschätzung von Umgebungsänderungen, Ignorieren von Warnungen oder absichtliches Abweichen von bekannten Standards (bekannte Abweichungen).



2. Voraussetzungen für unsichere Handlungen:

Dies sind die Bedingungen, die den Bediener für unsichere Handlungen anfällig gemacht haben. Sie können in den Bereichen der mentalen Aufmerksamkeit,

des Gemütszustands, der physiologischen Bedingungen, der Teamarbeit und -kommunikation, der Umgebungsbedingungen und der Ausbildung liegen.



3. Unwirksame Aufsicht/Führung (Latente Fehler):

Diese Ebene befasst sich mit den Handlungen oder Unterlassungen von Aufsichtspersonen und Führungskräften, die zu den Voraussetzungen für unsichere Handlungen beigetragen haben. Dies können Mängel

in der Sicherheitskultur der Einheit, bekannte Abweichungen der Aufsichtsperson, unwirksame Aufsicht, unwirksame Planung und Koordination sein.



4. Organisatorische Einflüsse (Latente Fehler):

Diese Ebene bezieht sich auf die systemischen Faktoren innerhalb der Organisation, die zu den latenten Fehlern auf den unteren Ebenen beitragen. Beispiele hierfür sind: Probleme mit der Organisationskultur und dem -klima,

Probleme mit Organisationsrichtlinien, -verfahren oder -prozessen, Probleme mit der Ressourcenunterstützung und Probleme mit den Ausbildungsprogrammen.



Quelle: <https://www.safety.af.mil/Divisions/Human-Performance-Division/HFACS/>

Anhand dieser vier Ebenen will ich im zweiten Teil des Artikels (der im kommenden NL erscheinen wird), im Sinne der zentralen Punkte von HFACS 8.0, die auslösenden Faktoren zuordnen. Des Weiteren werde ich Vorbedingungen aufzeigen, sowie die Einflüsse der Führung und

Organisation auf das Unfallgeschehen näher beleuchten. Daraus resultierend werde ich womöglich Einflussfaktoren aufzeigen können, die in den mir vorliegenden Flugunfalluntersuchungen und Berichten noch nicht systematisch betrachtet wurden. Bleiben Sie interessiert

WIE LEISTUNGSFÄHIG SIND WIR DIREKT NACH DEM AUFWACHEN? ERKENNTNISSE AUS DER SCHLAFFORSCHUNG

Annette Kluge



Foto: © Cavan Images/imagio

Ein Großteil der Forschung zum Thema Müdigkeit konzentriert sich auf die Auswirkungen von Schlafmangel. Doch selbst nach ausreichendem Schlaf erleben viele Menschen eine Phase verringerter Leistungsfähigkeit – ein Phänomen, das als **Schlaf-Trägheit (sleep inertia)** bezeichnet wird. In schwereren Fällen spricht man auch von **Schlaftrunkenheit (sleep drunkenness)**. Was wissen wir heute über diese Zustände, und welche Rolle spielen sie für unsere kognitive Leistungsfähigkeit direkt nach dem Aufwachen?

Schlaf-Trägheit: Ein unterschätzter Leistungseinbruch

Schlaf-Trägheit beschreibt die Phase direkt nach dem Aufwachen, in der die kognitive Leistungsfähigkeit und das subjektive Wachheitsgefühl deutlich reduziert sind. Trotti (2017) betont, dass diese Leistungseinbußen sogar gravierender sein können als die Effekte von vollständigem Schlafentzug. Besonders betroffen sind unter anderem das Kurzzeitgedächtnis, die Reaktionszeit und die allgemeine Wachsamkeit. **Der Effekt ist ausgeprägter, wenn das Aufwachen in einer zirkadianen Tiefphase erfolgt oder nach einer verkürzten Schlafdauer. Eine verzögerte Schlafphase kann die Symptome zusätzlich verstärken.**

Die kognitiven Einschränkungen klingen nach dem Erwachen allmählich ab, erreichen jedoch oft erst nach zwei bis vier Stunden wieder das normale Leistungsniveau – subjektives Wachheitsgefühl und objektive Leistungsmaße entwickeln sich dabei nicht immer synchron.

