

## Komplexität und Lernen

### Kurzes Editorial zur 8. Ausgabe

Wir freuen uns Ihnen den 8. Newsletter zu überreichen.

Dieser Newsletter ist lang - aber spannend, und wir haben diesen für ganz unterschiedlich Interessierte geschrieben. Dieser Newsletter richtet sich an die, die uns im September gedanklich durch Japan und China begleitet haben, an diejenigen, die an unserem CRM-Forschungsfortgang interessiert sind und alle die, die sich für das schnelle Fliegen begeistern.

Der fachliche Austausch mit KollegInnen aus aller Welt gehört mit zu den sehr angenehmen Aufgaben aller Forschenden, da man dort nicht nur die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse erfährt sondern auch, weil man sich auf die jeweilige Kultur der Ausrichtenden einlässt. Dieses war bei einer Konferenz in China ganz besonders der Fall, da wir einerseits "the way of doing things" in Korea, Japan und China kennenlernten, aber auch die chinesische Universitätskultur und die Sensitivität für Fragen im Umgang mit Nukleartechnologie für die Energiegewinnung. Davon berichten wir Ihnen im ersten Teil des Newsletters.

Wohin uns unsere Forschung im Bereich Crew Resource Management gebracht hat, erfahren Sie dann im zweiten Teil. Wir haben dabei Fragen ausgewählt und diskutiert, die wir in einem ersten "Counselling-Board" - Meeting mit ExpertInnen aus der Praxis erörtert haben.

Abschliessend haben wir erneut einen sehr geschätzten Praxisvertreter und wichtigen Diskussionspartner unserer Forschung gebeten, über die Simulatorentwicklung im Bereich des Eurofighters als Fortsetzung eines bereits erschienenen Beitrags zu berichten. ☺

Beste Grüsse von

Annette Kluge, Dina Burkolter, Sandrina Ritzmann & Vera Hagemann

## Aus der Forschung

### Ein kurzer Reisebericht

von Annette Kluge & Dina Burkolter

Die Harbin Engineering University in Harbin, China, richtete vom 08.-10. September 2008 das Symposium mit dem Titel "Toward Innovative Nuclear Safety and Simulation Technology" aus. Darin zusammengeschlossen waren das Symposium on "Symbiotic Nuclear Power Systems for the 21<sup>st</sup> Century", das "Symposium on Cognitive Systems Engineering Approach to Power Plant Control" sowie das "Symposium on Future I&C for Nuclear Power Plants" (I&C = Instrumentation and Control).



Abbildung 1. Harbin Engineering University  
<http://english.hrbeu.edu.cn/University.jsp>

Harbin selbst ist eine 5-Mio. Einwohner Stadt nahe der Grenze zu Russland und mit deutlich russischem Einfluss, was an der Architektur sowie dem Einfluss auf die Trinkgewohnheiten (so der Reiseführer) deutlich zu spüren ist.

Die Forschungsschwerpunkte setzt die Harbin Engineering University auf den Schiff- und U-Bootbau, die Erforschung der Meere (obwohl Harbin selbst nicht am Meer liegt, sondern ca. 300 km davon entfernt) und die Nukleartechnologie und setzt dabei auf den internationalen Austausch in Forschung und Lehre.



Abbildung 2. Russische Einflüsse in Harbin

An der Konferenz nahmen vor allem WissenschaftlerInnen aus China, Korea und Japan teil, sowie einige ExpertInnen aus Europa, wie z.B. Dänemark und Norwegen.

Ausgelöst durch den "Klimawandel" und das Bemühen der Staaten, den CO<sub>2</sub>-Ausstoss zu verringern, erlebt die Nukleartechnologie derzeit eine Art von Renaissance, weil sie derzeit, zumindest nach der Meinung der Forscher und vieler Politiker, einer der Wege sein kann, dieses Ziel zu erreichen. Die Renaissance wird z.B. ausgelöst durch die hohen Ölpreise, die Sorge um die Sicherheit der Energieversorgung, Umweltfragen sowie die Beobachtung, dass die Nutzung von KKW's länderübergreifend überwiegend als stabil, sicher und wettbewerbsfähig erachtet wird.

Ich möchte an dieser Stelle gerne betonen, dass wir uns dieser Argumentation nur in Teilbereichen anschliessen. Wir können aus unserer Position (noch) nicht in weltpolitische Fragen eingreifen. Wir können aber mit unserer Forschung dazu beitragen, dass grösster Wert darauf gelegt wird, dass die im Nuklearbereich arbeitenden Menschen optimal qualifiziert werden und sich mit Hilfe von kompetenten und mutigen ManagerInnen und Führungskräften eine Sicherheitskultur und -management entwickeln kann, das den verantwortungsvollen Umgang rechtfertigt. Mutig in dem Sinne, dass im Zweifelsfalle eine Entscheidung für Sicherheit und gegen den Profit gefällt wird.

Akira Omoto von der Internationalen Atomenergieförderung (IAEA) in Wien berichtete, dass derzeit 51 Mitgliedstaaten ihr Interesse an der Nutzung von Nukleartechnologie bekundet haben und die Inbetriebnahme eines ersten Kern-

kraftwerks (KKW) planen. Bis 2020 werden 8 neue Staaten KKW's in Betrieb genommen haben, bis 2030 werden es 23 sein.

Die grössten Herausforderungen bei der weltweiten Ausweitung der Nutzung von KKW werden von Seiten der IAEA bei folgenden Themen gesehen:

- Sicherheit und Zuverlässigkeit
- Wettbewerbsfähigkeit und Finanzierung
- Akzeptanz durch die Öffentlichkeit
- Uranquellen
- Abfallmanagement
- Human Resources und Industrieressourcen
- die gleichzeitige Zunahme von Risiken und Sicherheit
- eine angemessene Infrastruktur vor allem in den neuen Ländern

Ein Diskussionspunkt auf der Konferenz war in verschiedenen Beiträgen das Thema "Risiko-Kommunikation", da auch den politisch Verantwortlichen deutlich wird, dass sich trotz der "Klimawandel"- und CO<sub>2</sub>-Debatte und der Sorge vor einem Zusammenbruch der Energieversorgung die Widerstände gegen die Nutzung von KKW nicht verringert haben.

