



# Komplexität & Lernen

Ausgabe 29 | Dezember 2013

## Editorial zur 29. Ausgabe

Sehr geehrte Leserin, Sehr geehrter Leser,

die Entwicklung, dass wir alle immer älter werden, hat den Nebeneffekt, dass wir uns einmal Gelerntes auch immer länger merken müssen. Aber auch die technische Entwicklung führt dazu, dass uns die Technik viele Dinge und Fertigkeiten "abnimmt", die wir erst dann wieder zum Einsatz bringen müssen, wenn die Technik ausfällt, oder wenn man keinen Strom hat. Aber wie gut sind wir (dann noch) dazu in der Lage? Das haben wir uns auch gefragt und sind dieser Frage in einem Experiment nachgegangen. Dabei findet sich erstaunliches, nämlich dass Arbeitserfahrung - auch mit der Technik - nicht vor Vergessen schützt, wie der Beitrag von Julia Miebach, Barbara Frank und mir zeigt.

Wenn die Technik plötzlich ausfällt, erleben wir auch schlagartig eine physiologische und emotionale Reaktion, die wir "Stress" nennen. Sich "gestresst" fühlen gehört zwar einerseits schon fast zum guten (Arbeits-)Ton, war aber andererseits immer etwas schwierig in quantitative Daten zu übersetzen und blieb doch eher ein "subjektives" Erleben. Was den/die eine/n stresst, bringt den/die andere/n noch nicht aus der Ruhe. Florian Watzlawik zeigt Ihnen in seinem Beitrag nun auf, wie man die Stressreaktion inzwischen mit (fast) einfachen Mitteln und Techniken auch in Arbeitssituationen in quantitative Daten übersetzen kann. Also "Jetzt wird wieder in die Hände gespuckt" - aber dies vor allem um den Cortisolwert im Speichel zu messen, wie Sie in seinem Beitrag erfahren können.

Aus der Praxis berichtet diesmal Björn Scholz, der uns über seine Untersuchung von Fliegerhorstfeuerwehren informiert, die er als High Responsibility Teams untersucht hat - denn auch hier ist Feuerwehr nicht gleich Feuerwehr. Fliegerhorstfeuerwehren, die üblicherweise nicht viele Personen kennen oder sich deren Existenz bewußt sind, sind eine feste Institution

der Bundeswehr und werden eigens für den Brandschutz und die technische Hilfeleistung unter besonders kritischen Einsatzbedingungen ausgebildet und aufgestellt. Mit seinem Beitrag verhelfen wir den Fliegerhorstfeuerwehren vielleicht auch zu etwas mehr Publizität.

Wir freuen uns, wenn für Sie etwas Interessantes dabei ist und wir Sie anregen können über "das eine oder andere" weiter nachzudenken, zu sprechen und Implikationen in der Praxis umzusetzen.

Wir wünschen Ihnen eine schöne Weihnachts- und Winterzeit,

Annette Kluge & das gesamte WiPs-team



## Zum Inhalt

### Aus der Forschung für die Praxis:

- Schützt Arbeitserfahrung vor Fertigkeitsverlust in hochautomatisierten Arbeitsumgebungen?, von Annette Kluge, Julia Miebach & Barbara Frank
- Psychische Gesundheit am Arbeitsplatz – Cortisolmessung als praktikable Methode zur Erfassung der psychischen Belastung?, von Florian Watzlawik
- Die Fliegerhorstfeuerwehren der Bundeswehr als High Responsibility Teams, von Björn Scholz





## Aus der Forschung für die Praxis

### Schützt Arbeitserfahrung vor Fertigkeitsverlust in hochautomatisierten Arbeitsumgebungen?

Von Annette Kluge, Julia Miebach & Barbara Frank

Schon seit einiger Zeit befassen wir, d.h. konkret Barbara Frank, Julia Miebach und ich, uns mit der Frage von Fertigkeitsverlust und -erhalt innerhalb von Tätigkeiten, die stark automatisiert sind. Bei diesen hochautomatisierten Tätigkeiten, z.B. in der Prozesskontrolle in Kraftwerken, in der Chemieanlagen und in Raffinerien, aber auch in der zivilen/kommerziellen Aviatik, z.B. beim A 380, übernimmt die Automation das Regeln und Steuern von Prozessen, die in ihrer Komplexität den/die menschlichen Operateur/in stark fordern bis überfordern würden.

Das ist natürlich prinzipiell eine gute Idee, die kognitiven Voraussetzungen des menschlichen Operateurs/ der Operateurin zu berücksichtigen und wirkt natürlich auch sehr menschenfreundlich. Man will den/die menschliche/n Operateur/in nicht überfordern und damit Stress und mögliche fehlerhafte Handlungen, die zu irreversiblen negativen Konsequenzen führen, wie z.B. bei einer Explosion, vermeiden, so dass niemand durch mögliche menschliche Fehler aufgrund zu hoher Komplexität geschädigt wird.

#### Die Kehrseite der Automation

Nun haben solche technischen Ideen und Innovationen aber auch meistens eine Kehrseite. Bei der Automation ist das u.a. ein möglicher Fertigkeitsverlust, da der/die Operateur/in nun mehr nur noch die Rolle einer/eines aktiven Beobachters/Beobachterin inne hat, der/die die automatisierten Prozesse geistig mitverfolgt und überwacht.

Das kann man sich ungefähr so vorstellen: Wir versetzen uns in einen Fahrradkurier. Dieser soll nun nicht mehr selber aktiv Fahrrad fahren, sondern darf nur noch zuschauen, wie das Fahrrad automatisiert fährt, der/die ehemalige Fahrradfahrer/in schaut dabei zu, ob das automatisierte Fahrradfahren auch gut gelingt und die Sendungen zugestellt werden. Wenn jetzt die Automatisierung des Fahrradfahrens nun plötzlich ausfällt, was würden Sie vermuten, wie gut könnte der bis dahin beobachtenden ehemalige Fahrradkurier nun selber wieder Fahrrad fahren?

