

Institut Mensch in komplexen Systemen (MikS)

## **Sicherheit positiv steuern: Entwicklung und Anerkennung protektiver Faktoren**

Prof. Dr. Frank Ritz

Psychologie kompakt - online  
15. Oktober 2024



## Inhalt

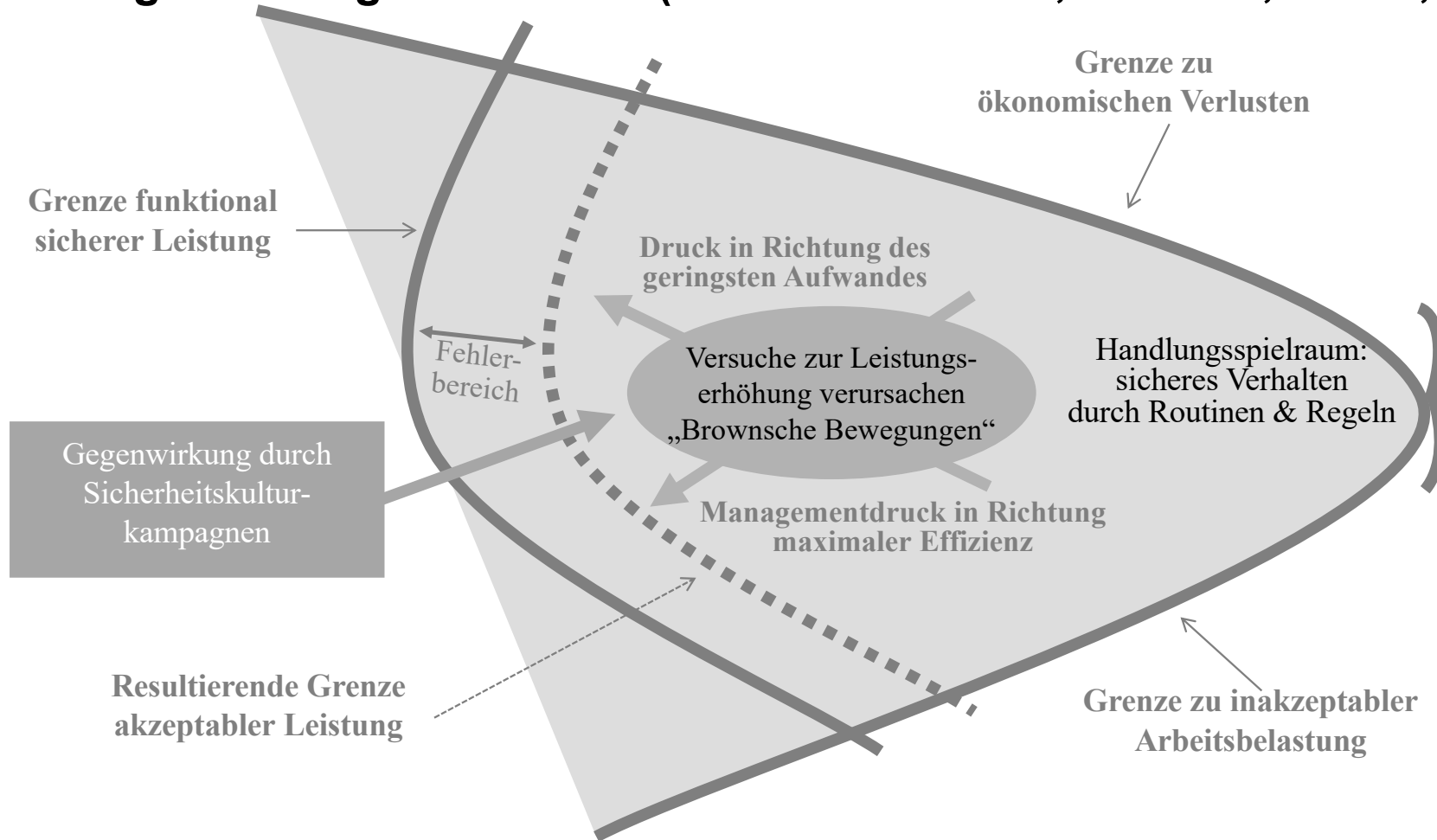
- Ausgangslage im aktuellen historischen Kontext
- «Drift-to-Danger» von Organisationen
- Zwei Beispiele aus der Luftfahrtbranche
- Adaptionen: menschlicher Handlungen als protektive Faktoren, neuere Forschungsansätze
- Wege zur Erschliessung protektiver Faktoren
- Workarounds & Verhaltensprävention als konkrete Ansätze (Forschung & betriebliche Praxis!)
- Gesamtfazit: Wir können uns nicht leisten, das **Innovationspotenzial** menschlicher Stärken zur Steuerung von Organisationen weitgehend ungenutzt zu lassen, und Sicherheit stattdessen lediglich vermeintlich rechtskonform zu verwalten und zu «managen»!