Hier werden Lösungen gesucht, die Öffentlichkeit zu informieren und Widerstände ggf. abzubauen.

Insgesamt ist der Trend deutlich spürbar, dass Sicherheit immer weniger ein reiner Aspekt der Technik und Automation ist, sondern vielmehr zu mindestens ebenso grossen Teilen ein Aspekt der Sicherheitskultur und des Sicherheitsmanagements. Dr. Michio Ishikawa, Chief Advisor des Japan Nuclear Technology Institute, berichtete seine Perspektive auf die geschichtliche Entwicklung des Nuclear Safety Concepts. In den 40er Jahren und danach wurde vor allem der Technik vertraut und Nukleartechnologie nur zum Bau von Waffen eingesetzt und nicht zur Energiegewinnung. Die meisten Länder, die Nukleartechnologie nutzen (ausser den USA), hatten noch stark mit den Folgen des 2. Weltkriegs zu tun und da es nur Polizei und Feuerwehr gab, um die Zivilbevölkerung zu schützen, hiess Sicherheit in diesem ersten Stadium vor allem "Selbstschutz" (self-protection). *Man baute Atomschutzbunker und entwickelte Anzüge, die vor radioaktiver Strahlung schützen sollten.*

Parallel entwickelte sich in den Forschungsreaktoren die Einstellung, dass die Nuklear Technologie nicht ganz so einfach vom Menschen mit "blossem Auge und menschlicher Hand" zu beherrschen ist und deshalb die Sicherheit "in die Maschinerie" implementiert werden muss.

Durch den Three-Mile Island-Unfall 1979 und den Tschernobyl-Unfall 1986 wurde dann deutlich, dass die Technik alleine nicht ausreicht, um Sicherheit zu gewährleisten. *Es gehe vielmehr darum, dass Mensch und Technik kooperieren.*

Derzeit bedeutet Sicherheit vor allem, dass man alle Standards, die existieren und die der Sicherheit dienen, tatsächlich im Betrieb auch umsetzt. Es kommt vor allem auf die (Verantwortungs-)Bereitschaft und Motivation aller Verantwortlichen und aller Operateure an, Vorgaben und Regeln für ein qualifiziertes Unfallmanagement (skillfull accident management), für einen kompetenten täglichen Betrieb (excellent daily operations) und für die Wartung und Instandhaltung (Maintenance) auch jeden Tag umzusetzen und zu leben. *Es kommt beim Thema Sicherheit in dieser dritten Phase also vor allem darauf an, dass die Führungskräfte die Operateure und Mitarbeiter zu einem maximalen Commitment für Sicherheit motivieren und dies vorleben.* Dabei käme es vor allem auch intern darauf an, über "Fehler", Störungen und Beinahe-Unfälle besser aufzuklären und die bisher überwiegende Abschottung oder das Unterverschlusshalten von kritischen Ereignissen offensiver aufzubereiten und daraus zu lernen.

Zwei spannende Präsentationen möchten wir im Folgenden vorstellen.

### **Wenn man in die Automation zu stark vertraut: "Overtrust in Automation"**

Ein Kollege von der Tsukuba University in Japan stellte seine Forschung im Bereich "menschlicher Umgang mit Automation" vor. Interessant an dieser Forschung ist die Beobachtung, dass sich Operateure ab einem bestimmten Zeitpunkt zu stark auf die Automation verlassen. Zum einen kommt es zu einer Art von "Gleichgültigkeit" (Complacency) auf Seiten der Anlagenfahrer, die vor allem eine Form von Einstellung ist. Diese gleichgültige Einstellung oder Haltung geht einher mit einer reduzierten

Wachsamkeit (Vigilanz), weil man davon ausgeht, dass die Automation "den Job macht" und man sich darauf verlassen kann.

Overtrust entsteht dagegen dadurch, dass man missverstanden hat, was die Automation leisten kann und wo ihre Grenzen sind, selbst wenn der Operateur aufmerksam ist. Hier ist der Operateur sowohl hoch motiviert und auch qualifiziert, hat aber einfach die Grenzen der Automation nicht richtig verstanden. Man erinnere sich an die ersten PKW mit ABS. Den meisten ersten NutzerInnen war nicht klar, dass das ABS lediglich das Blockieren der Räder verhindert, aber nicht den Bremsweg verkürzt. Aufgrund dieses Nicht-Wissens traten viele Autofahrer anfänglich zu spät auf die Bremse, da sie der Annahme waren, dass sich der Bremsweg verkürzt. In experimentellen Untersuchungen hat sich gezeigt, dass "Overtrust" verringert werden kann, wenn die Operateure klar über die Grenzen der Automation informiert und ihnen Informationen dazu gegeben werden, warum die Automation diese Grenzen aufweist.

Makoto, I. (2008). Necessity of Supporting Situation Awareness for Preventing Overtrust in Automation. In: Joint International Symposium of ISSNP2008/ CSEPC2008/ ISOFIC2008. *Toward Innovative Nuclear Safety and Simulation Technology*, Volume 2, (pp. 61-67). Harbin/China: Harbin University Press.

