

Institut Mensch in komplexen Systemen (MikS)

Der Beitrag von Human Factors als protektive Faktoren einer sicherheitsgerichteten Entwicklung von Sicherheitsmanagement und Sicherheitskultur

Prof. Dr. Frank Ritz

Seminar der Eidgenössischen Kommission für Strahlenschutz
«*Just Culture im Strahlenschutz*»
22. März 2024



Inhalt

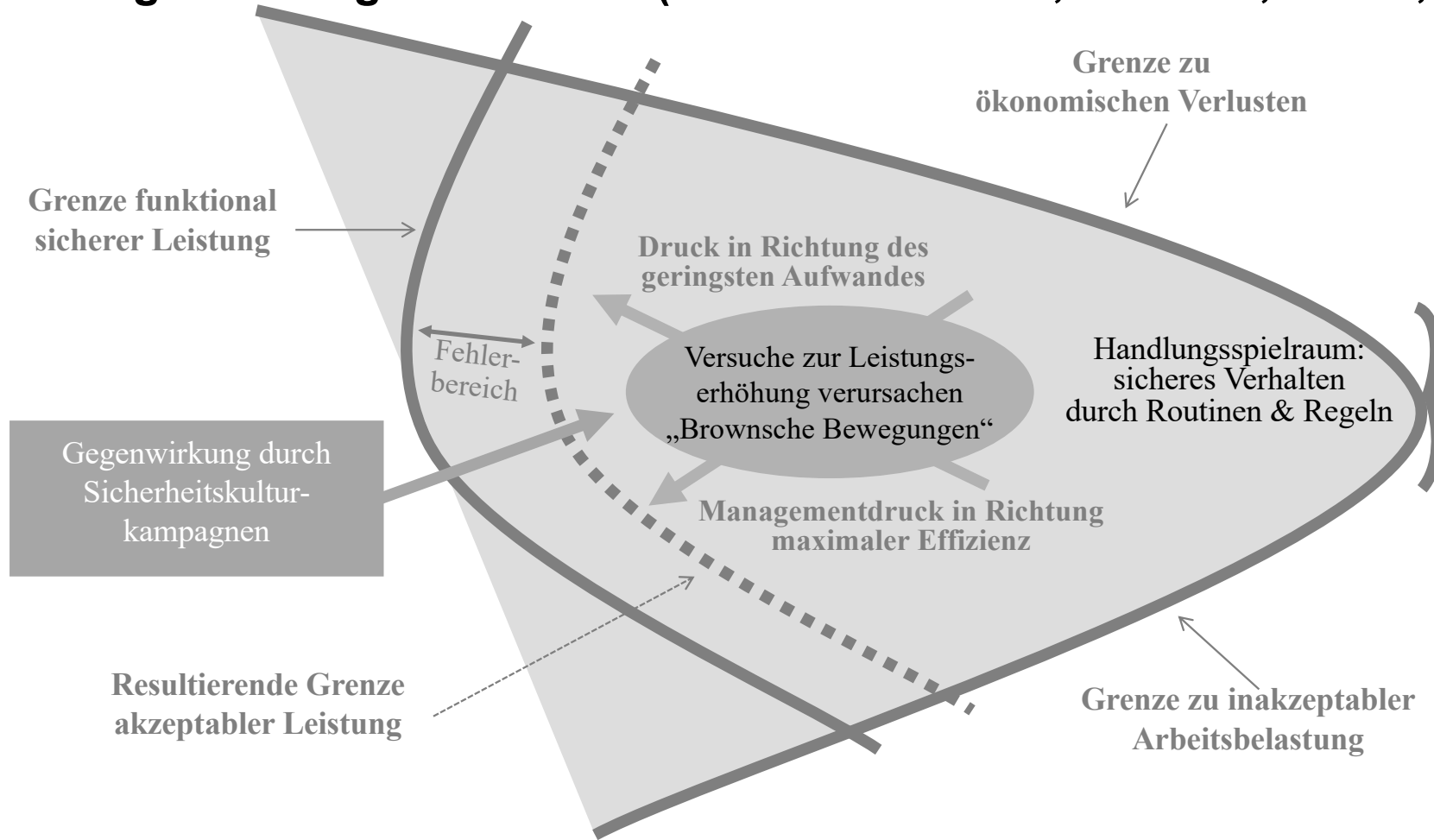
- Ausgangslage im historischen Kontext: «*Just Culture haben (sind) wir!*» Wirklich???
- «Drift-to-Danger» in Organisationen
- Zwei Beispiele aus der Luftfahrtbranche
- «Adaptionen» als protektive Faktoren, neuere Forschungsansätze
- Wege zur Erschliessung menschlicher Handlungen als protektive Faktoren
- Fazit: Sicherheit und Zuverlässigkeit brauchen vertiefende Analysen von (Beinahe-) Ereignissen mit Fokus auf protektive menschliche Potenziale (Human Factors) zur Beantwortung der Frage, wie komplexe Arbeitssysteme sicherheits- und zuverlässigkeitsgerichtet zu gestalten sind.