## Ausgangslage im historischen Kontext

- **Automatisierung** (Digitalisierung, KI-Einsatz, technische Vernetzung,...) birgt neben Chancen auch Gefahren- & Risikopotenzial für das Zusammenspiel von Mensch, Technik & Organisation
- Im Zeitalter des «**Virtual Man**» erleben «**Ironien der Automatisierung**» (Ritz, 2015a; Bainbridge, 1984) eine «Renaissance» während zunehmender digitaler Transformation
- «**Just Culture**» / «**Redlichkeitskultur**» gehört zum guten Ton & wird in organisationalen Sicherheitsleitbildern oft hervorgehoben, die **betriebliche Wirklichkeit sieht häufig anders aus!**
- Operative Sicherheitsaktivitäten richten oft Fokus retrospektiv auf **Fehler** und sicherheitsbedrohliche **Ereignisse** → **unzureichende Verhaltensprävention** und **verängstigte MA**
- Konzentration auf **ökonomische Effizienz** bei gleichzeitiger Vernachlässigung **humanistischer Kriterien** erhöhen Risikopotenziale (Brüngger und Ritz, 2023; Rasmussen, 1997)
- **Human Factors**: negativ konnotiert, werden in ihrer **protektiven Wirkung** äusserst selten in steuernde Sicherheitsaktivitäten einbezogen (Ritz, 2015a), obwohl **menschliche Kompensationshandlungen** Sicherheit gerade in unerwarteten /unbekannten Situationen aktiv aufrechterhalten (unbemerkt von Managementsystemen!)

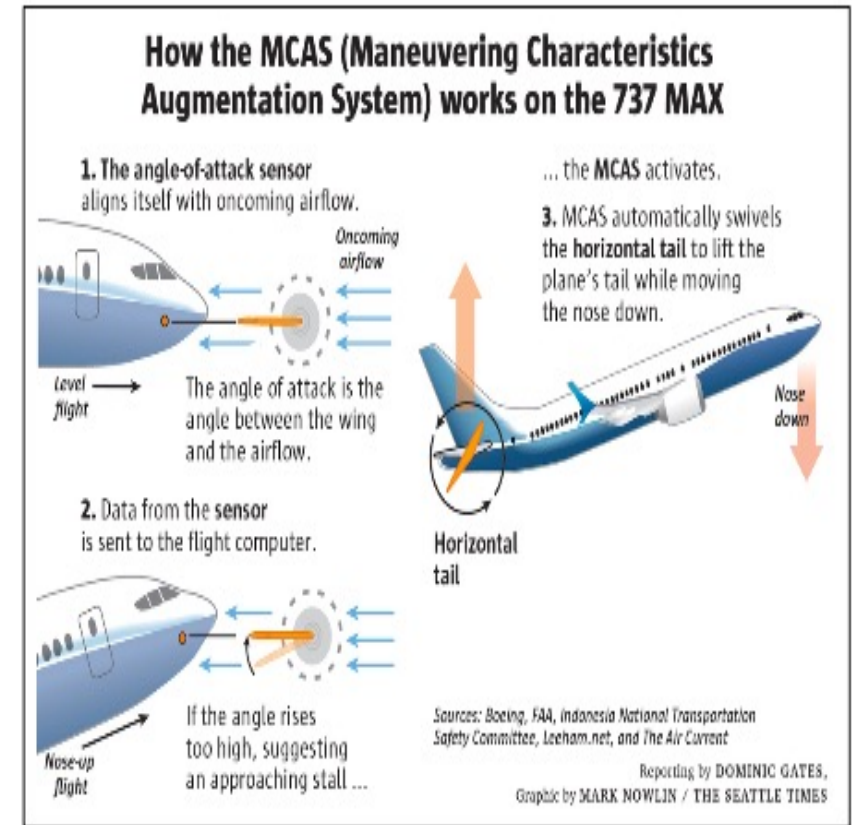
**Fazit:** Es besteht ein Wissensdefizit über **Human Factors im Sinne protektiver Handlungen**, die sicherheitsrelevante Ereignisse verhindern oder deren Konsequenzen abschwächen (Ritz, 2015b)

## «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.).
- ...



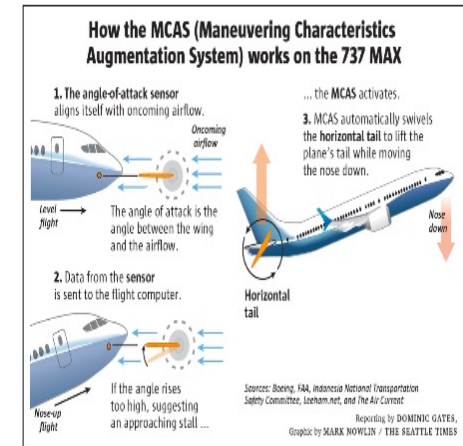
Source: Dominic Gates and Mike Baker, "The inside story of MCAS: How Boeing's 737 MAX system gained power and lost safeguards," *The Seattle Times*, June 22, 2019 (Updated: June 24, 2019).

## 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.



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).

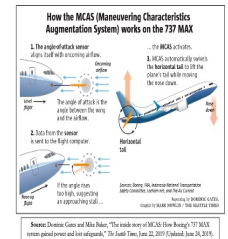
## Hintergründe (Final Committee Report, 2020)

- 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**?