### **"Virtual and Augmented Reality zur Trainingsunterstützung"**

Beim OECD Halden Reactor Project (Norwegen) werden im Bereich Virtual and Augmented Reality in multidisziplinären Teams bestehend aus Human Factors Spezialisten, Experten für Visualisierungstechnologien und den FachexpertInnen Virtual (VR) und Augmented Reality (AR) Anwendungen entwickelt, um Leitwarten zu gestalten sowie Trainings durchzuführen. In der VR wird ein Rechnersystem dafür genutzt, um eine künstliche Welt zu kreieren, in der die NutzerInnen den Eindruck haben, sich in dieser Welt bewegen zu können und Objekte manipulieren zu können. Bei der Augmented Reality wird die Realität um virtuelle Aspekte angereichert, z.B. in dem in eine Datenbrille Informationen oder ein virtueller Ausschnitt eingeblendet werden oder in dem das reale und das virtuelle in die aktuelle physische Umgebung ein-

geblendet werden. In Abbildung 3 sieht man die virtuelle Abbildung, die aber ebenso als Augmented Reality genutzt werden kann. Ebenso wird es möglich, dass man einen "tragbaren Kontrollraum" entwickelt, der die Bilder und Screens der Leitwarte in die Anlage "einspielt, bzw. im "see-through head-mounted display" präsentiert und somit die Kommunikation mit der Leitwarte vereinfacht, da beide beides sehen.



Abbildung 3: Darstellung von Strahlungsintensität anhand von der VR. Quelle: <http://www.ife.no/vr>

Hilfreich sind die Anwendungen in Reaktoren z.B. wenn ein Techniker mit einer Datenbrille durch die Anlagen geht und dabei die Strahlung durch die Datenbrille "sehen" kann, die sich sonst der menschlichen Wahrnehmung entzieht. Dabei kann die Darstellung der Strahlungsintensität topographisch dargestellt werden oder mit Ton und Vibration unterstützt werden, was zu einer besseren Wahrnehmung und einem stärkeren Eindruck der aktuellen Strahlungsintensität beiträgt. Die topographische Darstellung erwies sich als hilfreich, um schnell die Bereiche mit hoher Strahlung zu entdecken. Die Spitzen verdeckten jedoch auch andere Teile der "Karte". Die flache Darstellung dagegen war vor allem hilfreich, um einen schnellen Überblick der Strahlung in einem größeren Bereich zu bekommen.

Zudem werden die VR Anwendungen zum kooperativen Maintenance Training eingesetzt,

um Prozeduren zu lernen sowie um das Risikobewusstsein zu schärfen.



Abbildung 4: VR Training zum Training von Prozeduren im Bereich Maintenance. Quelle: <http://www.ife.no/vr>

Die VR Anwendungen gewinnen zudem eine grössere Bedeutung beim Rückbau von Anlagen, wie z.B. für den Tschernobyl-Reaktor geplant und bei der Qualifizierung des Personals für diesen Rückbau.

Alle OECD-Länder haben die Möglichkeit, die Forschungsergebnisse und Publikationen zu erhalten und einzusehen. Ansprechorganisation in Deutschland ist dafür die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit GRS ( <http://www.grs.de/>).

Johnsen, T. (2008). Virtual and Augmented Reality Research and Development in the OECD Halden Reactor Project. Präsentiert an der ISSNPN 2008.

Auch wir haben etwas vorgestellt und unsere gesammelten Trainingsexperimente in einem Trainingsmodell zusammengefasst. Nachzulesen ist dies bei:

Kluge, A. & Burkolter, D. (2008). Training Principles for Process Control Tasks and Innovative Approaches to Training. In: Joint International Symposium of ISSNPN2008/ CSEPC2008/ ISOF-IC2008. *Toward Innovative Nuclear Safety and Simulation Technology*, Volume 2, (pp. 99-106). Harbin/China: Harbin University Press.

## Crew Resource Management - Training.

### Das 1. Meeting unseres Counselling Boards - Ein Treffen der CRM- und HF-Begeisterten

Vera Hagemann & Sandrina Ritzmann

Da wir nicht nur die Qualität der Arbeit oder auch Trainings von anderen wissenschaftlich überprüfen, sondern diese Maßstäbe ebenfalls an unsere eigene Arbeit ansetzen, haben wir uns dieses Jahr im Juli zu unserem ersten Counselling Board zusammen gefunden. Hierfür haben wir im Voraus ExpertInnen aus der Praxis und der Forschung im Bereich High Reliability Organisationen (HRO) ausfindig gemacht und gefragt, ob sie sich gerne in regelmäßigen Abständen mit uns austauschen möchten. So kam es, dass wir für einen Tag in Zürich am Flughafen im Gebäude unserer Partnerfirma, der Swiss Aviation Training Ltd. (SAT), für einen praktischen und wissenschaftlichen Austausch zusammen gekommen sind. Ziel dieser Meetings ist die Diskussion unseres bisherigen Vorgehens, der ersten geschafften Etappen und Ergebnisse sowie der im weiteren geplanten Schritte.

Wir konnten ausgewiesene ExpertInnen und VertreterInnen aus den Bereichen Air Traffic Control, Medizin und Pflege, zivile und militärische Luftfahrt, Kernkraft sowie der Universität und Beratung bei uns begrüßen.



Abbildung 5: Einige unserer geladenen Counselling Board Mitglieder während einer Pause.

Anschließend stiegen wir etwas tiefer in die einzelnen Arbeitsfelder und Fragestellungen der TeilnehmerInnen ein. Jedes Counselling

Board Mitglied gab einen Überblick über seinen Bezug zu CRM und/oder HF, was das mit seiner Arbeit zu tun hat, was gerade aktuell dazu gemacht wird, welche Erfahrungen zu den Themen bisher gesammelt wurden sowie was einen selbst stark an dem Thema CRM beschäftigt.