Ausgangslage im historischen Kontext

- **Automatisierung** (Digitalisierung, KI-Einsatz, technische Vernetzung...) birgt neben Chancen auch Gefahren- & Risikopotenzial für das Zusammenspiel von Mensch, Technik & Organisation
- Aus historischer Perspektive leben wir im Zeitalter des «**Virtual Man**»; «**Ironien der Automatisierung**» (Ritz, 2015a; Bainbridge, 1984) erleben eine «Renaissance» während digitaler Transformation
- «**Just Culture**» oder «**Redlichkeitskultur**» gehört zum guten Ton und wird in organisationalen Sicherheitsleitbildern oftmals hervorgehoben, die betriebliche Wirklichkeit sieht oft anders aus!
- Starke **Konzentration auf ökonomische Effizienz** in Organisationen bei gleichzeitiger Vernachlässigung **humanistischer Kriterien** (Brüngger und Ritz, 2023; Rasmussen, 1997)
- **Human Factors sind in der betrieblichen Praxis immer noch stark negativ konnotiert**, werden in ihrer positiven (protektiven) Wirkung selten in die sicherheitsgerichtete Weiterentwicklung von Organisationen einbezogen (Ritz, 2015a), obwohl **menschliche Kompensationshandlungen Sicherheit** in unerwarteten/unbekannten Situation **aktiv erhalten**

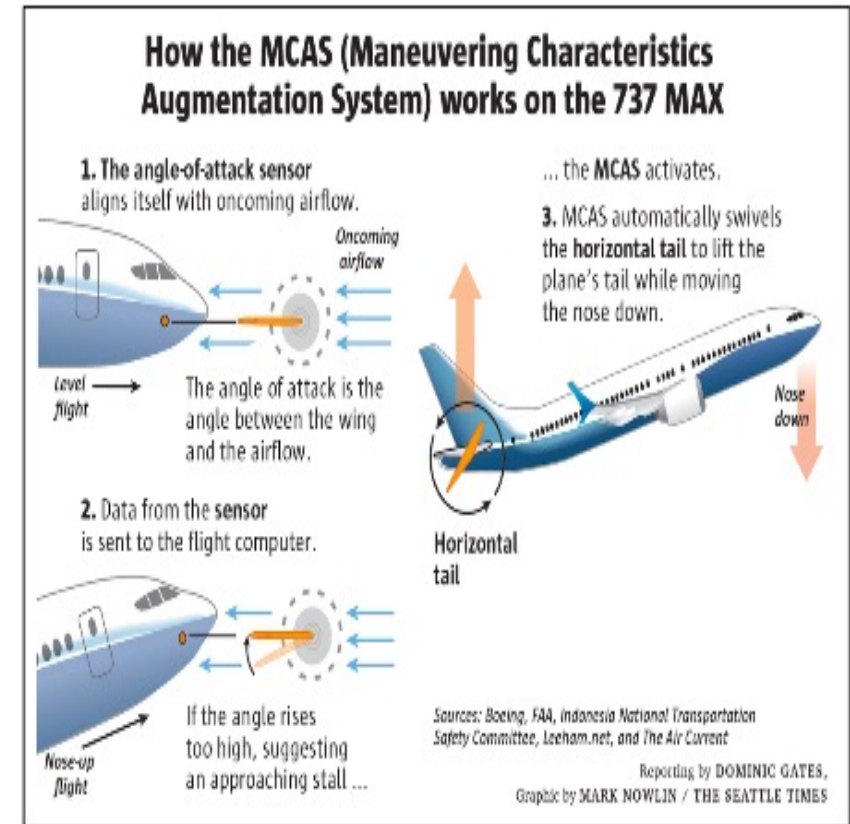
Fazit: Es besteht ein Wissensdefizit über **Human Factors im Sinne protektiver Handlungen**, die sicherheitsrelevante Ereignisse verhindern oder deren Konsequenzen abschwächen (Ritz, 2015b)

«Drift-to-Danger» in Organisationen (Rasmussen 1997; aus Ritz, 2015a, S. 34)



Beispiel 1: Boeing 737-8 MAX (Final Committee Report, 2020)

- **Beinahe-Ereignis am 28.10.2018:** Absturz durch Fehlfunktion des automatischen Flugsteuerungssystems *Maneuvering Characteristics Augmentation System (MCAS)* aufgrund abweichender Sensorenangaben kann nur durch Anweisungen eines „Deadheading-Piloten“ verhindert werden.
- **Absturz Lion Air Flug 610** am 29.10.2018 mit 189 Toten, selbe Problematik, jedoch fehlende Qualifikation der Piloten von Funktion und Umgang mit MCAS, in der Folge kann MCAS nicht deaktiviert und automatische „Nose-Down-Haltung“ kann nicht aufgehoben werden.
- **Absturz Ethiopian Airlines Flug 302** am 10.03. 2019: 157 Toten, selbe Problematik (s.o.).



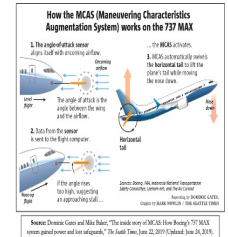
Source: Dominic Gates and Mike Baker, "The inside story of MCAS: How Boeing's 737 MAX system gained power and lost safeguards," *The Seattle Times*, June 22, 2019 (Updated: June 24, 2019).

Ursachen (Final Committee Report, 2020)

- Erste Stellungnahmen von Federal Aviation Administration (FAA) & Boeing: **Piloten schuldig**

Nach der Untersuchung zeigte sich jedoch u.a.:

- Boeing verschwieg Airlines und Piloten Existenz von MCAS sowie Funktionsuntüchtigkeit des AOA-Disagree-Alarms;
- Boeing-Testpiloten warnten vor unkontrollierter MCAS-Aktivierung; MCAS wurde wissentlich aus 737-MAX-Schulungshandbuch gestrichlen;
- Boeing-Ingenieure und bevollmächtigte Vertreter äußerten 2015 Bedenken ggü. MCAS und die fehlende Fähigkeit/Qualifikation von Piloten einer MCAS-Aktivierung entgegenzuwirken;
- Mitverantwortung FFA: Genehmigt Boeing das Entfernen von Verweisen auf das MCAS aus dem Schulungsmaterial für Piloten.