Das hängt, würden Sie vielleicht antworten, davon ab, wie lange der menschliche Fahrradfahrer nur beobachten konnte und wie das Fahrrad beschaffen ist und wie anspruchsvoll die Strecke ist etc...

Also nun stellen wir uns vor, dass es ca. 3 Jahre her ist, dass der/die Fahrradfahrer/in das letzte Mal selber gefahren ist. Nun, man geht davon aus, dass man bestimmte Dinge wie Fahrradfahren nicht wirklich verlernt, aber dennoch ist zu vermuten, dass man auf den ersten Metern etwas "rum-eiert", um erstmal wieder die Balance zu finden und man sich an die Fahrsituationen im Straßenverkehr wieder etwas gewöhnen muss und die Geschicklichkeit lässt auch etwas zu wünschen übrig. Zusammengefasst: Unser/e menschliche/r Fahrradfahrer/in wird nicht vom Rad fallen, aber man braucht dennoch Zeit um wieder so gut zu fahren wie zu der Zeit, als man das Fahrradfahren der Automatisierung überlassen musste.

Bei den automatisierten Tätigkeiten ist es aber nun in der Regel so, dass die Automatisierung sehr präzise steuert und regelt. Das Ziel ist es deshalb auch nach einer längeren Zeit des Nicht-Gebrauchs einer Tätigkeit, diese beim ersten Mal ebenso präzise auszuführen, als wäre man gar nicht aus der Übung. Man nennt das "First-shot performance" (Hammerton, 1967).

In der Newsletter Ausgabe Nr. 26 vom März diesen Jahres haben wir bereits berichtet, dass Refresher-Interventionen dazu dienen können, einen möglichen Fertigkeitsverlust durch Nicht-Gebrauch zu verhindern oder zumindest abzuschwächen.

#### Die Weiterentwicklung bisheriger Experimente für eine bessere Übertragbarkeit auf die Praxis

An der Übertragbarkeit unserer in Newsletter Nr. 26 vorgestellten experimentellen Settings kann man jedoch die Kritik äußern, dass Operateure/innen selbst in der Phase des Nicht-Gebrauchs einer bestimmten Fertigkeit, (z.B. das Anfahren der Anlage in einer vorgeschriebenen Reihenfolge von Schritten) am Arbeitsplatz nicht "Nichts" tun, sondern doch gewissen Routinetätigkeiten ausführen, in denen sie sich "irgendwie" mit der Anlage, die automatisiert gesteuert wird, auseinandersetzen.

Julia Miebach hat deshalb ein Experiment entwickelt, in welchem unsere menschlichen Operateure in der Phase des Nicht-Gebrauchs nicht "Nichts" tun, sondern mit der Anlage interagieren, z.B. Routine-Aufgaben erledigen oder auf Veränderungen im Wetter reagieren und das Verhalten der Anlage anpassen müssen (Abbildung 1).





## Ergebnisse zum Wissenserhalt

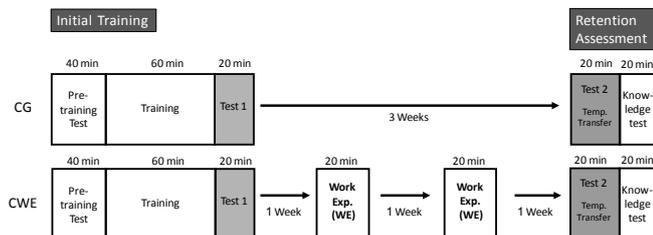


Abbildung 1. Untersuchungsdesign und -prozedur. Initial Training = Ersttraining, Retention Assessment = Messung nach der Phase des Nicht-Gebrauchs, CG = Kontrollgruppe, CWE = Experimentalgruppe, WE = Work Experience (Abbildung aus Kluge, Frank & Miebach, 2013).

Es wurde dabei darauf geachtet, dass diese Work Experience -Tätigkeiten keine Fertigkeitselemente enthalten, die gleichfalls auch beim Anfahren der Anlage benötigt werden (die Anzahl sog. identischer Element wurde also geringgehalten). Wir haben somit eine Art normale Schicht in einer Leitwarte simuliert, in der mit der zu steuernden Anlage (auch in diesem Fall AWASim) interagiert wird, die aber nicht das Wiederholen der Anfahrprozedur enthält.

Das Versuchsdesign sah wie folgt aus:

Die **Experimentalgruppe** machte folgendes:

1. Woche: Ersttraining der Anfahrprozedur bis zum Erreichen eines Kriteriums (es muss mindestens 1000 l sauberes Wasser produziert werden)
2. Woche: eine simulierte "Schicht" vormittags/nachmittags
3. Woche: eine simulierte "Schicht" vormittags/nachmittags
4. Woche: Messung der Behaltensleistung der Anfahrprozedur nach den 2 Wochen des Nichtgebrauchs.

Die **Kontrollgruppe** machte folgendes:

1. Woche: Ersttraining der Anfahrprozedur bis zum Erreichen eines Kriteriums (es muss mindestens 1000 l sauberes Wasser produziert werden)
2. Woche: -
3. Woche: -
4. Woche: Messung der Behaltensleistung der Anfahrprozedur nach den 2 Wochen des Nichtgebrauchs.

Beim *theoretischen Wissen* über die Anfahrprozedur, die wir mit einem schriftlichen Wissenstest abgefragt haben, zeigten sich noch keine sehr gravierenden Unterschiede. Die Kontrollgruppe, die in den 3 Wochen des Nicht-Gebrauchs auch keine Gelegenheit hatten mit der Anlage zu interagieren, verlieren etwas von ihrem theoretischen Wissen. Die EG, die zweimal die Anlage in zwei simulierten Schichten bedient hat, hat dagegen das theoretische Wissen, das sie vorher erworben hatte, vollständig erhalten (Abbildung 2).