Diskutiert wurde unter anderem die Frage nach der *Qualifikation der TrainerInnen*. Wer legt die inhaltlichen Standards eines HF/CRM Trainings fest? Ein Großteil war der Meinung, dass die InstruktorInnenkompetenz erhöht werden müsste, indem ihnen mehr Human Factor Wissen und Lehrkompetenzen vermittelt werden. An der Glaubwürdigkeit und Qualifikation der AusbilderInnen müsste ebenfalls gearbeitet werden und zwar insofern, dass Trainer nicht alles aus der Psychologie wissen müssen (was aber häufig ein persönliches Bedürfnis dieser ist), dafür hingegen einige vertiefte Aspekte genauer. Z.B. kann es sein, dass ein Arzt eine andere Vertiefungsrichtung zum Thema "Entscheidungen" wissen muss als ein Pilot.

Mit großem Interesse wurde auch der Einsatz der Methoden in einem Training diskutiert sowie die häufig genutzte *Methodenvielfalt* und wie effektiv diese wirklich sei. Ist es nötig, oft die Methode wie bspw. Gruppenarbeit und Plenumsarbeit oder das Medium wie z.B. Power Point und Flip Chart zu wechseln? Unserer Meinung nach kommt es auf das Ziel an, das in einem Kurs erreicht werden soll und ob die Methoden der Inhaltsvermittlung angemessen sind, und nicht, ob sie für Abwechslung sorgen. Wissenschaftliche Ergebnisse hierzu werden wir in Zukunft präsentieren können, wenn wir eine detailliertere Auswertung all unserer Erhebungen aus den Trainings vorgenommen haben.

Fragen der *Evaluation*, ob ein CRM Training "Sinn" macht und was CRM wirklich im Verhalten der Beteiligten bringt, wurden aufgeworfen. Sehr stark wurde dabei der Wunsch geäußert, "Belege" oder "Beweise" an die Hand zu bekommen, um den übergeordneten Stellen die Wichtigkeit dieser Trainings und Interventionen zu verdeutlichen. Sehr intensiv wurde auch die Frage diskutiert, inwiefern es möglich sei, den Return-on-Investment nachzuweisen.

An dieser Stelle sei gesagt, dass es eine Herausforderung ist, die positiven Auswirkungen von CRM, also ein Nicht-Ereignis zu evaluieren, an sich aber natürlich nicht unmöglich ist. Zum einen kann man formativ vorgehen und den Prozess evaluieren. Dieses machen wir z.B. anhand unserer Fragebogenstudie, indem wir erwiesenermassen effektive *Trainingsprinzipien* erheben (siehe nächsten Beitrag) und

jedes CRM Training daran bewerten. Zum anderen kann summativ evaluiert werden, d.h. nach einer gewissen Zeit nach einem Training werden spezifische "Outputs" erhoben, die Rückschlüsse darauf zulassen, ob sich z.B. das Führungsverhalten oder die Entscheidungsprozesse verbessert haben. Wenn diese Daten in einer Organisation gesammelt werden können und auch von dieser für wissenschaftliche Zwecke zur Verfügung gestellt werden, dann steht einer Vollerhebung nichts mehr im Wege.

Generell ist die Frage nach der Evaluation interessanterweise eigentlich gar keine des "kann man das beweisen"? Natürlich kann man. In den Organisationen, die z.B. mit Simulatortrainings arbeiten, liegen die dafür benötigten Informationen "quasi rum", werden aber nicht genutzt. Denn es ist überwiegend eine politische Frage, ob man die Daten auswerten kann und will und keine methodische. Die Psychologie hat die Techniken dazu zur Verfügung und kann den Trainingserfolgsbeweis antreten. Aber die Organisationen wollen meistens nicht und scheuen den (politischen) Aufwand.

Fragen und Antworten dieser Art und viele weitere Themen werden wir bei unserem nächsten Meeting im kommenden Januar/Februar 09 besprechen.

### Wie müssen CRM Trainings aufgebaut sein, damit die TeilnehmerInnen die Inhalte mit größerer Wahrscheinlichkeit auch anwenden?

Wir freuen uns sehr, dass wir Ihnen in dieser Ausgabe einen Einblick in die Entwicklung unserer Instrumente sowie die ersten damit gewonnen Erkenntnisse geben können. Begonnen haben wir mit der nach wissenschaftlichen Kriterien geleiteten Konstruktion des Fragebogens, der sich dafür eignen soll, die Einstellungen und Eindrücke von Trainees nach einem CRM-Training zu erheben. Angelehnt haben wir uns hierbei an Kirkpatrick (1994), der vier Ebenen der Evaluation beschreibt. Die ersten zwei der vier Ebenen, persönlicher Eindruck ("reaction") und Kompetenzzuwachs ("learning"), sind von uns im Fragebogen berücksichtigt worden. Das bedeutet, dass wir hierfür Aussagen (Items) generiert haben, die von den TrainingsteilnehmerInnen auf einer fünfstufigen Skala bewertet werden. Die Ebene "reaction" haben wir dabei in 3 Subskalen (erlebte Freude beim Lernen, wahrgenommene Schwierigkeit und wahrgenom-

mener Nutzen) und die Ebene "learning" in 2 Subskalen (Wissenszuwachs & CRM-Einstellung) unterteilt.

Neben den beiden Evaluationsebenen lag der Fokus vor allem auch auf den "First Principles of Instruction" von Merrill (2001). Diese 5 Prinzipien beschreiben einen Lernansatz für erfolgreiche Instruktion in Seminaren und Trainings. Siehe auch Abbildung 6.

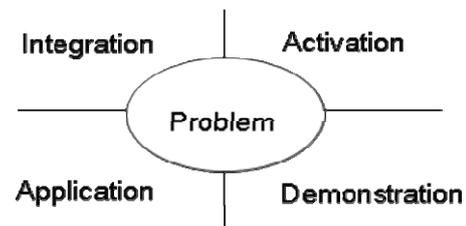


Abbildung 6: Beziehung zwischen den "First Principles of Instruction", aus M. D. Merrill (2001).