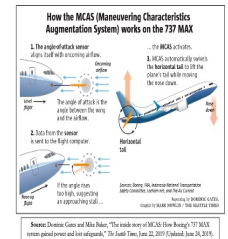
Hintergründe (Final Committee Report, 2020)

- 2013 versuchte Boeing absichtlich sicherzustellen, dass MCAS nicht als neue Funktion definiert wurde, um höher Kosten für Zertifizierung und Pilotenausbildung zu vermeiden
- Bedenken von Ingenieuren und Piloten wurden zurückgewiesen
- leitender Projektingenieur von Boeing für das Programm 737 MAX-8 war mit den wichtigsten Konstruktionsaspekten von MCAS nicht vertraut, als er die Konstruktion genehmigte
-

Fazit:

Fehlerhafter Automatisierung wurde wider besseres Wissen bevorzugt gegenüber den **Fähigkeiten qualifizierter Pilot: innen**, dabei wurden menschliche Stärken (protektive Faktoren) durch Technik sogar systematisch ausgeschaltet!

– „**Menschen als Manager schalten Operateure als Sicherheitserhaltende aus**“



Ereignis Boeing: Alaska-Airline-Flug 1282

- 05.01.2024: Boeing 737-9 verliert auf 4'900 Meter Höhe ein Rumpfteil (Notausgangstür)
- Piloten können Maschine Notlanden, Menschleben werden gerettet
- NTSB erteilt Flugverbot für 171 Maschinen
- Untersuchung ermittelte bei Stichproben denselben Montagefehler (vier fehlende Bolzen) an weiteren Maschinen
- Whistleblowing lieferte Hinweise

Ist das nun ein Beispiel für «**Resilienz**», oder **sicherheitsrelevante Anfälligkeit**?

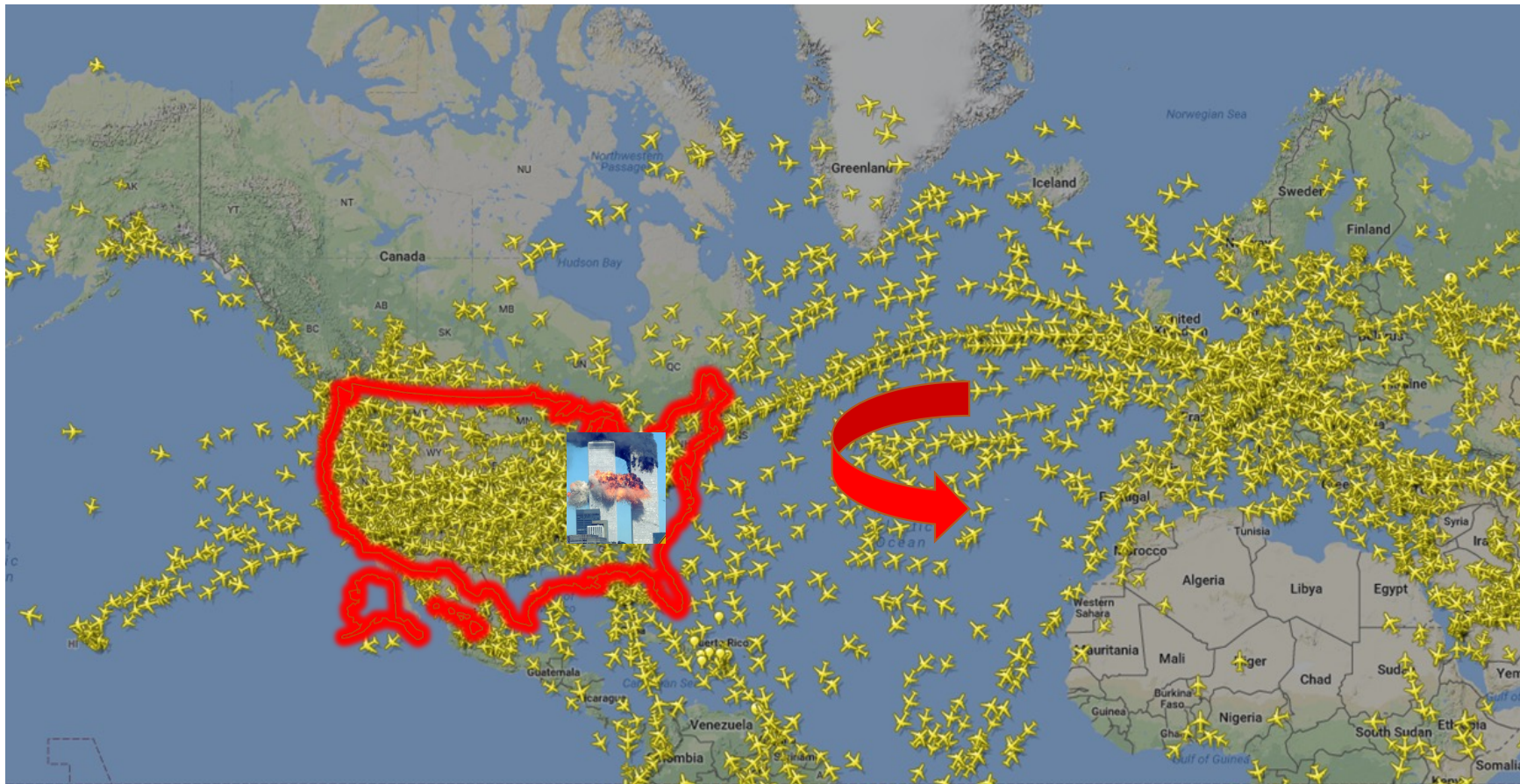


(Quelle: Lindsey Wasson, AP, dpa)