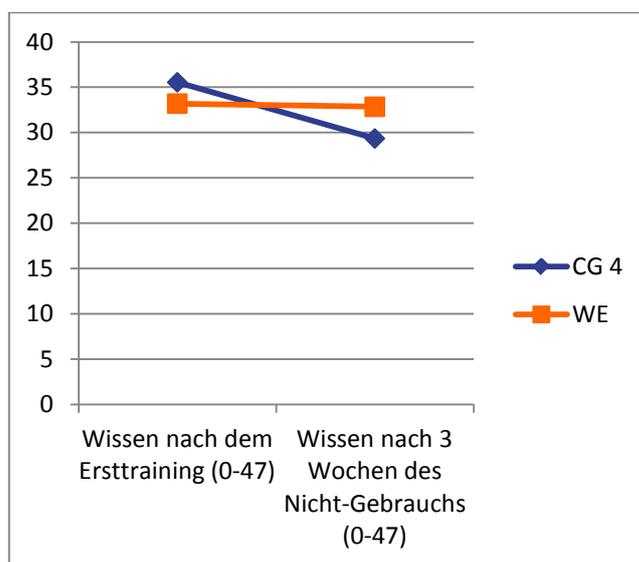


Abbildung 2. Wissen über die Anfahrprozedur nach dem Ersttraining und nach 3 Wochen des Nicht-Gebrauchs. 0-47 bedeutet hier, dass die Leistung im Wissenstest zwischen 0 und 47 Punkten liegen kann.

Das Wissen zu besitzen ist nun die eine Sache, aber kann man das Wissen auch umsetzen und anwenden?

## Ergebnisse zum Fertigkeitserhalt- was bleibt nach 3 Wochen?

Interessant war nun zu sehen, dass sich beide Gruppen, auch die mit Arbeitserfahrung, im Vergleich zu ihren *praktischen* Leistungen vor der Phase des Nicht-Gebrauchs *verschlechterten*. Die Kontrollgruppe verlor dabei sehr stark die Fertigkeit die Anlage anzufahren und war nur noch in der Lage ca. 300 Liter zu produzieren, die EG (in der Abbildung mit WE fuer Work Experience bezeichnet) schaffte dagegen noch 800 Liter zu produzieren (Ziel war es 1000 l zu produzieren).

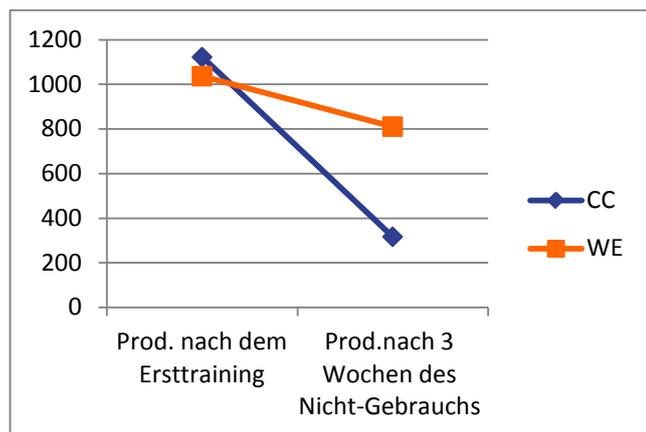


Abbildung 3. Leistung nach der Phase des Nicht-Gebrauchs gemessen in produziertem sauberen Wasser (Prod.) in Litern, WE = Work Experience/ Experimentalgruppe, CG = Kontrollgruppe.

Es zeigte sich also, dass Arbeitserfahrung, wenn sie nicht die Elemente der Fertigkeit enthält, die nicht verloren gehen soll, nur bedingt dazu führt, dass diese Fertigkeit erhalten bleibt. Es zeigt sich auch, dass selbst wenn man Wissen über die Anfahrprozedur hat, dieses noch lange nicht sinnvoll und "produktiv" umsetzen kann.

**Kontinuierliche Arbeitserfahrung schützt also nicht vor Fertigkeitsverlust** von sehr speziellen und selten auftretenden Fertigkeiten, die nur selten abgerufen werden müssen.

#### Veröffentlichungen dazu:

**Miebach, J.** (2013). *The impact of work experience on skill retention of complex work tasks in high risk working environments - an experimental study in a simulation environment*. Master thesis, University of Duisburg-Essen, Duisburg, Germany: Chair of Business and Organisational Psychology.

**Kluge, A., Frank, B. & Miebach, J.** (accepted). Measuring skill decay in process control - results from 4 experiments with a simulated process control task. In D. de Waard, et al. (Eds.) (2013). *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Europe Chapter 2013 Annual Conference*. ISSN applied for. Available from <http://hfes-europe.org>

## Psychische Gesundheit am Arbeitsplatz – Cortisolmessung als praktikable Methode zur Erfassung der psychischen Belastung?

Von Florian Watzlawik

Das Thema psychische Gesundheit (am Arbeitsplatz) steht schon seit vielen Jahren im Fokus der nationalen und internationalen Debatten (WHO, 2007; Kommission der Europäischen Gemeinschaften, 2005) und erlebt aktuell national durch den 2012 von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) veröffentlichten Stressreport (Lohmann-Haislah, 2012) besondere Aufmerksamkeit. Mit der im November 2013 verabschiedeten Änderung der Paragraphen vier und fünf des Arbeitsschutzgesetzes (ArbSchG) und der Aufnahme von psychischer Belastung in den Kontext der Gesundheitsgefährdung, findet auch eine Änderung der rechtlichen Rahmenbedingungen statt.