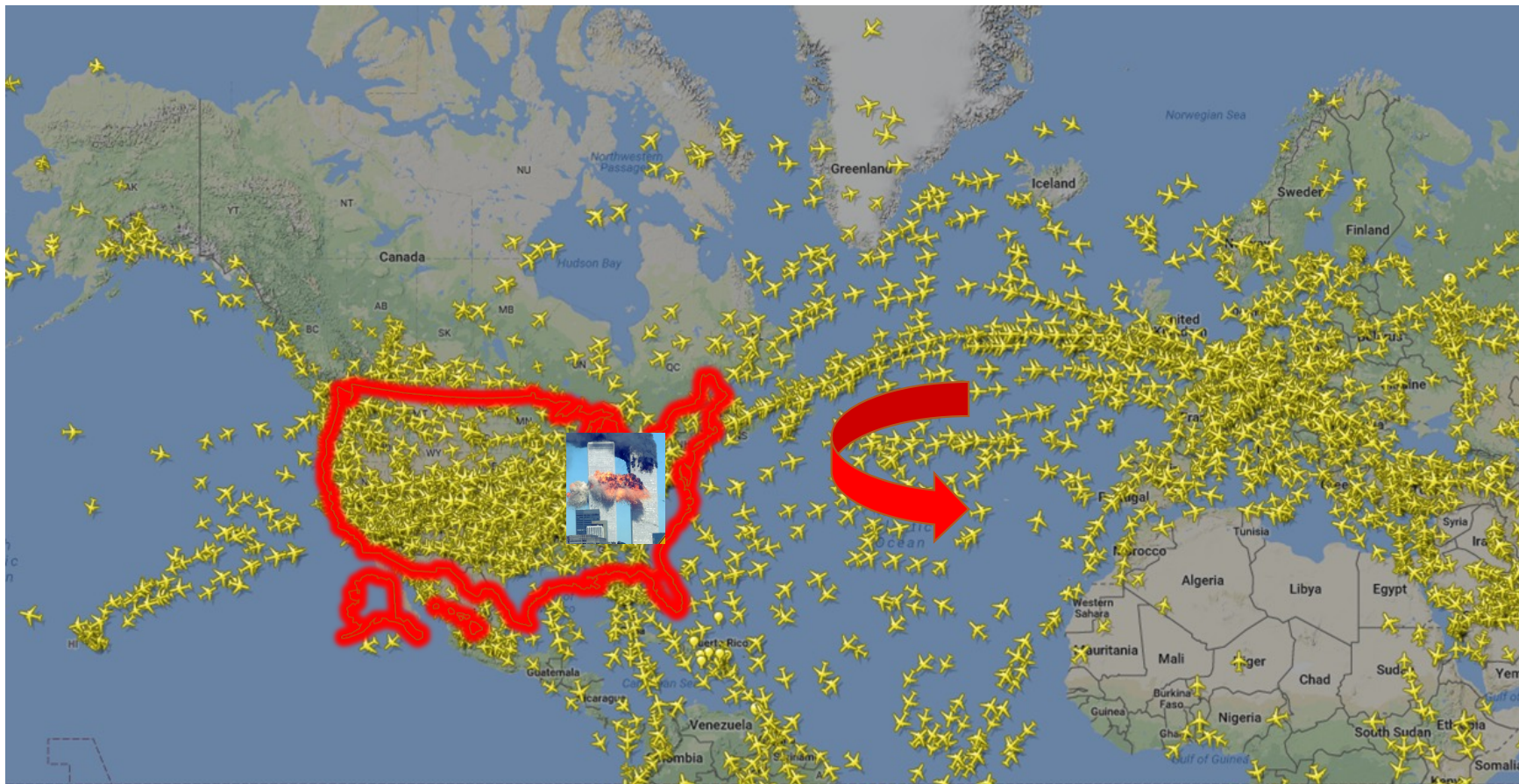


(Quelle: Lindsey Wasson, AP, dpa)

## Paradigmenwechsel: Betrachtung menschlichen Kompensationsverhalten als protektive Anpassungsleistung (Adaption)

- **Adaption** (z.B. Ritz et al., 2015; Foster et al., 2019, 2024): «**psychische Anpassung** an neuartige, situative Lebensumstände oder ungewohnte Situationen, die kurzfristig eintreten, und dadurch neuartige Handlungen (Verhaltensantworten) provozieren, die als wichtige Grundlage für **Organisationale Resilienz** die **Schutzfähigkeit komplexer Systeme** (Organisationen) weiterentwickelt hinsichtlich:
  - Selbstorganisation
  - Abgleich von Zielkonflikten
  - Neubewertung von Prioritäten
  - Innovation und
  - der Bewältigung neuartiger interner und externer Anforderungen...: **Innovation!**
- **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