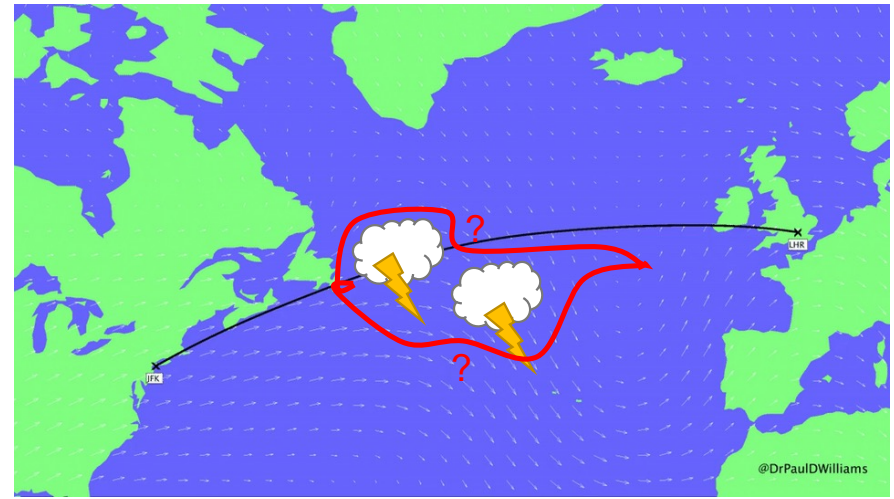
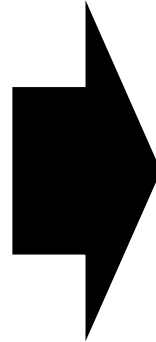
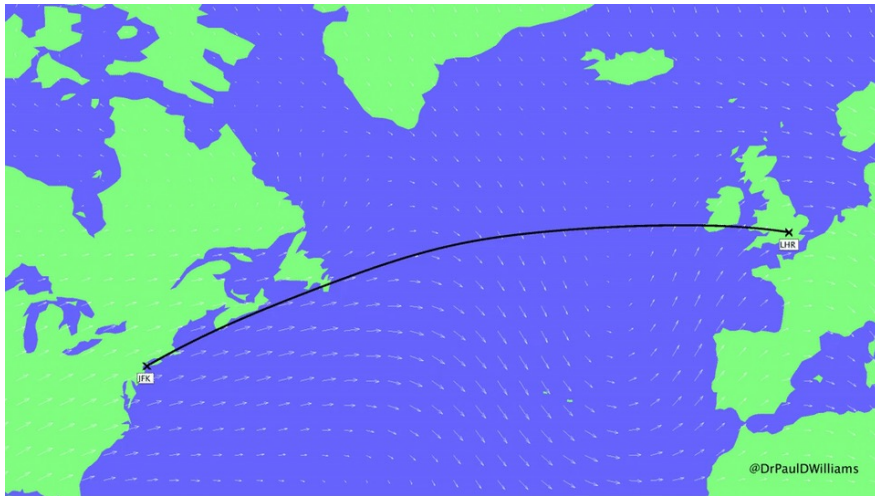
Paradigmenwechsel: Betrachtung menschlichen Kompensations-verhalten als protektive Anpassungsleistung (Adaption)

- **Adaption** (Ritz et al., 2015; Foster et al., 2019): «psychische Anpassung an neue Lebensumstände oder ungewohnte Situationen, die kurzfristig geschehen, in neuartige Handlungen münden und eine wichtige Grundlage für Organisationale Resilienz bilden»... sowie die Fähigkeit komplexer Systeme umfasst zu:
 - Selbstorganisation
 - Abgleich von Zielkonflikten
 - Neubewertung von Prioritäten
 - Innovation und
 - der Bewältigung neuartiger interner und externer Anforderungen
- **Voraussetzungen für protektives Handeln** in komplexen Arbeitssystemen:
 - Möglichkeiten zur Bewältigung unerwarteter und/oder unbekannter Situationen
 - Wissen über Stärken & Schwächen des Arbeitssystems
 - Fähigkeiten/Fertigkeiten zur Bewältigung

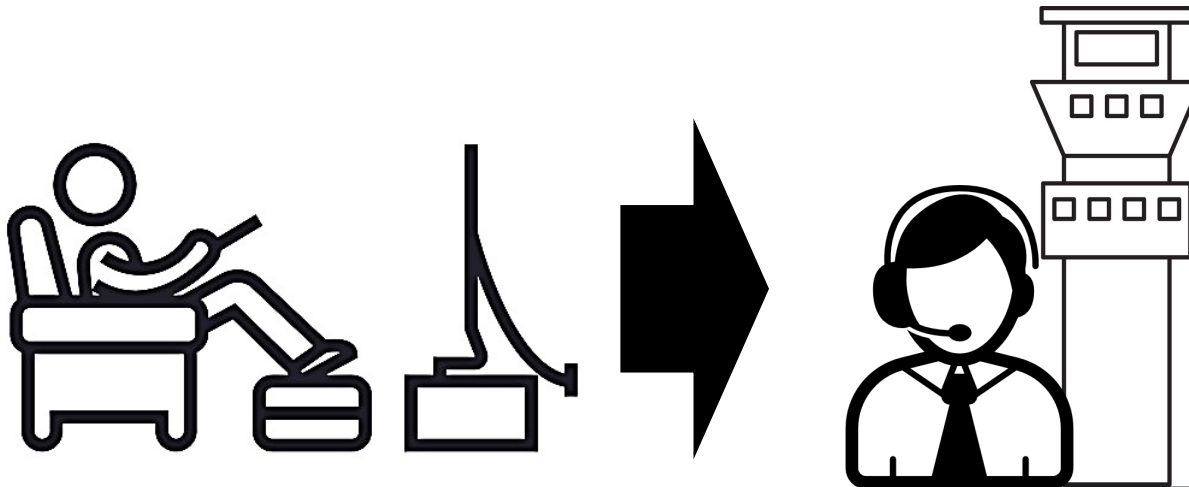
Beispiel 2: Adaption Flugverkehrssteuerung 11.09.2001 (Foster et al., 2019)