Dass die Ursachen für psychische Erkrankungen vielfältig sind und sich psychische Gesundheit und Arbeit nicht voneinander trennen lassen, wird in der öffentlichen Darstellung und Wahrnehmung erst langsam thematisiert. So lassen eine gestresste Mitarbeiterin oder ein gestresster Mitarbeiter die psychischen Belastungen ebenso wenig einfach am Arbeitsplatz zurück, wie sie private Belastungen morgens am Werkstor ablegen. In der aktuellen Statistik der Deutschen Rentenversicherung werden psychische Erkrankungen als häufigste Frühverrentungsursache angegeben (Deutsche Rentenversicherung Bund, 2013). Des Weiteren hat das Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) aktuell das Thema psychische Gesundheit am Arbeitsplatz als Schwerpunktthema für die nächsten Jahre definiert. Ziel des Schwerpunktprogrammes ist es, praktikable Instrumente zu entwickeln, um Gefährdungsfaktoren in der Arbeitswelt zu erkennen und ihnen effektiv zu begegnen (Bundesministerium für Arbeit und Soziales, 2013). Die Evaluation und Beurteilung von (psychischen) Gefährdungsfaktoren bei der Arbeit schreibt der veränderte Paragraph fünf des ArbSchG jedem Arbeitgeber vor.

**Insbesondere vor dem Hintergrund der gesetzlichen Verpflichtung der Arbeitgeberseite entsprechende psychische Gefährdungen zu beurteilen, besteht ein Bedarf sowohl an validen Messinstrumenten, welche die Gefährdungen erfassen, als auch an Instrumenten, welche die psychologische Belastung der ArbeitnehmerInnen valide messen.**



Zusammenfassend kann konstatiert werden, dass das Thema psychische Gesundheit in wissenschaftlichen und öffentlichen Debatten breit und intensiv diskutiert wird.

### WAS ist psychologischer Stress

Walter Cannon und Hans Selye gelten als Pioniere der (physiologischen) Stressforschung. Die Autoren stellen heraus, dass der Organismus auf einen Stressor über zwei sog. "Stressachsen" reagiert, mit dem Ziel die Bedrohung oder Belastung möglichst schnell zu bewältigen und anschließend wieder in einen als Homöostase bezeichneten Basiszustand zu gelangen (Abbildung 4).

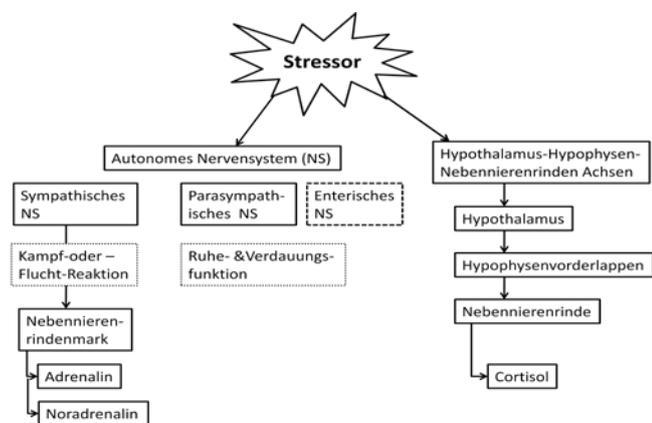


Abbildung 4. Übersicht über beide Stressachsen (eigene Darstellung, adaptiert nach Kirschbaum et al., 1999).

Die physiologische Stressreaktion beginnt im zentralen Nervensystem, wo zum einen der sympathische Zweig aktiviert wird, was eine erhöhte Ausschüttung von Adrenalin und Noradrenalin zur Folge hat. Die von Adrenalin vermittelte Erhöhung des Herzschlags und die daraus resultierende bessere Innervation des Herzens, der Lunge und der Muskeln, sorgt (kurzfristig) für eine erhöhte Leistungsbereitschaft, so dass die neuen Aufgaben oder Belastungen bewältigt werden können (sog. **erste Verteidigungswelle**).

Zum anderen wird ausgehend vom zentralen Nervensystem über den Blutweg und die Freisetzung des primären **Stresshormons Cortisol** eine langsame und zeitverzögerte Anpassung an länger andauernde Belastungen und eine Wiederherstellung der Homöostase initiiert, was als **zweite Verteidigungswelle** bezeichnet werden kann (Kirschbaum, 1991). Betrachtet man den Anstieg der Cortisolkonzentration im Speichel, so zeigt sich, dass dieser sukzessive ansteigt und den Peakwert ca. 25 Minuten nach der Konfrontation mit einem Stressor erreicht (Kirschbaum, 1991; Abbildung 6).

Bei einer (wissenschaftlichen) Auseinandersetzung mit dem Konstrukt Stress muss hinsichtlich der Dauer des Stressors (akut vs. chronisch) differenziert werden. Während akuter Stress eine Situation beschreibt, die zeitlich begrenzt ist und eine kurze Aktivierung der Stressantwort initiiert, kann chronischer Stress als wiederkehrende oder anhaltende mehrmonatige bis mehrjährige Aktivierung der Stressreaktion definiert werden (Wolf, 2009).

### WIE kann Stress gemessen werden?

Mit dem Verständnis der biologischen Stressprozesse kann die Aktivität der beiden Stressachsen relativ einfach und valide gemessen und als Merkmal für Stressbelastung auch im Kontext der Arbeitswelt eingesetzt werden.

So kann die Aktivierung des sympathischen Nervensystems über die Messung der Reaktion der sympathisch innervierten Organe erhoben werden. **Eine Konfrontation mit einem Stressor sorgt in Abhängigkeit von der Intensität und Dauer etwa für eine Beschleunigung des Herzschlags, eine Erhöhung des Blutdrucks oder auch Erweiterung der Pupillen** (Wolf, 2009). Die stressinduzierte Aktivierung der zweiten Stressachse kann über **die Konzentration des Cortisolgehalts im Speichel** einfach und zuverlässig erhoben und überprüft werden.

Die Verwendung dieser biologischen Stressmarker kann somit in Ergänzung zu klassischen self-reports und Expertenbeobachtungen ein valides und starkes Instrumentarium darstellen, mit welchem die gesetzlichen Forderungen nach physiologischen und psychologischen Gefährdungsbeurteilungen des Arbeitsplatzes erfolgreich und sinnvoll umgesetzt werden können.