Schlaftrunkenheit: Mehr als nur verschlafen

Schlaftrunkenheit gilt als schwerwiegendere Variante der Schlaf-Trägheit und tritt besonders häufig bei Personen mit idiopathischer Hypersomnie auf (Trotti, 2017). Sie äußert sich

durch Verwirrtheit, verlangsamte Bewegungen, Koordinationsprobleme und die Tendenz, wieder einzuschlafen – teils über mehrere Stunden hinweg. Dabei wurden auch neurologische Auffälligkeiten wie Ataxie oder Hyporeflexie dokumentiert. Ob es sich bei Schlaftrunkenheit um eine besonders ausgeprägte Form von Schlaf-Trägheit oder um eine eigenständige Störung handelt, ist Gegenstand aktueller Forschung.

Aufwachzeitpunkt und Schlafstadium als Einflussfaktoren

In einer experimentellen Studie von Bruck et al. (1997) wurde untersucht, wie sich das Schlafstadium beim Erwachen auf die Entscheidungsleistung auswirkt. Die Teilnehmenden zeigten nach dem Aufwachen aus dem Tiefschlaf (Slow-Wave Sleep, SWS) eine deutlich geringere Leistungsfähigkeit als nach dem Erwachen aus dem REM-Schlaf. Besonders in den ersten Minuten nach dem Aufwachen war die kognitive Leistungsfähigkeit stark beeinträchtigt. Die Autoren betonen, dass dieser Effekt durch den zirkadianen Rhythmus zusätzlich verstärkt wird – ein wichtiger Aspekt für alle, die nachts oder im Schichtbetrieb arbeiten.

Müdigkeit in Alltag und Arbeitswelt

Åkerstedt (2007) erweitert den Blick und verweist auf die Auswirkungen verschobener Schlaf-Wach-Muster auf die mentale Leistungsfähigkeit. Insbesondere Nachtschichten, verkürzter Schlaf oder Arbeiten während zirkadianer Tiefphasen beeinträchtigen die kognitive Leistung. Auch wenn diese Effekte im Alltag oft weniger stark ausgeprägt erscheinen als im Labor, zeigen Studien klare Zusammenhänge zwischen Müdigkeit und Fehlern im Verkehr, in der Industrie oder im Gesundheitswesen. Eine hohe subjektive Schläfrigkeit ist dabei ein guter Indikator für tatsächliche Leistungseinbußen.

Ausblick: Was bleibt zu tun?

Trotz dieser Erkenntnisse bestehen noch viele offene Fragen. Trotti (2017) betont den Forschungsbedarf insbesondere zur optimalen Gestaltung von Nickerchen bei Schichtarbeit, zur besseren Diagnostik von Schlaftrunkenheit und zu effektiven Interventionen bei hypersomnischen Störungen. Zudem ist noch wenig darüber bekannt, wie stark individuelle Unterschiede – etwa Chronotyp oder genetische Faktoren – die Schwere der Schlaf-Trägheit beeinflussen.



Quellen:

Trotti, L. M. (2017). Waking up is the hardest thing I do all day: Sleep inertia and sleep drunkenness. *Sleep Medicine Reviews*, 35, 76–84. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2016.08.005>

Bruck, D. et al. (1997). Sleep inertia and decision-making: Effects of sleep stage at awakening. *Journal of Sleep Research*, 6(2), 95–103.

Åkerstedt, T. (2007). Altered sleep/wake patterns and mental performance. *Physiology & Behavior*, 90(2-3), 209–218. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2006.09.007>

Müdigkeit bzw. Schlaf spielte auch hier eine Rolle:

Ein von der Zeitung „Verdens Gang“ veröffentlichtes Video zeigte, wie das Schiff an Land rauschte. „Sowas sollte natürlich nicht passieren, und wir müssen herausfinden, warum das passiert ist“, sagte die geschäftsführende Direktorin der zuständigen Reederei NCL, Bente Hetland, zu NTB. (<https://www.aargauerzeitung.ch/international/norwegen-und-ploetzlich-stand-da-ein-riesiger-frachter-vor-dem-wohnzimmerfenster-so-kam-es-zum-unfassbaren-unfall-ld.2777166>)