Es kann davon ausgegangen werden, dass Lernen erfolgreich ist, wenn ein Training auf diesen Prinzipien aufbaut. Im Zentrum steht hierbei das **problembasierte** Lernen, d.h., dass Trainees in einem Training eine Reihe von *authentischen* Problemen lösen, die in ihrer Komplexität ansteigen.

**Aktivierung bisherigen Wissens (Activation)**, das zweite Prinzip bedeutet, dass Lernen erleichtert und Wissen fundiert wird, wenn nicht direkt mit einem neuen Thema gestartet wird, sondern auf frühere Erfahrungen und bekanntes Wissen zurückgegriffen und das mit neuen Inhalten verbunden wird.

Des Weiteren ist die **Demonstration** sehr wichtig, d.h. Lernen mit realen Beispielen anzureichern und den Trainees Inhalte zu zeigen und Verhalten zu demonstrieren, anstatt nur etwas zu berichten.

**Anwendung und Feedback (Application)** bedeutet, die Lernenden im Training üben, üben und nochmals üben zu lassen sowie das neu erworbene Wissen anwenden zu lassen, um so aus Fehlern zu lernen und Feedback zur Verhaltenskorrektur bekommen zu können.

Das letzte Prinzip basiert auf der **Integration** der neuen Erfahrungen und des neu erworbenen Wissens in die beruflichen Anforderungen und die persönlichen Arbeitsumstände des Trainees, so dass dieser reflektieren und diskutieren und seinen Fortschritt zeigen kann.

Auf Basis von 10 verschiedenen CRM-Kursen, in denen die Fragebogenstudie durchgeführt worden ist und von ca. 200 Fällen (Personen), geben wir Ihnen einen Überblick über die Zusammenhänge der Skalen und welche Bedeutungen das für die Trainingskonstruktion hat.

Bezogen auf die subjektiven Bewertungen der Trainees, ob sie denken, dass sich ihr Wissen langfristig erweitert hat und wie ihre Einstellung gegenüber den CRM-Themen ist, zeigt sich ein starker Zusammenhang (Korrelation) zwischen Wissenszuwachs (Knowledge Gaining) und einer positiven Einstellung zu den CRM Inhalten (Attitude). **Dies bedeutet**, dass diese zwei erhobenen Konstrukte systematisch miteinander variieren und Trainees sozusagen eine positivere Einstellung zu den Inhalten haben, wenn sie glauben, etwas langfristig gelernt zu haben.

Ebenso korrelieren der Wissenserwerb und die Einstellung bedeutend mit der wahrgenommenen Nützlichkeit (Perceived Usefulness), also wie nützlich sie das Training für ihre täglichen Aufgaben einschätzen. Das gleiche gilt für die Skala "erlebte Freude im Training", d.h. wie sehr ihnen das Training gefallen hat.

*Da die Bewertung der subjektiv empfundenen Nützlichkeit eines Trainings relativ zuverlässig vorhersagt, ob jemand später das Gelernte umsetzt oder nicht, ist es in einem ersten Schritt wichtig, Bedingungen für einen soliden Wissenserwerb und eine positive Einstellung zu den CRM-Themen zu gewährleisten.*

Aufgrund dieser systematischen Variationen können wir annehmen, dass eine erfolgreiche Instruktion mit der Betonung der Demonstration von Inhalten und der Integration dieser in die persönlichen Belange der Trainees die wahrgenommene Nützlichkeit eines Trainings sowie die Einstellung zu den behandelten Themen erhöht. Dieses wiederum führt zu einer höheren Wahrscheinlichkeit, dass die neu erworbenen Fähigkeiten in den beruflichen Alltag übertragen werden.

Diese ersten Ergebnisse aus der Analyse unserer Fragebogenstudie werden wir in naher Zukunft erweitern. Zum einen ist die Erhebung noch nicht vollständig abgeschlossen und zum anderen interessieren wir uns dafür, ob es Unterschiede zwischen den Geschlechtern gibt, ob Ältere die Kurse anders bewerten als Jüngere, worin sich die Kurse für Anfänger von

denen für Fortgeschrittene im Detail unterscheiden und wie wir diese Ergebnisse mit unseren Beobachtungen in den Kursen sowie den Trainerinterviews zusammenbringen.

## Aus der Praxis: Luftkampf in der Kugel

von Helmut Blaschke

Der 31.07.08 war ein denkwürdiger Tag für das Jagdgeschwader 74, denn nun heißt es für die Neuburger Piloten: "...ab zum Luftkampf in die Kugel"!

Nachdem das neue Kampfflugzeug schon knapp zwei Jahre im Verbund mit dem Vorgängermodell F-4 Phantom am Standort geflogen wurde, konnte nun ein neuer Meilenstein erreicht werden und der Eurofighter "Full Mission Simulator" (FMS) seiner Bestimmung übergeben werden. Wenige Wochen vorher war besagte Phantom in den wohlverdienten Ruhestand geschickt worden. Nun dreht sich ab sofort alles nur noch um den "Neuzugang". Davon ist die Simulation nicht ausgenommen, deshalb wurde der FMS nun der Luftwaffe zum Training übergeben. Der FMS ist Bestandteil des sog. "Eurofighter Aircrew Synthetic Training Aids" (ASTA).

**"Die Kugel"**: Die Kugel ist eine Kunststoffkuppel (Dome) mit 8 Meter Durchmesser. In der Höhe erreicht er insgesamt 10 Meter, da von oben noch diverse Projektoren durch Schlitze in die Kuppel leuchten und damit das 360° Rundumbild generieren. Dafür sind aufwendige Treppen und Tribünen für den Zugang der Techniker installiert worden. Im Zentrum des Domes ist der sog. "Eyepoint". Das ist der Punkt, an dem sich die Augen des Piloten befinden.