Ein geeignetes Mittel um psychische Stressoren am Arbeitsplatz zu identifizieren und zu evaluieren sind selbstauskunftsbezogene Fragebögen oder Beobachtungen (Semmer, Grebner & Elfering, 2004). Das von Semmer entwickelte Instrument zur stressbezogenen Tätigkeitsanalyse (ISTA) stellt ein valides Messinstrument dar, dass sowohl Beobachtungen, als auch Befragungen berücksichtigt, welches sich jedoch weniger zur Identifikation, als für die Evaluation von Stressoren eignet. Wie Semmer und Kollegen (2004) jedoch zu Bedenken geben, müssen Befragungen zu Belastungspotentialen



und Beobachtungen der Arbeitstätigkeiten als Messinstrumente personenspezifisch betrachtet werden. Legt man etwa das transaktionale Stressmodell zu Grunde, so ist eine Situation nicht per se stressinduzierend, vielmehr ist die individuelle Bewertung der Situation sowie der eigenen Bewältigungsressourcen wichtig.

Vor diesem Hintergrund der Kritik an Selbstauskünften und (Experten-) Beobachtungen, können physiologische Messungen als sinnvolle Alternative zu beiden Verfahren gesehen werden, um valide ein aktuelles Stressniveau zu messen.

### Die Messung des Cortisolspiegels auch außerhalb des Labors?

Während die Verwendung der biologischen Stressmarker im (kognitions-)wissenschaftlichen Kontext bereits seit vielen Jahren verwendet wird, um Einflüsse von Stress auf Lern- und Gedächtnisleistungen zu überprüfen, ist der Einsatz im Kontext der Arbeitspsychologie erst seit gut zehn Jahren zu beobachten und wird kontrovers diskutiert.

So sind die physiologischen Stressantworten etwa der Cortisolspiegel im Speichel keinesfalls ohne Einschränkungen zu bewerten, vielmehr muss beachtet werden, dass die physiologischen Anpassungsprozesse von einer Vielzahl von Faktoren beeinflusst werden können (etwa dem Konsum von Alkohol, Drogen, Koffein, Zigaretten, aber auch anderen Hormonen, Gesundheits- und Essverhalten).

Die Ausschüttung von Cortisol folgt unter ‚normalen Umständen‘ einem stabilen, zyklischen Rhythmus, bei dem das niedrigste Level während der ersten Stunden in der Nacht erreicht wird, in den frühen Morgenstunden ansteigt und den Höhepunkt 30 bis 45 Minuten nach dem Aufwachen erreicht. Im Laufe des Tages sinkt der Cortisolspiegel im Speichel sukzessive ab. Dieser zyklische Rhythmus kann jedoch durch die zuvor genannten Faktoren, aber auch durch die Aufwachzeit oder durch Krankheiten teilweise stark verändert werden. Dementsprechend ist es wichtig, neben dem Zeitpunkt, zudem die Speichelprobe erfolgt, auch die dargestellten Faktoren zu erfassen oder zu kontrollieren, um aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen (Semmer et al., 2004).

Eine insbesondere im Kontext der Arbeitspsychologie und zur Erfassung des chronischen Stressniveaus bewährte Methode im Umgang mit dem biologischen Stressmarker Cortisol, ist die Erfassung der sog. **Cortisolaufwachreaktion (CAR)**. Die Ausschüttung von

Cortisol folgt einem zyklischen Rhythmus mit einem Peakwert 30 bis 45 Minuten nach dem Aufwachen. Bei der Erfassung der CAR werden die ProbandInnen gebeten, unmittelbar nach dem Aufwachen sowie 30 Minuten, 60 Minuten und 120 Minuten nach dem Aufwachen selbstständig eine Speichelprobe abzugeben (Abbildung 5). Die dazu benötigten sog. Salivetten werden den Untersuchungsteilnehmern/innen dafür z.B. mit nach Hause gegeben. Nach der Auswertung der Proben kann anschließend sowohl der erreichte Spitzenwert, als auch der Grad des Rückgangs der Konzentration für Untersuchungen verwendet werden.



Abbildung 5. Übersicht Abgabe einer Speichelprobe mit Salivette® von Saarstedt (eigene Zusammenstellung in Anlehnung an Saarstedt AG & Co.).

In verschiedenen Studien (Eller, Netterstrom & Hansen, 2006) konnte dargestellt werden, dass eine hohe CAR positiv mit einem hohen Level an Arbeitsstress und depressiven Symptomen assoziiert ist. Ausgehend von diesen Erkenntnissen kann etwa überprüft werden, welchen Einfluss unterschiedliche Stressoren im beruflichen Kontext (etwa Zeitdruck, Anstrengung-Belohnungsungleichgewicht) auf die Cortisolausschüttung haben. Eller, Netterstrom und Hansen (2006) zeigen in einer Studie, dass Männer und Frauen bezogen auf verschiedenen Stressoren unterschiedliche Cortisolantwort aufweisen.

### Erste empirische Ergebnisse im Kontext unserer Forschung

Dass die Ergebnisse bei Beachtung und Kontrolle der dargestellten Faktoren überaus eindrucksvoll und für die Überprüfung von arbeitspsychologischen Fragestellungen hilfreich sind, zeigen die Ergebnisse einer im Frühling und Sommer 2013 im Fachgebiet Wirtschaftspsychologie durchgeführten eigenen Studie.

Im Rahmen dieser Studie wurde bei der Hälfte der ProbandInnen mittels eines standardisierten Stresstestes (dem sog. Trierer Social Stress Test, TSST) psychologischer Stress induziert, um anschließend zu überprüfen, inwiefern sich Stress auf sicherheitsrelevantes, regelkonformes Verhalten in einer komplexen Simulationsumgebung (AWASim) auswirkt.