Die Staatsanwaltschaft wirft dem Steuermann Fahrlässigkeit vor. **Der zweite Offizier des Schiffes sei im Dienst eingeschlafen** und solle sich wegen Pflichtvergessenheit verantworten, sagte Staatsanwalt Kjetil Bruland Sørensen am Montag. Der Steuermann des Containerschiffs, das in Norwegen nur wenige Schritte von einem Wohnhaus

entfernt an die Küste gekracht ist, war womöglich eingeschlafen. „Nur eine Person befand sich zu dem Zeitpunkt auf der Brücke. Diese steuerte das Schiff, hat den Kurs bei der Einfahrt in den Trondheimsfjord aber nicht geändert, wie es notwendig gewesen wäre“, berichtete die Nachrichtenagentur NTB. Andere Seeleute an Bord der „NCL Salten“ hätten ausgesagt, dass der Steuermann eingeschlafen war, sagte ein Polizeisprecher NTB.

Der Hausbesitzer hatte ebenfalls einen guten Schlaf:

„Der 135 Meter lange Frachter hatte seine Fahrt am Donnerstag im Morgengrauen im Garten von Johan Helberg beendet – nur wenige Meter von dessen Haus entfernt. Helberg lag währenddessen in seinem Haus im Bett und wurde erst von einem aufgeregten Nachbarn geweckt, der Sturm klingelte und anrief. So früh am Morgen mache er nunmal ‚nicht gerne die Tür auf‘, sagte Helberg.“



Abbildung: Unfall in Norwegen Containerschiff kracht in Vorgarten, <https://www.tagesschau.de/ausland/europa/norwegen-containerschiff-100.html>



Abbildung: Unfall in Norwegen Containerschiff kracht in Vorgarten, <https://www.zdfheute.de/panorama/containerschiff-norwegen-haus-steuermann-eingeschlafen-100.html>

POET: PROZESS- UND ORGANISATIONSBEGLEITUNG VON SCHULTRÄGERN AUF DEM WEG ZUR OER-INTegration

Adelisa Martinovic, Charlotte Glenz & Marcel Kern

Es braucht nur einen kurzen Blick in die Schulen, um zu spüren, wie schnell sich Unterricht wandelt: Tablets, Lernplattformen und KI-Tools drängen in Klassenräume und schaffen neue, partizipativere Wege der Unterrichtsgestaltung. Gerade frei lizenzierte, offene Lehrmaterialien (Open Educational Resources, kurz: OER) bieten Chancen für eine Unterrichtsplanung, die stärker an den Interessen und Fähigkeiten der Schüler*innen ansetzt und Raum für individuelle Gestaltung lässt. Damit dieser Wandel hin zu mehr OER gelingt, startete im Dezember 2024 das vierjährige Verbundprojekt POET – Prozess- und Organisationsbegleitung von Schulträgern auf dem Weg zur OER-Integration. Gefördert vom Bundesministerium für Bildung, Familie, Senioren, Frauen und Jugend und koordiniert von der Professional School of Education der Ruhr-Universität Bochum, bündelt POET Bildungsforschung, AOW-Psychologie, Didaktik und Weiterbildungskompetenz, um eine zentrale Voraussetzung für Unterricht 4.0 zu schaffen:

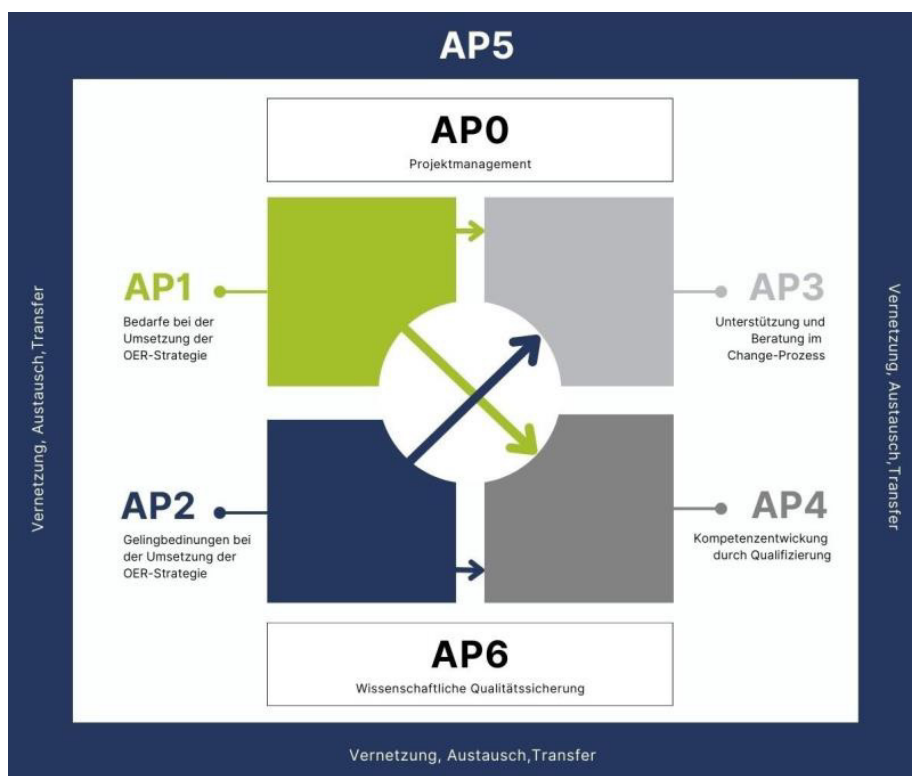
handlungsfähige Schulträger, die Change Management beherrschen und digitale Infrastruktur wie auch OER-Strategien systematisch für ihre Schulen steuern können.

POET ist in 7 Arbeitspakete unterteilt, welche jeweils durch verschiedene Akteure der Ruhr-Universität Bochum sowie der TU Dortmund gesteuert werden.

Arbeitspaket 0: Projektmanagement

Koordination: Akademie der Ruhr-Universität (Leitung: Prof. Dr. Yves Gensterblum)

AP 0 umspannt das gesamte Projekt und übernimmt die koordinativen Aufgaben des Projektmanagements. Dazu gehören regelmäßige Treffen zwischen den Verantwortlichen aller Arbeitspakete sowie der Austausch mit Kooperationspartnern und Expert*innen. Weiterhin werden in AP 0 die Schulträger akquiriert.



GEFÖRDERT VOM



**Bundesministerium
für Bildung
und Forschung**

Abbildung: Arbeitspakete im Projekt POET.

Arbeitspaket 1: Bedarfe bei der Umsetzung der OER-Strategie (außen)

Koordination: Institut für Allgemeine Didaktik und Schulpädagogik, TU Dortmund (Leitung: Prof. Dr. Esther Dominique Klein)

In AP 1 werden mittels qualitativer und quantitativer Erhebungen die Rahmenbedingungen und Entwicklungsbedarfe seitens der Schulträger identifiziert. Hierzu werden unter anderem Interviews mit den Schulträgern zu ihren individuellen Rahmenbedingungen und ihren aktuellen Herausforderungen und ihrem Rollenverständnis in Bezug auf die Digitalisierung an Schulen geführt.

Arbeitspaket 2: Gelingensbedingungen bei der Umsetzung der OER Strategie (innen)

Koordination: Arbeitsgruppe Bildungspsychologie, RUB (Leitung: Prof. Dr. Julian Roelle & Dr. Julia Waldeyer)

Parallel zu AP 1 wird in AP 2 die Innenperspektive aus den Schulen heraus beleuchtet. Mittels einer Befragung in den Schulen sowie unter Zuhilfenahme von Fokusdiskussionsgruppen werden die Einstellungen, Erwartungen und

Bedarfe der Lehrkräfte und Schulleitungen in Bezug auf die die Einführung und Nutzung von OER in den Blick genommen.

Arbeitspaket 3: Unterstützung und Beratung im Change Prozess

Koordination: Lehrstuhl Arbeits-, Organisations- und Wirtschaftspsychologie, RUB (Leitung: Prof. Dr. Annette Kluge) & Arbeitseinheit Angewandte Psychologie in Arbeit und Gesundheit (Leitung: Jun. Prof. Dr. Marcel Kern)

Auf Basis der Ergebnisse von AP 1 und AP 2 werden gemeinsam mit den Schulträgern individuelle Beratungs- und Coachingkonzepte entwickelt, welche an den Rahmenbedingungen und Herausforderungen dieser Schulträger und ihrer Schulen, ansetzen. Mithilfe von Leitfäden, Roadmaps, Best Practice-Beispielen u.v.m. sollen die Schulträger mehr Sicherheit in Veränderungsprozessen gewinnen, um diese ressourcenschonender und nachhaltiger umsetzen zu können. In Workshops und Coachings werden die Schulträger gezielt an geeignete Strategien und Methoden des Change Managements herangeführt.