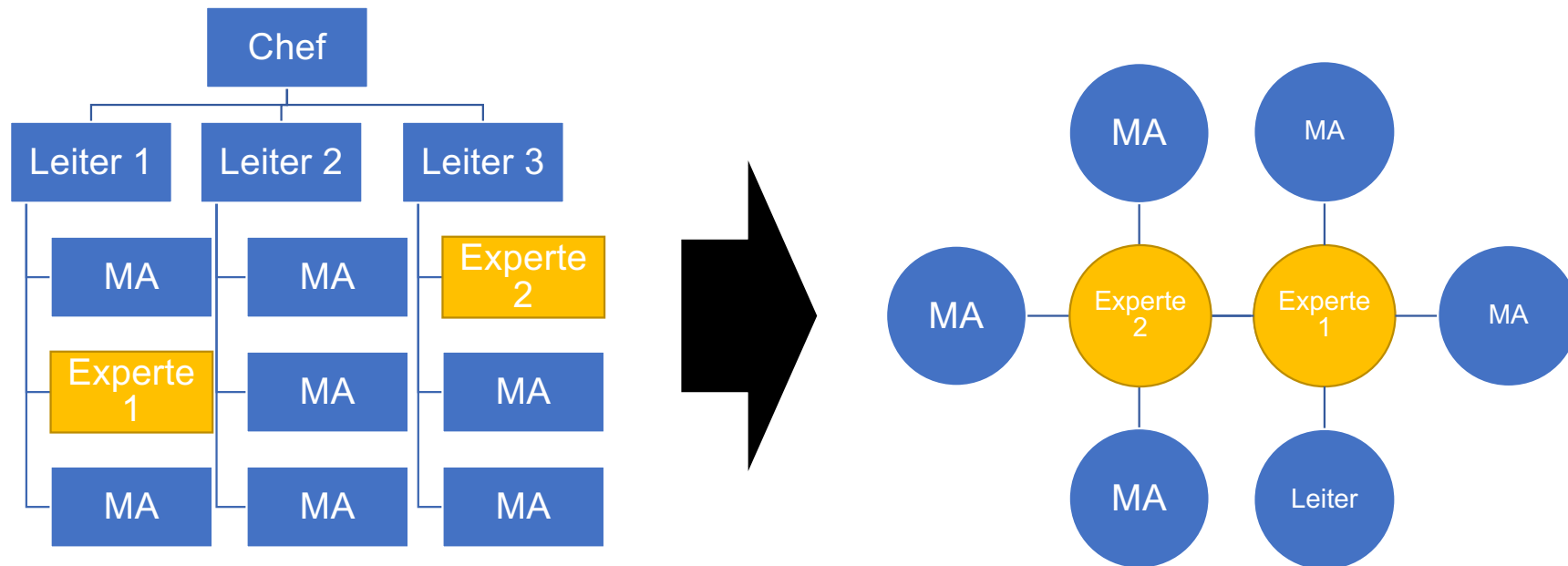
Situationaler Kontext: Unvorhersagbarkeit von Konsequenzen



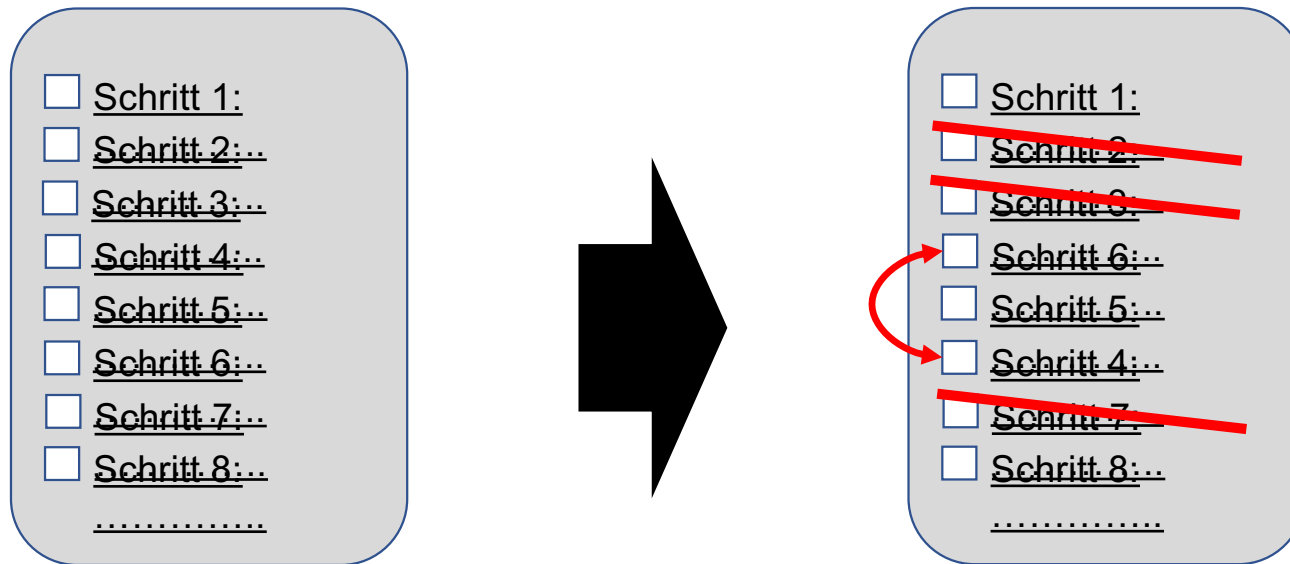
Improvisationsfähigkeit, Kreativität und freiwillige Bereitschaft