Die ProbandInnen wurden dafür zunächst in der Steuerung einer Abwassersimulationsanlage (AWASim) trainiert. Das Training der zwei verschiedenen Anfahrprozeduren gestaltetet sich analog zu bisherigen Studien (etwa von der Heyde, Brandhorst & Kluge, 2013).

Nach einer Erfassung der (gelernten) impliziten und expliziten Wissensinhalte, wurde bei der der Experimentalgruppe mittels standardisiertem Verfahren (dem TSST) Stress induziert.

Die Kontrollgruppe durchlief eine Placeboversion des Stressverfahrens, bei welcher keine Aktivierung der Stressachsen erfolgt.

Abbildung 6 zeigt deutlich, wie stark sich der Cortisolspiegel im Speichel nach einer Konfrontation mit einem Stressor im Vergleich zur Kontrollgruppe verändert.

Nach der Stressinduktion war es die Aufgabe der ProbandInnen die Abwasseranlage (AWASim) entweder unter Stress (Einfluss des Stresshormons Cortisol) oder unter Normalbedingungen in zwei unterschiedliche Szenarien zu steuern. Analog zu der Studie von von der Heyde, Brandhorst und Kluge (2013) wurde dabei in einem Szenario ein Zielkonflikt zwischen Sicherheit und Produktivität provoziert. Die ProbandInnen sollten zum einen die sicherheitsrelevanten Vorschriften in Bezug auf die Bedienung der Anlage beachten, zum anderen jedoch das Ziel der Produktionsoptimierung, welches jedoch nur durch eine Abweichung von der Betriebsanweisung erlangt werden kann, verfolgen.

Mit diesem Versuchsaufbau konnten wir erfolgreich den Einfluss von Stress auf regelkonformes Verhalten untersuchen.

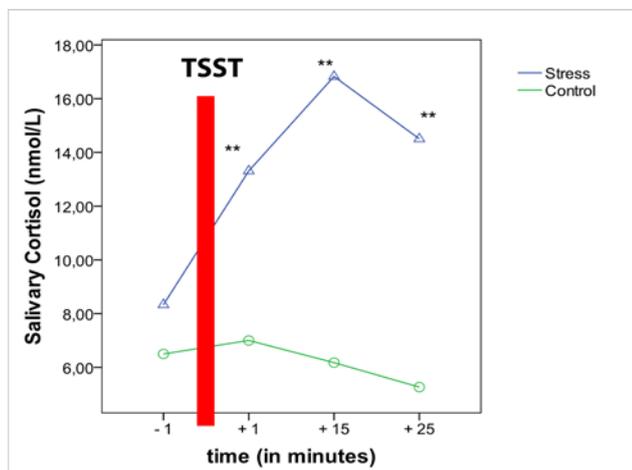


Abbildung 6. Übersicht Entwicklung des Cortisolspiegels im Speichel nach Stressinduktion (TSST).

\*\* Mittelwertsunterschiede auf Signifikanzniveau von  $p < .01$ .

## Fazit

Dass Stress nicht nur negative Effekte auf Lern- und Gedächtnisprozesse hat (Schwabe, Joëls, Roozendaal, Wolf, Oitzl, 2012) sondern auch auf Kommunikations- und Aufmerksamkeitsprozesse, Reaktionszeiten, Fehleranfälligkeit und prosoziales Verhalten negativ beeinflusst (Salas, Driskell & Hughes, 1996), ist (im wissenschaftlichen Kontext) bereits hinlänglich bekannt. Insbesondere chronischer, durch (berufliche) Stressoren induzierter Stress zeigt negative Effekte auf die Gesundheit (Semmer et al., 2004).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Methoden der Erfassung von biologischen Stressreaktionen in Kombination mit bewährten Selbstauskunfts- und Beobachtungsmethoden ein geeignetes Mittel darstellen, um wichtige Hinweise und Informationen für die Identifikation von (beruflichen) Stressoren darzustellen.

Zudem erlauben physiologische Messungen valide Aussagen darüber, wie belastend unterschiedliche Stressoren für Personen sind. Denn in Abhängigkeit von Aspekten der Persönlichkeit eines Menschen oder dessen (meta)kognitiven und emotionalen Fähigkeiten, werden Stressoren unterschiedlich interpretiert und wahrgenommen.

Physiologische Messungen können (in der Praxis) somit als Methode eingesetzt werden, um die Belastungsintensität von durch andere Verfahren (Befragung, Beobachtung) identifizierte, potentielle Stressoren zu überprüfen. So können Gefährdungsfaktoren in der Arbeitswelt erkannt und von der Seite der Arbeitgeber effektiv bewältigt werden.

## zitierte Literatur

**Bundesministerium für Arbeit und Soziales.** (2013). *Gemeinsame Erklärung Psychische Gesundheit in der Arbeitswelt*. Bonn.

**Deutsche Rentenversicherung Bund.** (2013). *Statistik der deutschen Rentenversicherung: Rentenzugang 2012*. Berlin.

**Driskell, James E.; Salas, Eduardo** (1996). *Stress and human performance*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.

**Eller, N.H., Netterstrom, B., & Hansen, A.M.** (2006). Psychosocial factors at home and at work and levels of salivary cortisol. *Biological Psychology*, 73(3), 280–287.

**Kirschbaum, C.** (1991). *Cortisolmessung im Speichel - Eine Methode der biologischen Psychologie*. Bern: Huber.





**Kommission der europäischen Gemeinschaften.** (2005). Grünbuch: *Die psychische Gesundheit der Bevölkerung verbessern – Entwicklung einer Strategie für die Förderung der psychischen Gesundheit in der Europäischen Union.* Brüssel.

**Lohmann-Haislah, A.** (2012). *Stressreport 2012: Psychische Anforderungen, Ressourcen und Befinden.* Dortmund.

**Schwabe, L., Joëls, M., Roozendaal, B., Wolf, O. T., Oitzl, M. S.** (2012). Stress effects on memory: an update and integration. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews.* 36, 1740-1749.