AKADEMIE DER RUHR-UNIVERSITÄT

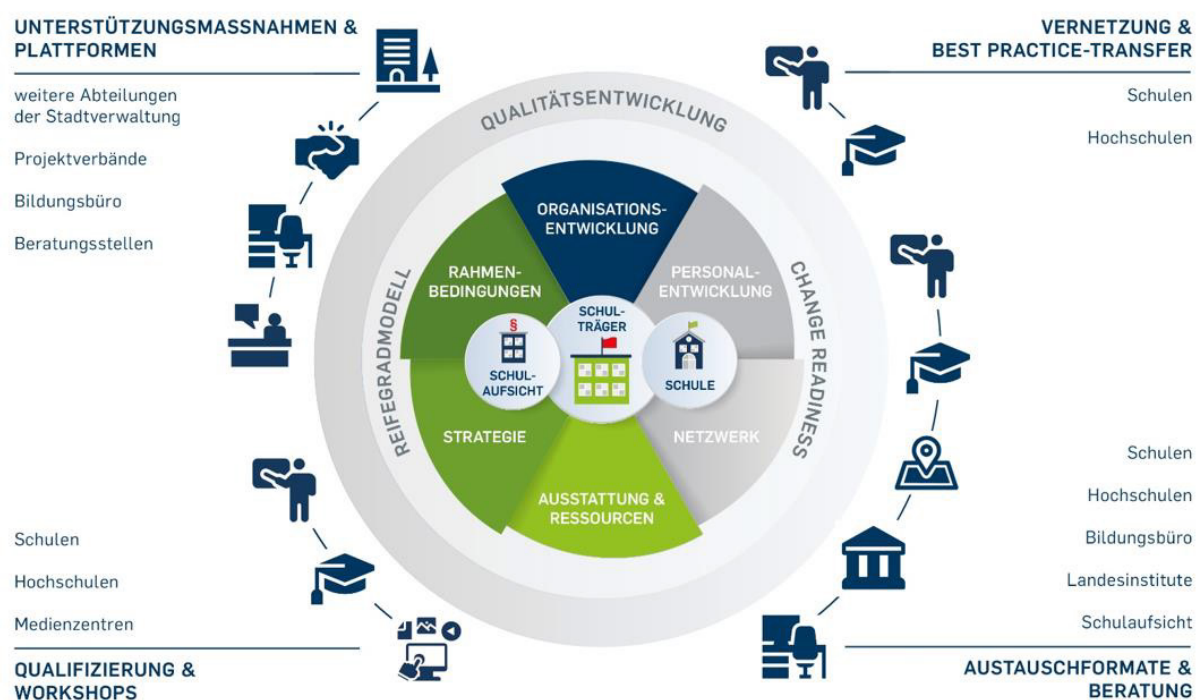


Abbildung: Unterstützung und Beratungsangebote im Change Prozess.

Arbeitspaket 4: Kompetenzentwicklung durch Qualifizierung

Koordination: Akademie der Ruhr-Universität (Leitung: Prof. Dr. Yves Gensterblum)

In AP 4 werden auf der Grundlage der Bedarfserhebungen in AP 1 und 2 Qualifizierungsmaßnahmen zur Kompetenzentwicklung für Schulträger und weitere Zielgruppen (z.B. Schulleitungen, Lehrkräfte) entwickelt und durchgeführt. Zum Qualifizierungsangebot werden unter anderem Veranstaltungen zu Change Management-Kompetenzen sowie zur Verwendung von OER-Material gehören.

Arbeitspaket 5: Vernetzung, Austausch, Transfer

Koordination: Professional School of Education, RUB (Matthias Kostrzewa & Lucien Kemper)

Im Fokus von AP 5 steht die Vernetzung von Schulträgern untereinander sowie zu weiteren relevanten Stakeholdern der OE-Community. Darüber hinaus werden in diesem Arbeitspaket sämtliche Ergebnisse des Projektes veröffentlicht und interessierten Stakeholdern in unterschiedlichen Formaten zur Verfügung gestellt.