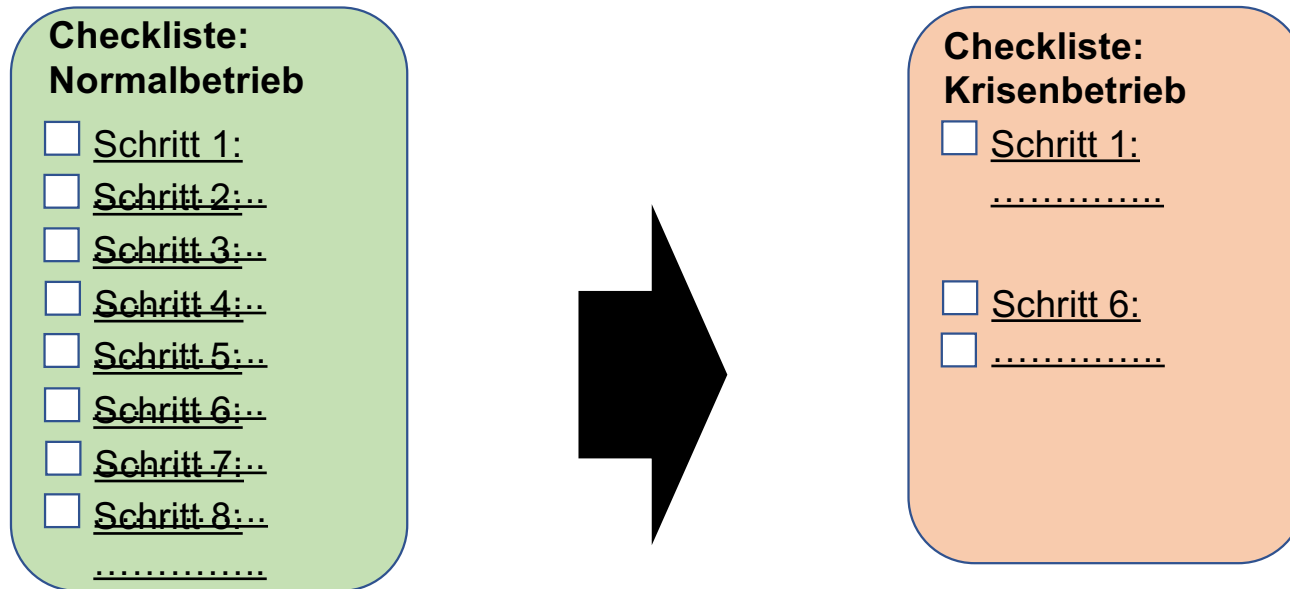
Nutzen von Erfahrung zur temporären strukturellen Anpassung



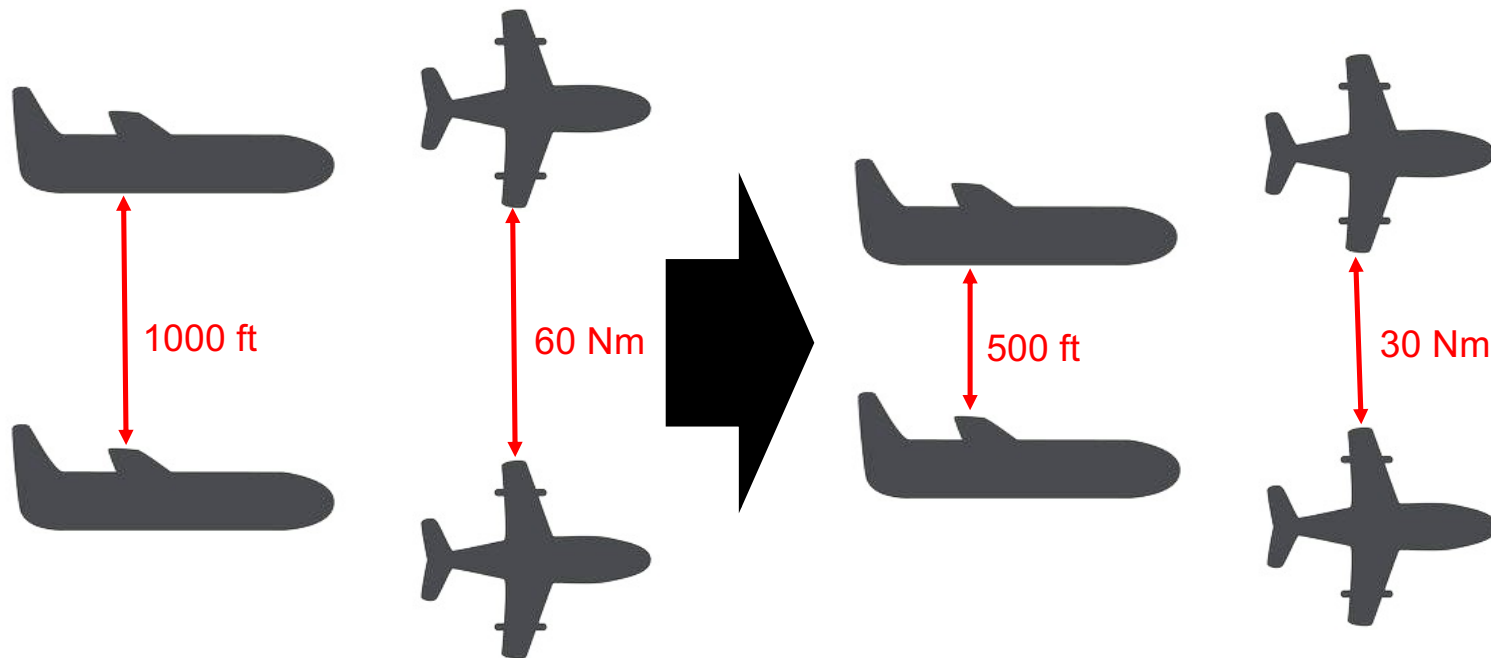
Strategien und informelle Praktiken zur Prozess- und Pfadanpassung