**Semmer, N. K., Grebner, S., & Elfering, A.** (2004). Beyond self-report: Using observational, physiological, and situation-based measures in research on occupational stress. In P. L. Perrewé (Ed.), *Research in occupational stress and well being: Vol. 3. Emotional and physiological processes and positive intervention strategies* (pp. 205–263). Amsterdam: Elsevier, JAI.

**von der Heyde, A., Brandhorst, S. & Kluge, A.** (2013). Safety related rule violations investigated experimentally: One can only comply with rules one remembers and the higher the fine, the more likely the "soft violations". *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 57th Annual Conference, San Diego 2013.*

**Wolf, O.** (2009). Stress and memory in humans: Twelve years of progress? *Brain Research,* 1293, 142-154.

**World Health Organization** (2007). *Workers health: global plan of action: Sixtieth world health assembly.* Genf.

## Die Fliegerhorstfeuerwehren der Bundeswehr als High Responsibility Teams

Von Björn Scholz

Auf die Frage, wer bei Schadenfeuern und durch Naturereignisse oder Unglücksfälle verursachte Notstände sofort Hilfe leistet, kann vermutlich jeder die öffentlichen Feuerwehren, sowohl freiwillige als auch Berufsfeuerwehren benennen. Wer aber ist für den Schutz von Personen in besonderen Objekten wie z.B. Kasernenanlagen, Industriebetrieben und Flughäfen zuständig?

Diese Aufgabe fällt in der Regel nichtöffentlichen Feuerwehren wie den Werkfeuerwehren großer Industriebetriebe oder den Brandschutzeinheiten der Bundeswehr zu. Die Bundeswehr unterhält mit Blick auf den militärischen Geheimschutz, der Durchführung militärischer Aufträge und aufgrund eines speziellen Gefahrenpotentials vor allem auf den eigenen Flugplätzen spezialisierte Feuerwehreinsatzkräfte zur nichtpolizeilichen Gefahrenabwehr.



Abbildung 7. Löschfahrzeuge vor dem Gebäude einer Fliegerhorstfeuerwehr.

Vielen werden diese Einheiten unbekannt sein, doch sind sie eine feste Institution der Bundeswehr und werden eigens für den Brandschutz und der technischen Hilfeleistung unter besonders kritischen Einsatzbedingungen ausgebildet und aufgestellt. Da sie sich der öffentlichen Wahrnehmung weitgehend entziehen, waren sie bisher nie Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen.

Im Rahmen einer Abschlussarbeit an der technischen Akademie Südwest in Kaiserslautern wurde erstmals eine Analyse des Tätigkeitsbereiches der Brandschutzeinheiten der Bundeswehr durchgeführt. Als Grundlage der Untersuchung diente ein *Crew Resource Management*-orientierter Ansatz, welcher als konzeptionelle Methode für ein sicheres Handeln des Einzelnen, agierend in Teams bzw. ganzen Organisationen verwendet wird und letztendlich zur erfolgreichen Bewältigung kritischer Situationen in komplexen Tätigkeitsbereichen beiträgt. Neben der Entwicklung von geeigneten Trainingsalternativen soll dabei auch das grundlegende Verständnis von Arbeitsweisen, insbesondere unter Berücksichtigung der nicht immer offensichtlichen nichttechnischen Faktoren eines risikoreichen Berufes optimiert werden.

### Ziel der Studie

Daher war das Ziel der Studie, die Suche nach Antworten auf die Fragen: Sind die Feuerwehren der Bundeswehr, insbesondere die Fliegerhorstfeuerwehren (FlgHFw), in hochrisikoreichen Arbeitsfeldern (High Risk Environments) tätig und verfügen sie in diesem Zusammenhang über charakteristische Merkmale eines *High Responsibility Team* (HRT) im Sinne der Verlässlichkeitsforschung? Folglich: Lassen sich geeignete Trainings- und Lernziele (Instructional Objectives) ableiten, die den kontextspezifischen Merkmalen





hinsichtlich eines verlässlichen Umganges mit komplexen Situationen gerecht werden? Dies schloss eine detaillierte Beschreibung des Arbeitsfeldes mit ein.

Um diesen Fragen nachgehen zu können, wurden die dafür erforderlichen Informationen anhand einer explorativen Datenanalyse aus vier übergeordneten Kategorien (Shared Mental Model, Adaptation, Komplexitäts- und Kontextkriterien) gewonnen. Hierbei bildete das von Hagemann (2011) entwickelte *Teamarbeit-Kontext-Analyse Inventar* (TAKAI) die Beurteilungsgrundlage und war gleichzeitig auch Ausgangspunkt der deskriptiven Auswertungsverfahren. Die anschließende Interpretation der ermittelten Daten sollte letztendlich einen Einblick in die wichtigsten Bereiche des Arbeitsfeldes gewähren sowie umfassend Auskunft über Verfahren, Abläufe und Verhaltensweisen innerhalb der Teamstrukturen von FlgHFw Bw in den Vordergrund stellen. Ein zusätzliches Anliegen der Arbeit war es, die Ergebnisse der Dateninterpretation auf das *Duisburger CRM-Modell* anzuwenden und daraus resultierend, Interventions-schwerpunkte für eine Trainingsentwicklung zu identifizieren.

### Die Ergebnisse

Ausgehend von der Überprüfung des Arbeitsbereiches der FlgHFw, deren Tätigkeit durch kritische Situationen und vielfältige Aufgaben geprägt ist, konnten die Fragen zumindestens global bejaht werden. Das heißt, es existieren überdurchschnittlich große Gefahren in Bezug auf die Gesundheit und das Leben der Menschen, die unter diesen Bedingungen arbeiten bzw. ihnen ausgesetzt sind.



Abbildung 8. Die Fliegerhorstfeuerwehr bei einem Brandeinsatz.