Arbeitspaket 6: Wissenschaftliche Qualitätssicherung

Koordination: Arbeitsgruppe Bildungspsychologie, RUB (Leitung: Prof. Dr. Julian Roelle & Dr. Julia Waldeyer)

In AP 6 wird die Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung (teil-)projektübergreifend realisiert. Dazu werden sowohl die einzelnen Teilmaßnahmen als auch der Projekterfolg im Gesamten mittels verschiedener Instrumente wissenschaftlich evaluiert. Zu gehört unter anderem eine Panel-Befragung aller teilnehmenden Akteure (Schulträger, Schulleitungen, Lehrkräfte, Schulaufsicht) in welcher vor, während und nach der OER-Einführung Auswirkungen auf Anforderungen, Kompetenzen, Nutzungsverhalten, Gesundheit und Leistung untersucht werden.

POET sorgt durch dieses systematisch aufgebaute Zusammenspiel aller Arbeitspakete dafür, dass Schulträger praxisnah unterstützt, wissenschaftlich begleitet und langfristig befähigt werden. So entsteht eine tragfähige Basis für die nachhaltige Integration und Nutzung von OER.



Foto: POET Projekt TEAM beim Arbeitsmeeting in der Akademie.

INTERNATIONALE BEGEGNUNG: PERUANISCHE STUDIERENDE DER ARBEITS- UND ORGANISATIONS-PSYCHOLOGIE ZU GAST AN DER RUB

Annette Kluge

Vom 20. bis 22. Mai 2025 durfte die Fakultät für Psychologie eine Gruppe peruanischer Studierender der Organisationspsychologie an der Ruhr-Universität Bochum begrüßen. Im Rahmen eines dreitägigen akademischen Austauschprogramms erhielten die Gäste Einblicke in aktuelle Forschungsprojekte, tauschten sich mit Nachwuchswissenschaftler:innen aus und erlebten den Campus hautnah.

Den Auftakt bildete eine herzliche Begrüßung durch Prof. Dr. Annette Kluge und ihr Team, gefolgt von einer Einführung in die Forschungsaktivitäten der Arbeits-, Organisations- und Wirtschaftspsychologie (AOW). Prof. Dr. Laura Kunold stellte ihre Arbeiten zum Einsatz sozialer Roboter im Arbeitskontext vor, und auch die Gäste aus Peru präsentierten erste eigene Projekte.

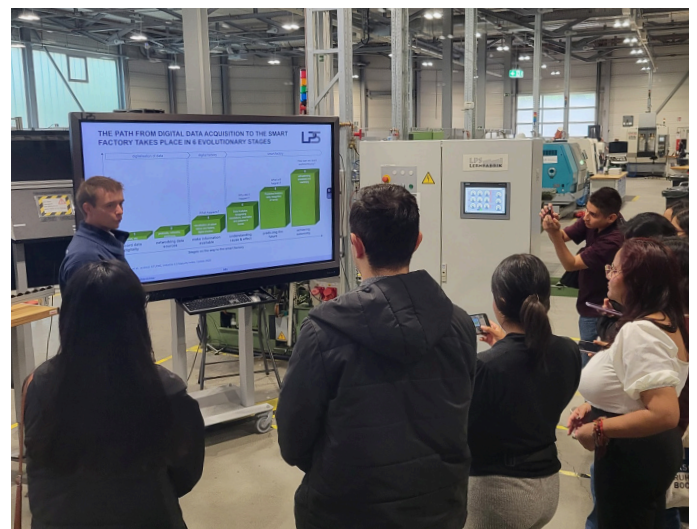


Der Nachmittag des ersten Tages stand ganz im Zeichen innovativer Forschungsimpulse: Themen wie Vertrauen in Drohnen, digitale Transformation im Bildungsbereich, ethische Aspekte bei der Einführung von KI-Systemen sowie parasoziale Beziehungen zu generativer KI wurden von Lisa Thomaschewski, Adelisa Martinovic, Sophie Berretta und Dr. Olga Vogel vorgestellt und in offener Runde diskutiert.