### Außensichtssystem:

Insgesamt werden 13 Projektoren für die Darstellung der Außensicht genutzt. Dazu kommen noch 6 Projektoren zur hochauflösenden Darstellung von Boden- und Luftzielen. Daraus resultiert dann eine 360° Rundumsicht für den Piloten bzgl. Gelände, atmosphärischen Einflüssen und allen erdenklichen Wettersituationen, eigene und gegnerische Formationen, Bodenziele, Waffeneinsatz und deren Wirkung,

sowie Tankflugzeuge zum Luftbetanken. Da dies alles in Echtzeit dargestellt wird, kommt alleine davon für den Betrachter im Zentrum des Domes, ein gewisses "Fluggefühl" auf.

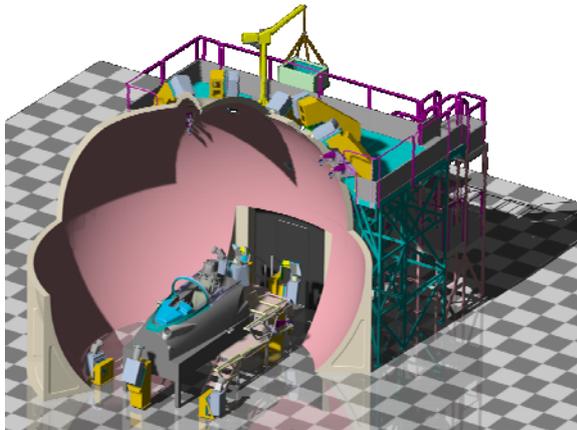


Abbildung 7. Die Kugel

Im Zentrum des Domes befindet sich ein original Eurofighter **Cockpit**, das quasi vom Rumpf getrennt wurde und dem Piloten seinen originären Arbeitsplatz widerspiegelt. Dabei sind auch die extrem teuren Teile wie z.B. das "Head Up Display" verbaut worden. Eingebaut ist ebenfalls ein original Schleudersitz (natürlich ohne pyrotechnische Kartuschen und Raketenpacks) mit Gurtzeug und allen Anschlüssen für die Flugausrüstung des Piloten, inkl. Anti-G-Protection (zum Schutz vor Zentrifugalkräften) und Sauerstoffversorgung / Druckbeatmung.

*Spezielle Eigenschaften des Schleudersitzes* sind das sog. "Seat Cueing" (vertikale und laterale Sitzkissenansteuerung, sowie Ansteuerung der Sitzgurte) um Bewegungseindrücke für den Piloten zu generieren, die in Verbindung mit der 360° Rundumsicht ein extrem reales Fluggefühl erzeugen. Das Gurtzeug des Piloten wird ebenfalls angesteuert und wird je nach Flugsituation gelockert oder gestrafft. Diese Effekte geben dem Piloten, in Verbindung mit dem Außensichtsystem einen "gefühlten Eindruck" bzgl. positiver, negativer oder lateraler Beschleunigungskräfte. Auch hier lautet die Devise: Das "Cockpit Environment", also die direkte Nahtstelle zwischen Piloten und Kampfflugzeug soll so realistisch wie möglich gestaltet werden.

**Avioniksysteme und Flugregler:** Beim ASTA System wurden einmalig in der Kampfflugzeugsimulation sämtliche Avionik- und sämtliche Rechnersysteme, inkl. Flugregelanlage, als "Rehosted Software" eingebunden; d.h. die original Flugzeugsoftware wird durch die originalen "Blackboxes" geschickt und in die Simulation eingebunden. Das ist sehr aufwändig bei der Integration in ein Simulatorsystem. Hat aber den entscheidenden Vorteil, dass das Systemverhalten aller Komponenten dem "echten" Kampfflugzeug sehr nahe kommt.



Abbildung 8. Eurofighter in Action

**Das ASTA - System besteht aus** einem Full Mission Simulator (FMS) und einem Cockpit Trainer (CT). Der CT ist der "kleine Bruder" des FMS .

Zwischen CT und FMS wird durch eine Netzwerkverbindung eine interaktive Trainingssituation hergestellt, die die Piloten in ein extrem realitätsnahes Trainingsenvironment versetzt; d.h. "wirklichkeitsnahe Ausbildungs- und Trainingsflüge" für Kampfbesatzungen im Verbund einer Formation, die nicht von programmierten "Computer Generated Forces" sondern von echten Menschen, mit ihren jeweiligen Stärken und Schwächen bedient wird.

**Die Zukunft von ASTA wird durch die** Netzwerkfähigkeit mit anderen Eurofighterflugplätzen, wie z.B. Laage, bestimmt. Hier wird das ASTA System schon seit drei Jahren sehr erfolgreich bei der Um- und Erstsichtung der deutschen Eurofighterpiloten genutzt. Networking im WAN (Wide Area Network) heißt:

Neuburger Piloten können in Zukunft in Echtzeit mit / gegen Piloten üben, die in Laage oder Wittmund im ASTA sitzen.

### **Trainingsaufbau und Ablauf:**

In Neuburg wird z.Zt. ein "Refresher- bzw. Follow-Up-Training" für bereits ausgebildete Eurofighterpiloten abgehalten. Geübt werden alle erdenklichen taktischen Szenarien, sowie sämtliche Notfallsituationen und Schlechtwettereinflüsse.

### **1. Mission Planning**

Für eine "Standalone Mission", also ohne Networking mit dem CT, plant der Pilot die Simulationsmission an seinem Mission Support System (MSS) genauso, als würde er gleich zu einer normalen Trainingsmission in die Luft gehen. Das MSS System erlaubt dem Piloten sämtliche missionsrelevanten Daten vor dem Flug zu definieren und editieren. Dazu gehören der Flugplan, die geplante Route, Frequenzen und andere vorher bekannte Parameter, die dann auf einem tragbaren Speicher abgelegt werden.