Anpassung von Checklisten und praktizierten Prozeduren



Kompromissfähigkeit hinsichtlich Trade-off-for-Performance

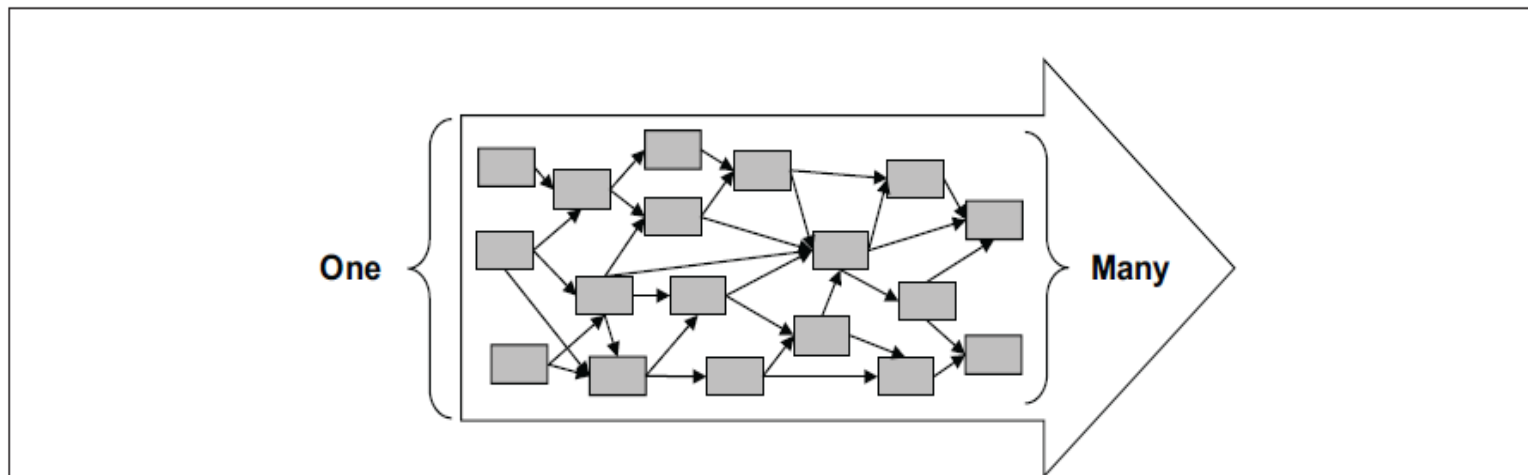


Formal betrachtet sind die gezeigten Adaptionshandlungen als Verstöße (Violations) zwar zu behandeln, in zahlreiche Verfahren resultierten jedoch keine juristische Verurteilungen!



Protektive menschliche Faktoren erschliessen, aber wie?

- Ansatz: **Untersuchungen von betrieblichen Arbeitsprozessen** (Realbetrieb, Simulatoren)
- Prozessverständnis nach Pentland et al. (2020), als „**sequentiell zusammenhängende Handlungen**, die sich im Laufe der Zeit im Sinne eines Raums möglicher Pfade entfalten“

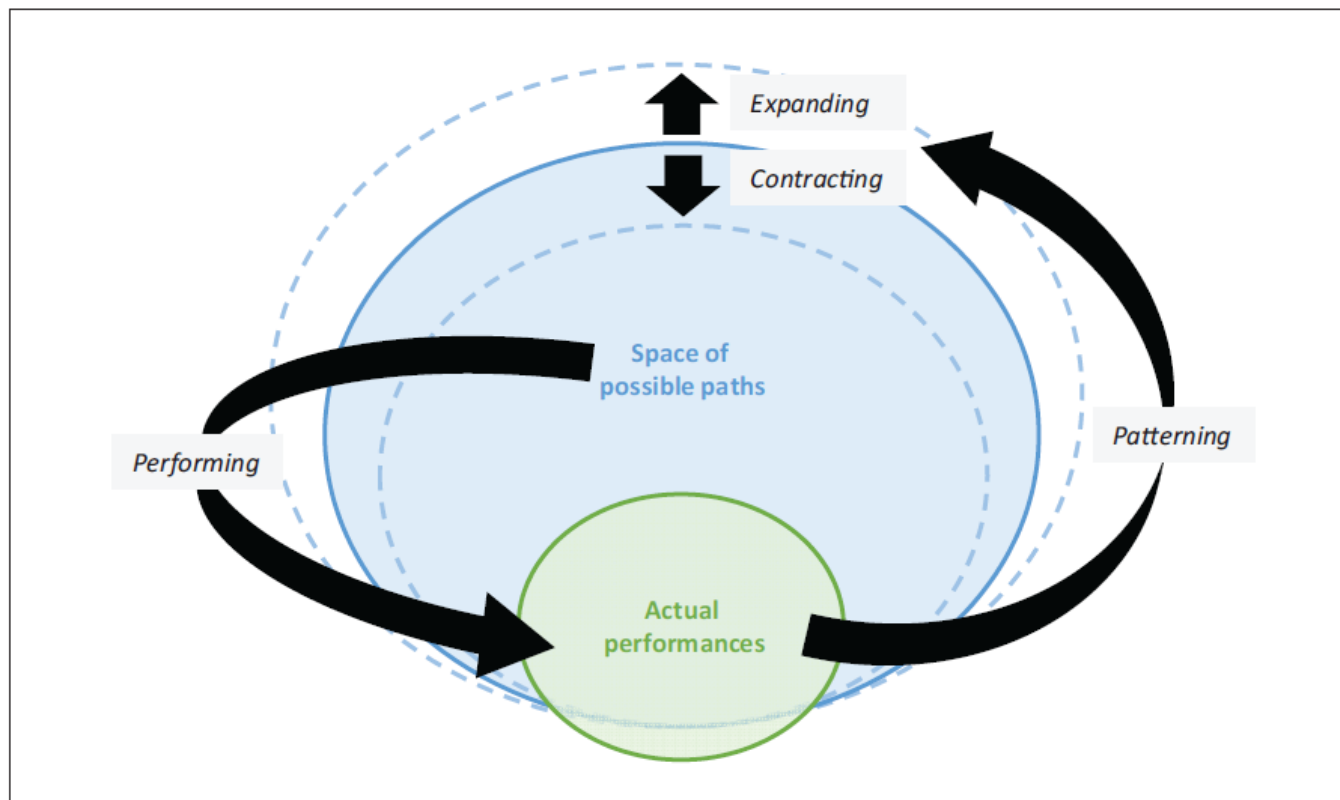


Pentland et al. (2020), S. 7

Protektive menschliche Faktoren (HF) erschliessen, aber wie?