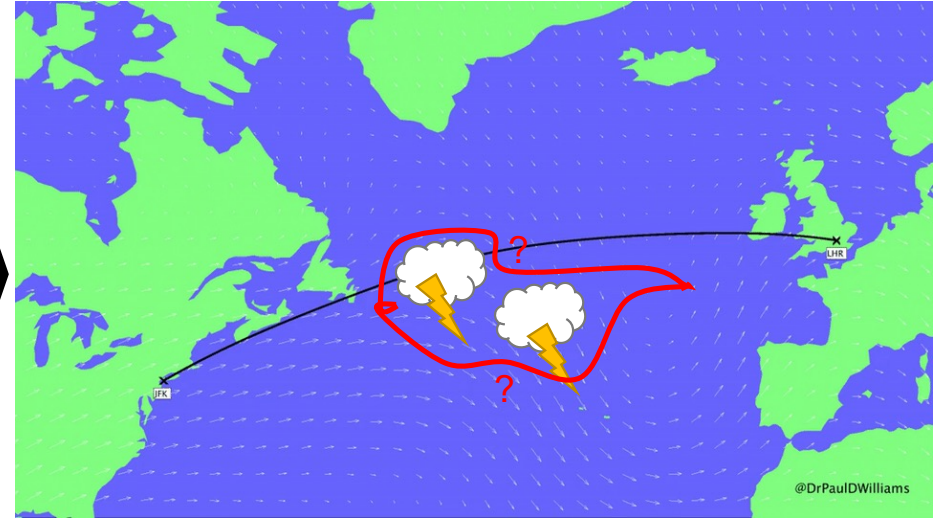
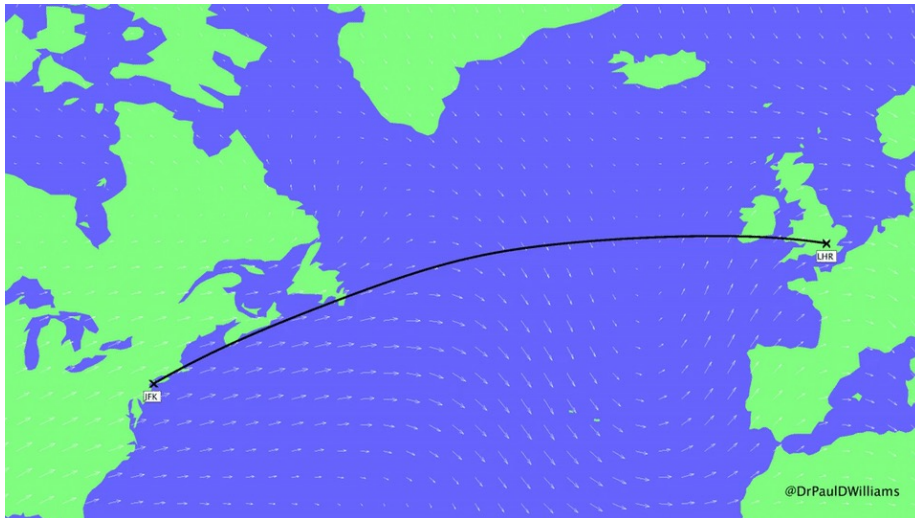
## Beispiel 2: Adaptionen bei Flugverkehrssteuerung 11.09.2001 (Foster et al., 2019)



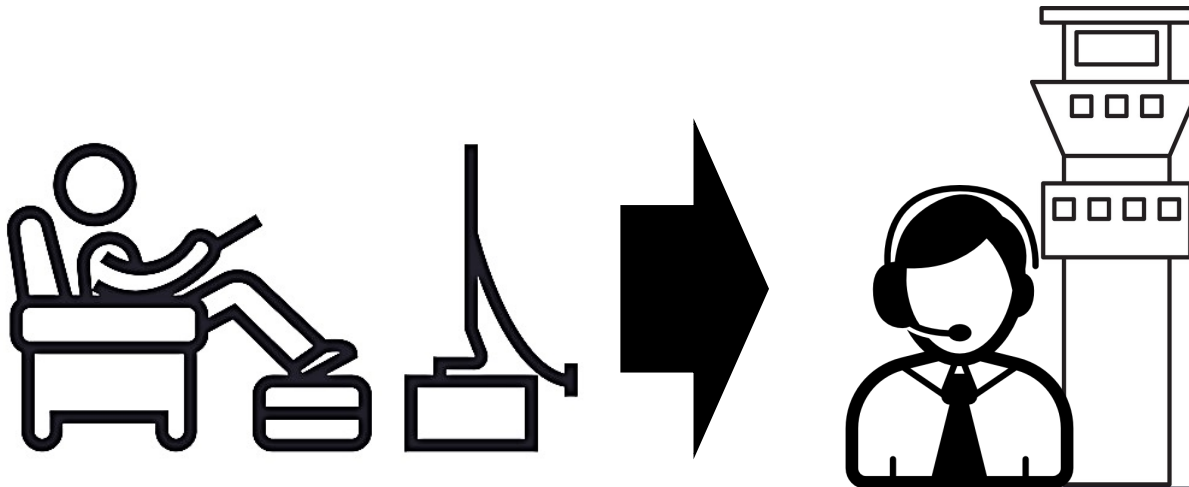
## Quelle von Adaption durch Akzeptanz von Gefahr, Ungewissheit,... (Beispiele)