Gleichzeitig lassen sich die negativen Auswirkungen auf die Umwelt bei Störungen innerhalb dieses Systems nicht allumfassend vermeiden.

Interessanterweise war der durch einen evaluierenden Vergleich herauszustellende Unterschied in Bezug auf die Arbeitsumgebung zwischen den kommunalen Berufsfeuerwehren als HRT und den Fliegerhorstfeuerwehren als HRT durch qualitative Merkmale risikoreicher Umwelten nicht gegeben.

So wurde im Endeffekt davon ausgegangen, dass die Faktoren potentieller Gefahren, bedingt z.B. durch Umwelteinflüsse, systemimmanent und daher für beide HRTs als Risiko gegenwärtig sind.

Des Weiteren brachte die Studie zum Vorschein, dass die für eine erfolgreiche Aufgabenbewältigung erforderliche Teamkompetenz zur Aufrechterhaltung der eigenen Handlungsfähigkeit bei den FlgHFw grundsätzlich gut entwickelt ist. Insbesondere die für den inneren Zusammenhalt einer Gruppe so wichtigen sozialen Werte und Normen haben dabei eine sehr große Bedeutung für das Team.

Bei der Übertragung der relevanten Merkmale auf das *Duisburger CRM-Modell* wurde allerdings auch deutlich, dass es intern mehrere Anzeichen für Barrieren gibt, die einer verbesserten Teamentwicklung entgegenstehen und im eventuellen Verlust der Leistungsfähigkeit erkennbar werden könnten.

Aus der Perspektive einer militärischen Organisation ist dies nicht immer unmittelbar einsichtig. Trotzdem führen diese Leistungsverluste, u.a. hervorgerufen durch Motivationsprobleme bei der beruflichen Weiterentwicklung oder der ineffektiven Teamgestaltung aufgrund einer ungerechten Aufgabenverteilung dazu, dass in den meisten kritischen Situationen der Aufbau und der Erhalt eines geforderten Verlässlichkeitsniveaus negativ beeinflusst wird. Es konnte aber auch gezeigt werden, dass der effektive Umgang mit sogenannten *Standard Operating Procedures* diese Defizite kompensiert und in Einklang mit den operationellen Abläufen gebracht werden kann.

Ein anderes Beispiel für die vorhandenen Barrieren innerhalb der Teamstruktur ist das oft beschriebene und auch bei den FlgHFw Bw beobachtete „Chefarztphänomen“. Hierbei bewerteten die Vorgesetzten ihr Führungsverhalten durchweg teamorientiert. Im Gegenteil dazu, entstand durch Befragung der Untergebenen ein vollkommen anderes Bild. Sie waren



der Ansicht, dass ihrerseits vorgebrachte Anmerkungen wenig bis gar nicht bei zu treffenden Entscheidungen berücksichtigt werden. Demzufolge wäre es möglich, dass grundsätzliche Wahrnehmungsunterschiede in Bezug auf das „Chefarztphänomen“ und den partizipativen Führungsgrundsätzen auch negative Auswirkungen auf die Teamleistung der FlgHFw haben. Sicherlich dürfen die Bedeutung dieser Barrieren und die daraus resultierenden Leistungsverluste nicht ignoriert werden.

Letztlich ist es aber die individuelle Eigenart der Einsatzkraft innerhalb des Teams der FlgHFw, die darüber entscheidet, ob und im welchem Umfang sie bereit ist, sich den Herausforderungen einer risikobehafteten Tätigkeit als Feuerwehrmann zu stellen. Dabei sind es die internen Teamstrukturen, bedingt durch das Personal und deren Beziehungen zueinander, sowie die sehr hohen Anforderungen an jedes einzelne Teammitglied, die den Leistungsethos von hochverlässlichen Feuerwehreinheiten universell und damit den angestrebten Handlungserfolg unter meist kritischen Bedingungen begründen.



Abbildung 9. Das Team der Flieghorstfeuerwehr bei einem Rettungseinsatz.

Weitere Information zu Fliegerhorstfeuerwehren unter:

Scholz, B. (2013). Die Fliegerhorstfeuerwehren der Bundeswehr als –*High Responsibility Team*– eine Crew Resource Management basierte Analyse. Masterarbeit, Fachhochschule Kaiserslautern

## Und jetzt noch ein Literaturtipp, frisch aus "der Presse":

**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.

**Herzlichen Dank für Ihr Interesse an unserer Arbeit in diesem Jahr und "kommen Sie gut rüber".**

**Das ganze Wips-Team wünscht Ihnen schöne Festtage!**





## Impressum

"Komplexität und Lernen"

ISSN 1661-8629

erscheint vierteljährlich

### Herausgeberin:

Prof. Dr. Annette Kluge

Universität Duisburg-Essen  
Fachbereich Wirtschafts- & Organisationspsychologie  
Fakultät für Ingenieurwissenschaften  
Abteilung für Informatik und Angewandte  
Kognitionswissenschaften  
Lotharstr. 65  
47048 Duisburg  
annette.kluge@uni-due.de  
Gastprofessorin am Lehrstuhl für  
Organisationspsychologie  
Universität St. Gallen

### Das Team:

Dr. Vera Hagemann  
Ananda von der Heyde  
Anne Heiting  
Barbara Frank  
Felix Born  
Florian Watzlawik  
Gerrit Elsbecker  
Julia Miebach  
Nikolaj Borisov  
Sebastian Brandhorst  
Susanne Heinemann

### Ehemalige:

Dr. Dina Burkolter  
Dr. Sandrina Ritzmann  
Britta Grauel  
Christiane Fricke-Ernst  
Michael Kunkel  
Björn Badura  
Palle Presting  
Joseph Greve  
Nina Groß  
Haydar Mecit



Wenn Sie Interesse an dem Newsletter haben, dann mailen Sie bitte an [annette.kluge@uni-due.de](mailto:annette.kluge@uni-due.de) dann nehmen wir Sie gerne in unseren Verteiler auf.