Am zweiten Tag brachte Dr. Bernd Schäfer das Thema „Einsamkeit am Arbeitsplatz“ aus dem Projekt FOGA zur Sprache, bevor Dr. Jens Mazei (TU Dortmund) ein neu entwickeltes Verhandlungsformat zur Förderung von Frauen – „Asking Tactically for an Other-Promotion“ (ATOP) – präsentierte.

Der dritte Programmtag widmete sich psychologischen Testverfahren im Assessment-Kontext, bevor ein Besuch im International Office sowie im LFF (Lehr-Lern-Forschungslabor) den gelungenen Austausch abrundete.

Die Studierenden aus Peru bereicherten die Veranstaltung nicht nur mit ihren Beiträgen, sondern auch durch ihr Interesse und ihre Perspektiven auf psychologische Forschung und Praxis im internationalen Vergleich. Wir danken allen Beteiligten für das große Engagement und die inspirierende Zusammenarbeit.



VERÖFFENTLICHUNGEN DES LEHRSTUHL

Berretta, S. & Kluge, A. (preprint, 2025) Bridging Ethical Considerations and Managerial Behavior for Successful AI System Adoption, April 2025, DOI: 10.13140/RG.2.2.28324.18567

The role of managerial behavior becomes particularly critical during organizational change induced by artificial intelligence (AI), as it involves considering and adapting technological, organizational, and employee-related factors while simultaneously managing emerging ethical challenges. Given the lack of comprehensive ethical principles to support practical application in managerial behavior and its evaluation, a scoping review was conducted to identify relevant ethical principles, actionable practices, and a rating instrument aimed at promoting successful AI system adoption. From the 33 publications deemed relevant, ethical principles and practices for managerial behavior were derived, addressing technical characteristics of AI systems (technical factors), organizational culture and AI-related initiatives (organizational factors), as well as leadership styles and leadership behavior (employee-related factors). The identified principles and practices related to leadership behavior served as a starting point for developing the EMBAI (ethical managerial behavior in AI adoption) questionnaire designed to rate ethical managerial behavior in AI system adoption from the employees' perspective. Furthermore, the concept of ethical managerial behavior in AI adoption emerged from the analyzed publications as a unifying and structuring approach, bridging ethical considerations and managerial behavior in the context of AI system adoption. Overall, the findings of this study contribute to a structured framework that synthesizes insights from different research fields to derive comprehensive ethical principles, actionable practices, and a questionnaire instrument for managerial behavior, aimed at supporting successful AI system adoption in organizational practice.

Kluge, A., Vogel, O., & Schilling, J. (2025). Vorläufige Auswertung zur Entwicklung eines Instruments zur Beschreibung von Machtmissbrauch in wissenschaftlichen Einrichtungen. <https://osf.io/gx2wj/files/osfstorage/685d5b2f2bb19d18a5d164cf>

Dieser wissenschaftliche Bericht präsentiert eine vorläufige Analyse zur Entwicklung eines Instruments, das Machtmissbrauch in akademischen Einrichtungen beschreiben soll. Es werden Fallbeispiele für aufgaben- und personenbezogene Grenzüberschreitungen sowie affektive Reaktionen darauf detailliert. Die Methodik umfasst die Validierung eines Fragebogens, der Selbstwirksamkeit, Irritation und die Absicht, die Institution zu verlassen, misst. Die Ergebnisse basieren auf einer Stichprobe von 322 Teilnehmenden und zeigen, dass Machtmissbrauch weit verbreitet ist, wobei aufgabenbezogene Überschreitungen häufiger vorkommen. Insbesondere Frauen in der Wissenschaft berichten häufiger von Machtmissbrauch, und starke affektive Reaktionen führen oft zum Wunsch, die Organisation zu verlassen.

Boessel-Debbert, N., Kluge, A., Leising, D., Mischkowski, D., Phan, L.V., Richter, F., Schmitt, M. & Stahl, J. (accepted preprint). An analysis of functional relationships between systemic conditions and unethical behavior in German academia. Meta-Psychology

Dieser wissenschaftliche Bericht präsentiert eine vorläufige Analyse zur Entwicklung eines Instruments, das Machtmissbrauch in akademischen Einrichtungen beschreiben soll. Es werden Fallbeispiele für aufgaben- und personenbezogene Grenzüberschreitungen sowie affektive Reaktionen darauf detailliert. Die Methodik umfasst die Validierung eines Fragebogens, der Selbstwirksamkeit, Irritation und die Absicht, die Institution zu verlassen, misst.