- Unvorhersehbarkeit von Konsequenzen
- Improvisationsfähigkeit, Kreativität und freiwillige Bereitschaft
- Nutzen von Erfahrung zur temporären strukturellen Anpassung des Organisierens
- Strategien und informelle Praktiken zur Prozess- & Pfadanpassung
- Anpassung von Checklisten und praktizierten Prozeduren
- Kompromissfähigkeit hinsichtlich Trade-off-Performance (hier Sicherheitsleistung)

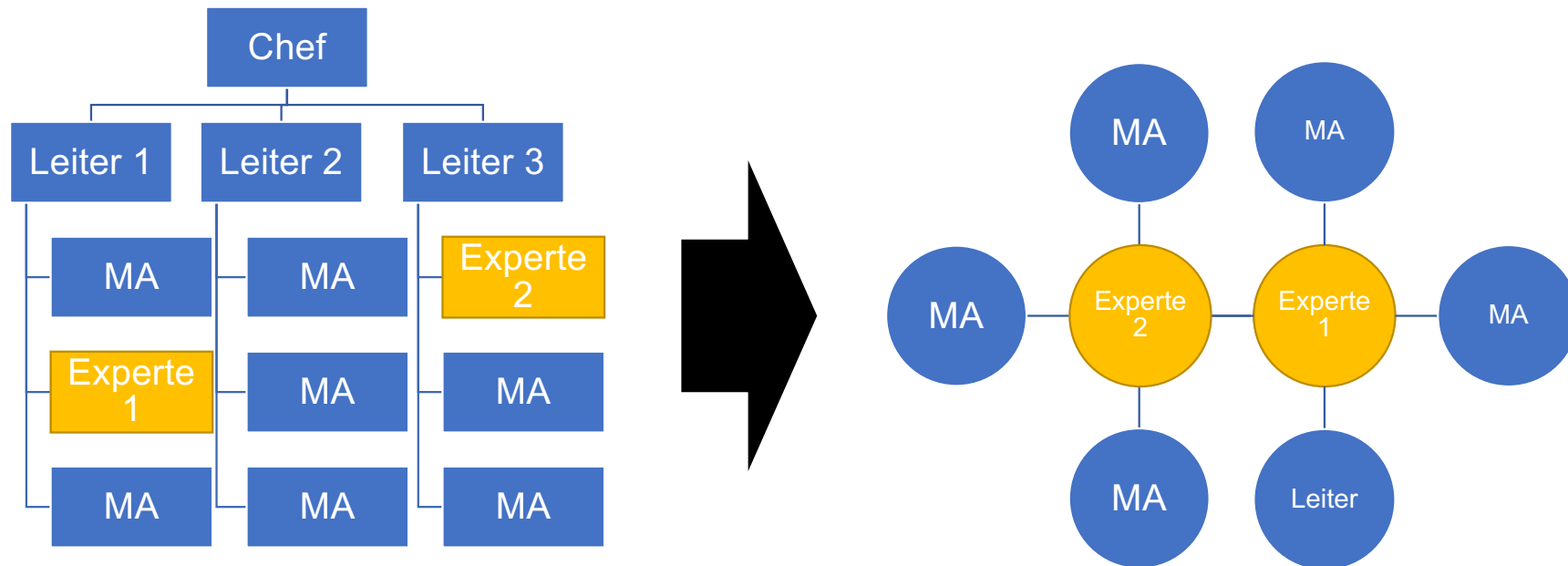
## Situationaler Kontext: Unvorhersagbarkeit von Konsequenzen



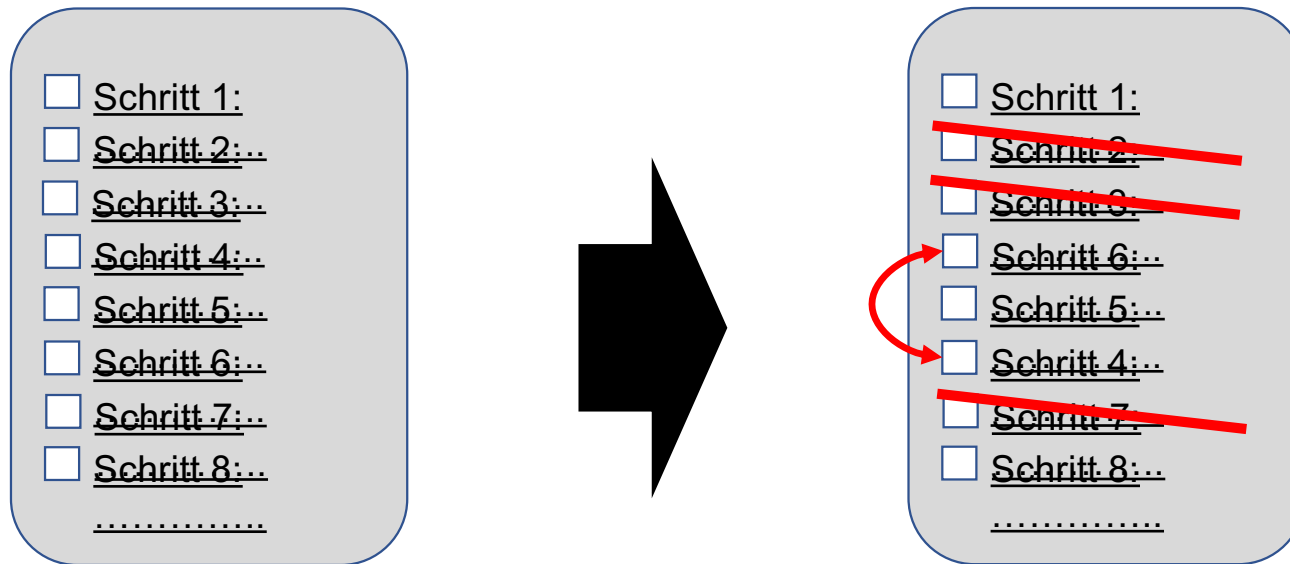
## Improvisationsfähigkeit, Kreativität und freiwillige Bereitschaft