Der dazugehörige Datenträger wird anschließend, anstatt ins richtige Flugzeug, im Cockpit des FMS eingebracht. Vor der Mission werden noch mal alle trainingsrelevanten Details zwischen Pilot und "Instructor" oder "Civil Instructor" (CI) in einem Briefing besprochen und auf die Mission Objectives abgestimmt. Bei den Mission Objectives handelt es sich um bestimmte Kriterien, die genau definieren, welche Trainingsinhalte bei dem Flug erreicht werden sollen. Die Trainingsinhalte wiederum bestimmen dann, welche Szenarien für die Mission geladen werden. Dabei handelt es sich um mehr oder weniger komplexe taktische bzw. fliegerische Szenarien, die vorprogrammiert im "Synthetic Environment" als Datenfiles bereit liegen und vor der Mission in die Rechner geladen werden.

Nach dem Briefing schnallt sich der Pilot im FMS Cockpit fest, und der CI nimmt an der Konsole Platz. Die Missionsdaten werden geladen und das Cockpit aktiviert. In der Regel wird das "Seat Motion Cueing" zugeschaltet und der Pilot beginnt mit den Startvorbereitungen bzw. Anlassvorgängen.

### **2. Communications**

Der CI an der Konsole übernimmt während der Mission sämtliche Kommunikationsaufgaben, die von außen auf den Piloten einwirken. Angefangen vom Tower über Wartungsmechaniker am Flugzeug, bis zu taktischen Jägerleitoffizieren wird der Funkverkehr zwischen Pilot und anderen Stationen realitätsnah durchgeführt. Darauf wird extremer Wert gelegt, dass alles sehr authentisch abläuft, um allen Beteiligten das Gefühl zu vermitteln, dass sie sich in einer "echten Mission" befinden.

### **3. Flight Execution**

Sobald alle Systeme ihre Betriebsbereitschaft erreicht haben, beginnt mit dem Start der eigentliche Trainingsanteil. Bei speziellen Überprüfungsflügen werden natürlich auch am Boden gewisse Notfallszenarien eingespielt, jedoch nicht bei alltäglichen Missions.

Während der Flugphase gibt der CI dem Piloten nun "Denksportaufgaben" der unterschiedlichsten Art. Dies können zum einen knifflige taktische Situationen, aber auch unvorhergesehene Wettererscheinungen oder technische Probleme mit dem Flugzeug sein. Das Ganze zu einer schlüssigen Mission zu kombinieren, um die gesteckten Ziele zu erreichen, ist dabei die Kunst. Der Kreativität und dem Einfallsreichtum des CI sind dabei förmlich keine Grenzen gesetzt. Um das Ganze jedoch wieder in einen realitätsnahen Rahmen zu packen, greift er auf seine langjährigen Erfahrungen als Flug- und Waffenlehrer bei der Luftwaffe zurück. Er bringt damit seinen breiten Erfahrungsschatz mit in die Simulation ein. Dadurch wird ein hohes Maß an Freiheitsgraden erreicht, die es dem CI erlauben, alle Schwierigkeitsgrade und Trainingsaspekte fließend in die Simulation einzubinden.

### **4. Task Management / Decision Making**

Dem Piloten im Cockpit werden während der Mission durch den CI eine Abfolge verschiedener Tasks auferlegt. Dabei kann wiederum die Abfolge und der Schwierigkeitsgrad frei gewählt werden. Durch Kombination von Standard Tasks und unvorhergesehenen Ereignissen wie technische Defekte oder Wetterverschlechterungen, wird der Pilot einem ständigen Task Management unterzogen. Dabei wird

vor allem auf die *Task Priorization* geachtet, um je nach Situation das Mission Objective zu erreichen. Unter Task Priorization versteht man die Fähigkeit des Piloten, wichtigen anstehenden Entscheidungen eine sinnvolle und zielorientierte Reihenfolge zu zuordnen. Da sich z.B. Luftkampf szenarien in atemberaubender Geschwindigkeit abspielen, bleibt wenig Zeit ,um sich lange über eine taktische Situation Gedanken zu machen' oder über Lösungsmöglichkeiten nachzudenken. D.h. der Pilot muss in Bruchteilen von Sekunden wichtige Entscheidungen wie z.B. Höhen- oder Kurswechsel, Angriffsgeschwindigkeit sowie taktische Maßnahmen, Waffenwahl und Selbstschutz treffen, die über Erfolg oder Misserfolg seiner Mission entscheiden.

Entscheidungen müssen z.B. auch bei Notfallsituationen in einer schnellen Abfolge getroffen werden, um z.B. einen "Catastrophic Loss of Airplane" zu verhindern. Hier eine realistische Situation aufzubauen ist die Hauptaufgabe des CI an der Konsole. Spannend werden technische Defekte an einem Flugzeug erst, wenn zu dem technischen Problem sich auch noch das Wetter verschlechtert, der Resttreibstoff knapp wird und dann auch noch der angeflogene Notlandeplatz plötzlich nicht mehr zur Landung geeignet ist.

Bei Task Management und Decision Making scheidet sich in der Kampffliegerei sehr schnell "die Spreu vom Weizen" und eine falsche taktische Entscheidung kann fatale Folgen haben. Fehler werden in der Regel gemacht, wenn zu "Multi-Tasking", das in der Kampffliegerei latent vorhanden ist, noch ein extremer Zeitdruck hinzu kommt, z.B. "...ich muss jetzt landen sonst ist der Sprit alle" – oder "...ich muss jetzt in eine Schussposition kommen, sonst werde ich abgeschossen...".

"Decision Making under Stress" ist ein entscheidender Trainingsaspekt im ASTA Simulator, der nach dem Flug entsprechend ausgewertet und bewertet wird. Je präziser und schneller dieser Prozess abläuft, um so effektiver wird der Kampfpilot seinen Arbeitsplatz beherrschen und im entscheidenden Moment die richtigen Handlungen vollziehen.