Die Ergebnisse basieren auf einer Stichprobe von 322 Teilnehmenden und zeigen, dass Machtmissbrauch weit verbreitet ist, wobei aufgabenbezogene Überschreitungen häufiger vorkommen. Insbesondere Frauen in der Wissenschaft berichten häufiger von Machtmissbrauch, und starke affektive Reaktionen führen oft zum Wunsch, die Organisation zu verlassen.

Boessel-Debbert, N., Kluge, A., Leising, D., Mischkowski, D., Phan, L.V., Richter, F., Schmitt, M. & Stahl, J. (accepted preprint). An analysis of functional relationships between systemic conditions and unethical behavior in German academia. *Meta-Psychology*

This paper is an updated English version of a report filed by a commission that the German Psychological Society (DGPs) appointed in 2022. The commission's task was a) to identify factors in the academic system that enable and/or promote unethical behaviors, and b) to propose corrective measures. Based on expert interviews, a literature review, feedback from the community and discussions within the commission, the following problematic issues were identified: (P1) negligent or fraudulent scientific practices, (P2) abuse of power, (P3) insufficient mentoring of Early Career Researchers, (P4) insufficient quality of teaching, (P5) counterproductive incentives, (P6) overburdening of professors with tasks, (P7) fixed- and short-term contracts for most employees, (P8) unnecessarily steep power differentials, (P9) an ineffective peer-review system, (P10) lack of validity in personnel selection procedures, (P11) low awareness and commitment regarding ethical norms, and (P12) weak mechanisms for detecting and sanctioning unethical behavior. The commission offers concrete recommendations for changes to the academic system that should make the occurrence of unethical behavior less likely. Even though some of these recommendations might be rather specific for the field of psychology and for the German academic system, most of them may be valid for science in general.

Thomaschewski L, Weyers B, Kluge A. (2025). Investigating the 'I' in team: development and evaluation of an individual-level IMO model for augmented reality-mediated remote collaboration. *Empath Comput.* 2025;1:202401.

Aims: This study aims to enhance the design of augmented reality (AR) technologies for remote collaboration by examining the complex relationships among individual factors (user characteristics), psychological and physiological states during AR-mediated remote collaboration, and outcomes within an Input-Mediator-Output (IMO) model. The goal is to evaluate how individual characteristics influence psychological and physiological experiences, as well as task performance, in AR-mediated collaboration.

Methods: We hypothesize and evaluate an IMO model and use correlation analyses to examine the relationships among person-related input variables (e.g., predispositions, traits, attitudes, states, and contextual factors), psychological and physiological emergent states, and performance-related output variables.

Results: Our results demonstrate that individual characteristics significantly influence subjective experiences, physiological responses, and task performance, emphasizing the critical role of individual differences, alongside task- and technology-related factors, in shaping collaboration experiences and performance. These findings highlight the importance of considering individual characteristics in the design of AR tools to optimize user well-being and performance outcomes. **Conclusion:** Our study provides a foundational framework for understanding the interplay between individuals, tasks, and technology, underscoring the need for AR tools that align with user characteristics. It also lays the groundwork for future IMO research in AR-mediated remote collaboration, contributing to the development of more effective and health-promoting AR technologies.

ZUM ABSCHLUSS





**WISSENSCHAFTLICHE MITARBEITER*INNEN
 DES TEAMS ARBEITS-, ORGANISATIONS- & WIRTSCHAFTSPSYCHOLOGIE
 & KOOPERATIONSPARTNER:INNEN**



IMPRESSUM

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



HERAUSGEBERIN

Prof. Dr. Annette Kluge
 Lehrstuhl Arbeits-, Organisations- und Wirtschaftspsychologie
 Ruhr-Universität Bochum
 Universitätsstraße 150
 44780 Bochum



NEWSLETTER

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



DESIGN

Elisa Schallau
 M.Sc. Psychologin & Mediengestalterin