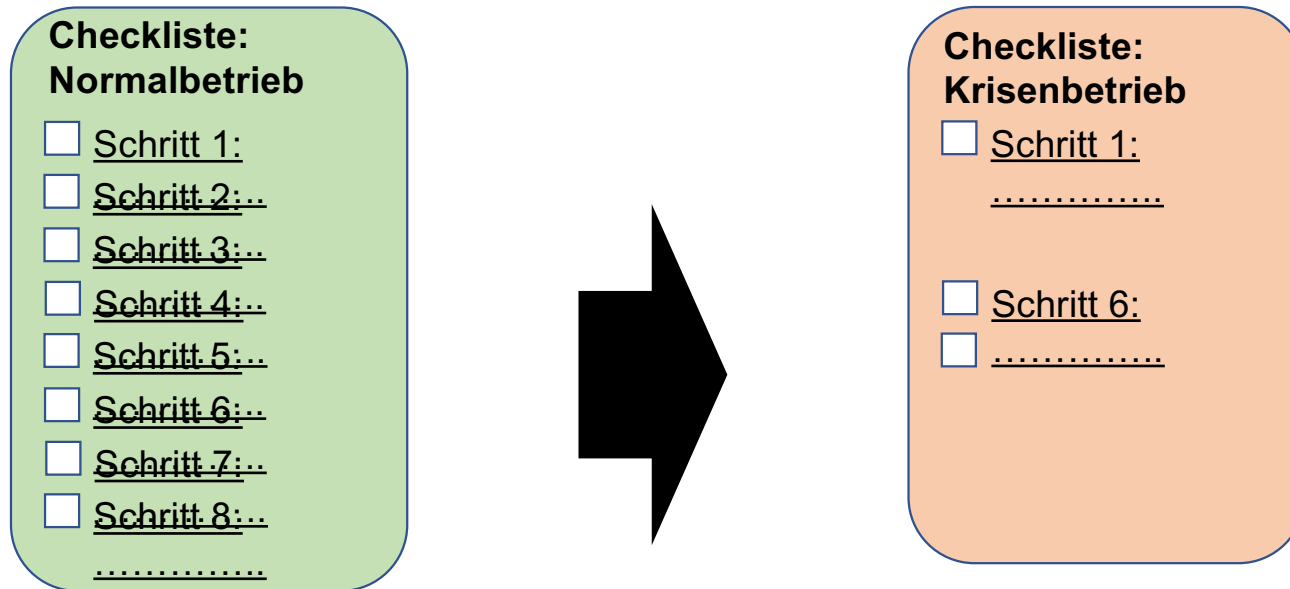
## Nutzen von Erfahrung zur temporären strukturellen Anpassung



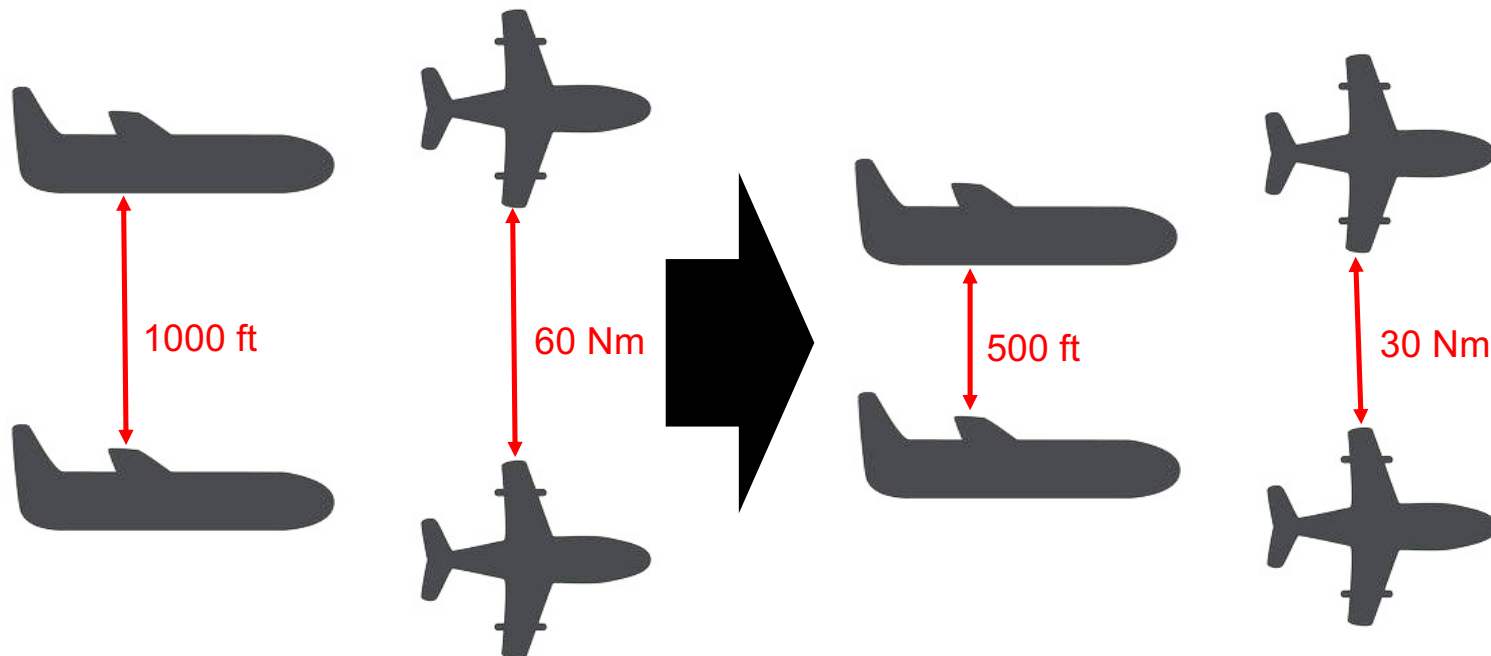
## Strategien und informelle Praktiken zur Prozess- & Pfadanpassung