- Relationale Perspektive auf die sequenzielle Abfolge von Handlungen: Aus der Beziehung zwischen Handlungen ergibt sich ergebenden Sinn und Handlungserfolg ableiten
 - **Prospektive Flexibilität:** Ein Ereignis beeinflusst und ändert nachfolgende Handlungen und die Prozessumsetzung
 - **Retrospektive Flexibilität:** Im Rückblick erhalten vollzogene Handlungen eine neue Bedeutung für Sicherheit & Zuverlässigkeit
- **Prozess Multiplicity:** Gesamtheit der Möglichkeiten, wie ein Prozess durchgeführt werden kann - Ein Prozess, viele mögliche Pfade, variierendem Outcome/Output
 - mögliche Pfade sind ein dynamisches Produkt von Ausführungen (Prozess-Performances) und umgekehrt
 - **Patterning:** Akteure gestalten durch ihre Handlungen kontinuierlich mögliche Pfade und Prozessverlauf (und umgekehrt), der Raum der möglichen Pfade erweitert und verkleinert sich dynamisch
 - beeinflusst zukünftige Leistung (z.B. häufig vs. seltene genutzte Pfade)

Protektive menschliche Faktoren erschliessen, aber wie?



Pentland et al. (2020) S. 14

Protektive menschliche Faktoren erschliessen, aber wie und wozu?

- **Handlungsvariabilität** in unerwarteten/unbekannten Situation untersuchen und Mitarbeitende als Expert/inn/en verstehen!
- Ansatz in der betrieblichen Praxis: **Workarounds aufzudecken** bieten die meisten Vorteile!
 - (technische, organisationale,....) Schwachstellen werden zeitgleich mit Copingverhalten (Kompensationsleistungen) ermittelbar, aus denen sowohl sicherheitsbezogene **Verbesserungspotenziale** als auch **protektive Human Factors** abgeleitet werden können
- **Erfahrungsrückfluss** kommt **Sicherheitsmanagement** und **Sicherheitskultur** gleichermaßen zugute, z.B. bei Trainings- und Systemgestaltung (komplementärer Ansatz)
- **Fazit:** Es gilt an der Erhaltung der **Systemsicherheit unter der aktiven Einbeziehung menschlicher Stärken** zu arbeiten, anstatt Sicherheit lediglich rechtsadäquat zu verwalten!
- **Ziel** ist die **kontinuierliche Entwicklung einer auf Resilienz ausgerichteten Organisationskultur** durch Nutzung protektiver menschlicher Faktoren bei der Bewältigung spezifischer Gefährdungspotenziale, Risikoerhöhungen und Kompensation von Kontrollverlust

Literatur

- Bainbridge, L. (1983). Ironies of Automation. *Automatica*, 19, 775-779.
- Brüngger, J. & Ritz, F. (2023). Ausweitung sicherheitsbezogener Grauzonen: Unrealistische Planungsannahmen für operative Tätigkeiten durch Führungskräfte. Beitrag zur 69. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V., Hannover, 01.-03.03.2023, S. 1-6. Sankt Augustin: GFA-Press. <https://www.researchgate.net/publication/369269419>
- Final Committee Report: The design, development & certification of the Boeing 737 MAX. (2020). Committee on Transportation and Infrastructure, U.S. House of Representatives. Washington, DC, 1-245.
- Foster, C., Plant, K. & Stanton, M.A. (2019). Adaptation as a source of safety in complex socio-technical systems: A literature review and model development. *Safety Science*, 118, 617-631.
- Pentland, B.T., Mahringer, C.A., Dittrich, K., Feldman, M.S. & Wolf, J.R. (2020). Process Multiplicity and Process Dynamics: Weaving the Space of Possible Paths. *Organization Theory*, 1(3), 1-21.
- Ritz, F. (2015a). *Betriebliches Sicherheitsmanagement: Aufbau und Entwicklung widerstandsfähiger Arbeitssysteme*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Ritz, F. (2015b). Organisationale Resilienz – Paradigmenwechsel, Konzeptentwicklung, Anwendung. In U. Bargstedt, G. Horn & A. van Vegten (Hrsg.), *Resilienz in Organisationen stärken - Vorbeugung und Bewältigung von kritischen Situationen* (S. 3-24). Frankfurt: Verlag für Polizeiwissenschaft, Schriftenreihe der Plattform Menschen in komplexen Arbeitswelten e.V.
- Ritz, F., Kleindienst, C., Brüngger, J. & Koch, J. (2015). Coping with unexpected safety-critical situations through adaptation - a concept for resilient (simulator) team training. In T. Ahram, W. Karwowski & D. Schmorow. *Proceedings of the 6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics AHFE. Conference track: 2nd International Conference on Safety Management and Human Factors* (pp. 5236-5242). July 26th-30th 2015 in Las Vegas (USA).
- Ritz, F., Kleindienst, C., Koch, J. & Brüngger, J. (2016). Entwicklung einer auf Resilienz ausgerichteten Organisationskultur. Gruppe. Interaktion. Organisation. Zeitschrift für Angewandte Organisationspsychologie, 47, 151-158. <https://doi.org/10.1007/s11612-016-0318-6>

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Weitere Informationen:

<https://www.fhnw.ch/de/personen/frank-ritz>

Kontakt

Prof. Dr. Frank Ritz

frank.ritz@fhnw.ch