## 6. Situational Awareness

Situational Awareness (SA) zählt zu den schwierigsten Themengebiete in der Fliegerei

im Allgemeinen und bei der Kampffliegerei im Besonderen. Was ist "Situational Awareness"? Eine gute Umschreibung habe ich einmal von einem US Navy Vertreter gehört, der es wie folgt beschreibt: " ... degree of accuracy by which one's perception of his current environment mirrors reality..."

Während man einem Multi-Tasking ausgesetzt und dabei gleichzeitig unter extremen Zeitdruck gesetzt wird, leidet als erstes diese "perception of the current environment". Man kann sich in so einer Situation mental schnell von der "reality" entfernen. "Breakdown of SA" ist einer der Hauptgründe, warum Luftkämpfe verloren werden, sich Kampfflugzeuge dabei rammen, oder bei komplexen Notfallsituationen Flugzeuge und Menschenleben zu beklagen sind. Hier wird durch die "fidelity" des Eurofightersimulators mit seiner "Rehosted Software" und der ASTA Simulation an sich, ein entscheidender Trainingsaspekt, wesentlich intensiver geübt als in allen anderen mir bekannten Simulationssystemen.

Indem das "Current Environment" des Piloten im ASTA Simulator der Realität sehr nahe kommt, kann man auch SA-Aspekte wesentlich effektiver simulieren und trainieren.

Seine SA bezieht der Pilot aus vielen unterschiedlichen Quellen. Zum einen sind es "On-board Sensoren" und Displays, zum anderen sind es Informationen, die von außen über Kommunikationskanäle und Datenlink in seine Systeme einfließen. Die Auswahl und die Verarbeitung der Information ist jedoch letztendlich die Aufgabe des Piloten. Hier kann sehr schnell durch die falsche Anwahl von Display-Formaten oder Missinterpretationen von angezeigten Parametern oder über Funk erhaltenen Informationen die SA drastisch verschlechtert werden und damit die "perception of the current environment" nicht mehr die "reality" widerspiegeln.

Der sog. "breakdown of SA" beginnt in der Regel mit "Channalized Attention" oder der sog. "Target Fixation". Der Pilot ist mit der Masse der ihm gestellten Aufgaben und einfließenden Informationen überfordert und konzentriert sich dann nur noch auf einen oder zwei Aufgaben bzw. Einflüsse die er meint primär bewältigen zu müssen. Dabei verliert er aber in der Regel andere wichtige Aufgaben bzw. äußere Einflüsse die auf ihn einwirken,

aus den Augen. Er nimmt seine Umgebung nur noch mit einem Tunnelblick wahr. Dabei ist er nicht mehr in der Lage, den kompletten Überblick über seine direkte Umgebung zu behalten, "and his perception of the current environment does not mirror reality"!

Diesen Aspekt versucht man beim Simulatortraining immer wieder genau zu beleuchten. Man will die Piloten an ihre Grenzen heranführen, um ihnen gezielt Erfahrungswerte an die Hand zu geben, die sie dann hoffentlich in der realen Welt entsprechend umsetzen können, um eben die SA so hoch wie möglich zu halten. Zum Beispiel eine gezielte Auswahl der möglichen Displayformate und ein effektiver "Crosscheck" können hier schon entscheidende Grundlagen für eine höhere SA bilden.

Das Ausloten von Grenzbereichen ist vor allem in sog. "Networked Missions", bei dem CT und FMS vernetzt sind, sehr effektiv. Da sich hier zwei aktive Player in der Simulation bewegen und durch interaktives Zusammenspiel noch wesentlich realistischere Simulationseffekte erzielt werden.

#### **Ausblick:**

In Zukunft werden wahrscheinlich noch mehr Standardmissionen aus der realen Trainingswelt in den Simulator verlegt werden. Durch eine immer ausgeklügeltere Technik und Vernetzungsmöglichkeiten wird das "Synthetic Environment" noch mehr als bisher in der Lage sein, dem Piloten eine wirklichkeitsnahe Trainingsumgebung zu schaffen. Allein durch modernere Projektoren, die zum Teil schon auf Laser basierender Technologie arbeiten, wird die Außenwelt immer schärfer und realistischer.

Die Qualität und den Nutzen, die der Pilot aus Trainingsmissionen im Simulator ziehen kann, sind und bleiben jedoch stark davon abhängig, wie der Instructor an der Konsole sein "Task Management / Decision Making / SA" beeinflusst und herausfordert und auf spezifizierte Lernziele hinleitet. In diesem Bereich befindet man sich auf einer schmalen Gratwanderung und es wird viel Fingerspitzengefühl und Erfahrung vom Instructor benötigt, um hier einen entscheidenden Lernerfolg herbeizuführen, den der Pilot dann ins echte Cockpit mitnehmen und übertragen kann.

## **Zum Schluss....**



Kyoto im September

... wünschen wir Ihnen und euch allen einen schönen und windigen Herbst.

Herzlich,  
Annette Kluge

#### **Impressum**

"Komplexität und Lernen"  
ISSN 1661-8629  
erscheint vierteljährlich  
Herausgeberin

Prof. Dr. Annette Kluge & Dina Burkolter  
Universität Duisburg-Essen  
Fachbereich Wirtschafts- und Organisationspsychologie  
Fakultät für Ingenieurwissenschaften  
Abteilung für Informatik und Angewandte Kognitionswissenschaften  
Lotharstr. 65 /LE 246  
47048 Duisburg  
annette.kluge@uni-due.de

Gastprofessorin am Lehrstuhl für  
Organisationspsychologie  
Sandrina Ritzmann & Vera Hagemann  
Universität St. Gallen  
Varnbuelstr. 19  
CH-9000 St. Gallen  
annette.kluge@unisg.ch

Wenn Sie Interesse an dem Newsletter haben, dann mailen Sie bitte an christina.ihaszriedener@unisg.ch; dann nehmen wir Sie gerne in unseren Verteiler auf.