## Anpassung von Checklisten und praktizierten Prozeduren



## Kompromissfähigkeit hinsichtlich Trade-off-for-Performance

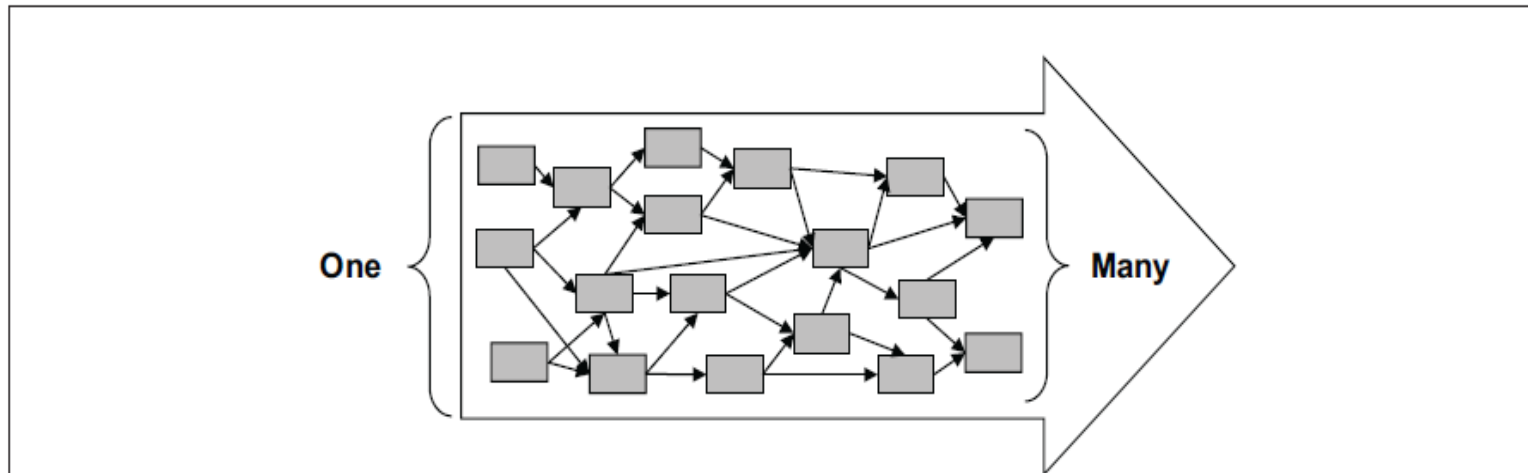


**Formal betrachtet sind die gezeigten Adaptionshandlungen als Verstösse (violations) zwar zu behandeln, in zahlreiche Verfahren resultierten jedoch keine juristischen Verurteilungen!**



## Ansatzpunkte zur Ermittlung protektive menschliche Faktoren (HF)

- 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**“

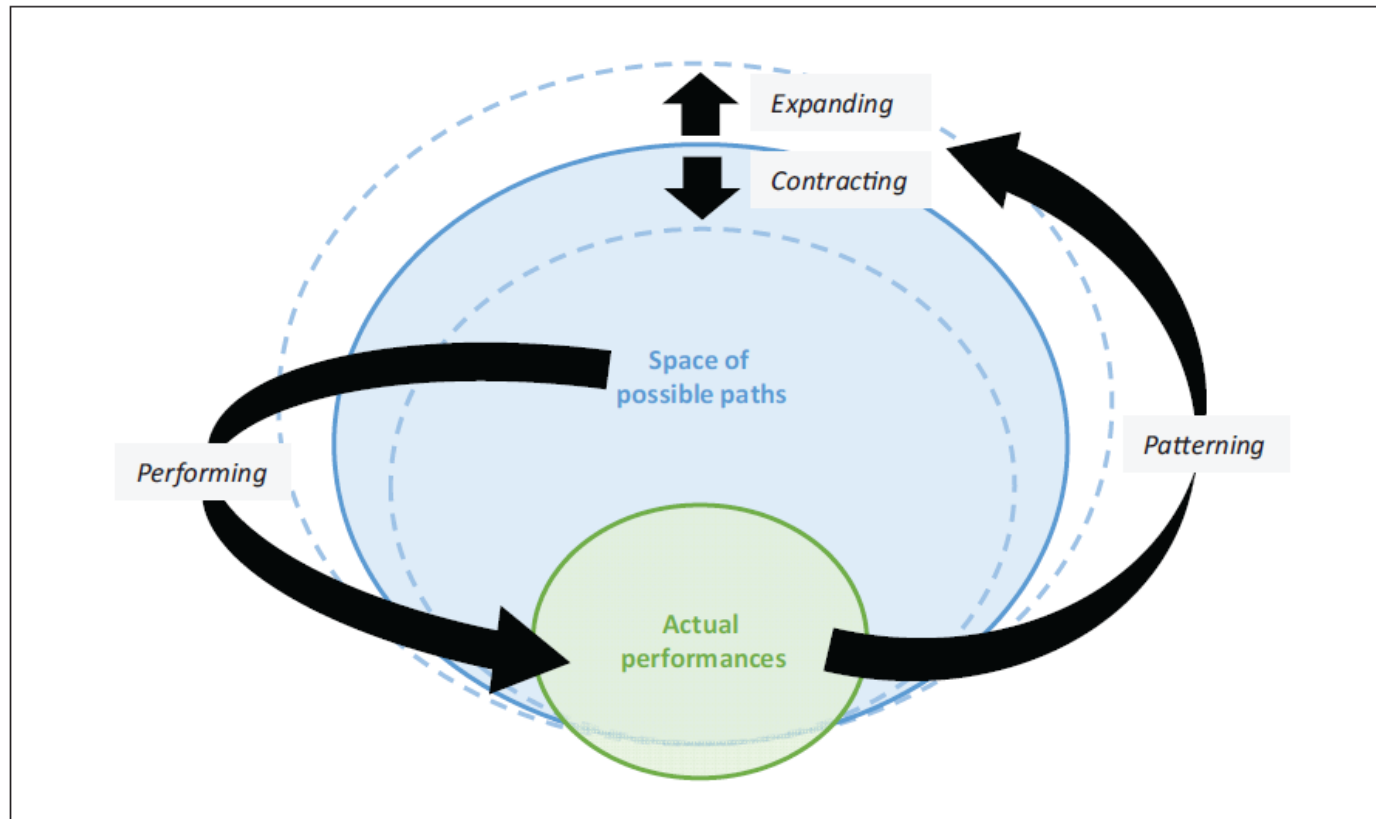


Pentland et al. (2020), S. 7

## Protektive menschliche Faktoren (HF) erschliessen, aber wie genau?

- 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 (Sicherheits-) Leistung (z.B. häufig vs. seltene genutzte Pfade)

## Innovationspotenzial protektiver menschliche Faktoren (HF) nutzen



Pentland et al. (2020), S. 14

## Protektive menschliche Faktoren erschliessen, aber wie und wozu?

- Ausgangslage: Sicherheitsgerichtete Massnahmen dienen in/für Organisation oft lediglich als **formaler (juristischer) Nachweis**, bei konkreten **Sicherheitshandlungen** werden MA sich hingegen selbst überlassen; Gefahr **durch Kombination fehlender Funktionalität** und **vermeintliche Nachweise** werden **latent Risikopotenziale erhöht** oder ausgelöst!
- **Handlungsvariabilität** in variierenden Situationen untersuchen; MA als Expert/inn/en behandeln und **Innovationen** sicherheitsgerichteter Entwicklung für Organisationen sichern!
- Ansatz für betriebliche Praxis: **Workarounds aufzudecken!**
  - (technische, organisationale,....) **Schwachstellen** werden zeitgleich mit **Copingverhalten** (Kompensationsleistungen) ermittelbar,
  - sicherheitsbezogene **Verbesserungspotenziale** als auch **protektive Human Factors** können abgeleitet und zur **Verhaltensprävention** eingesetzt werden
- **Erfahrungsrückfluss** kommt **Sicherheitsmanagement** und **Sicherheitskultur** gleichermaßen zugute, z.B. bei Trainings- und Systemgestaltung (komplementärer Ansatz)
- Fazit: **Die Steuerung der Erhaltung der Systemsicherheit erfordert die aktive Einbeziehung menschlicher Stärken, Sicherheit lediglich passiv rechtskonform zu verwalten ist schädlich!**

- 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.
- Foster, C., Plant, K. & Mcilroy, R.C. (2024). The Adaptive Organisation: Progress in understanding adaptation in safety management. *Safety Management and Human Factors*, 151, 125–135.
- 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 26<sup>th</sup>-30<sup>th</sup> 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

