

## Komplexität und Lernen

### Kurzes Editorial zur 3. Ausgabe

Im diesem Newsletter berichten wir davon, wie sich die TrainingsteilnehmerInnen unseres Experimentes nach 12 Wochen "geschlagen haben" sowie von neuen Trends in der Trainingsforschung. Wir berichten Ihnen auch die Hintergründe zu aktuellen Lerntheorien und die damit verbundenen praktischen Hinweise für die Praxis, frei nach "Es gibt nichts Praktischeres als eine gute Theorie".

Zudem hat sich ein ehemaliger Luftwaffenpilot, der jetzt bei EADS als Simulatortrainer arbeitet, freundlicherweise bereit erklärt, über die Eurofighter Ausbildung am Interim Training Device zu berichten. Ich habe Herrn Blaschke in Neuburg an der Donau beim Jagdgeschwader 74 kennengelernt, als wir uns dort über die Eurofighter Ausbildung am Simulator informierten.

Schönes Lesen wünscht

Annette Kluge

## Aus der Forschung

### Wieviel bleibt nach 12 Wochen noch von einem Training "hängen"?

von Annette Kluge, Kerstin Schüler und Dina Burkolter

### Wie lange hält ein Training zur Störungsdiagnose?

*Zur Erinnerung:* Wir waren angetreten um zu testen, welche Trainingsmethode dazu führt, dass man Prozeduren der Störungsdiagnose bei einer Prozesskontrolltätigkeit möglichst lange behält (in diesem Fall 8 und 12 Wochen) und auch auf neue unbekannte Störungen übertragen kann (siehe 1. und 2. Newsletter). Direkt nach dem Training und 8 Wochen später waren die Teilnehmer der Trainingsgruppe "Drill & Practice" am besten in der Lage, die trainierten Störungen zu diagnostizieren und zu beheben. Die Gruppe "selbstgesteuertes Lernen aus Fehlern" schnitt am schlechtesten ab - sowohl bei der Anzahl richtig erkannter Störungen als auch bei der Diagnosezeit.

Was zeigte sich nun nach 12 Wochen? 12 Wochen nach dem Training (d.h. weitere 4 Wochen nach dem ersten Test) war der Trainingseffekt der "Drill & Practice" Gruppe verschwunden. Die Gruppe "Drill & Practice" war nach 12 Wochen nur noch so gut wie die beiden anderen Gruppen "selbstgesteuertes Lernen aus Fehlern" und die Kombinationsmethode "Drill & Practice und angeleitetes Lernen aus Fehlern".

Nach den 12 Wochen hatte die "Selbstgesteuertes Lernen aus Fehlern"-Gruppe die schlechteste Monitoringleistung: Diese Gruppe wich am meisten von den vorgegebenen Sollgrößen ab. D.h. diese Gruppe tat sich zu dem Zeitpunkt nicht nur mit der Störungsdiagnose schwer, sondern auch noch mit dem Monitoring.

*Was dabei zu bedenken ist:* Dabei ist jedoch wichtig im Kopf zu haben und zu bedenken, dass es sich hier um das "reine Vergessen" handelt, denn unsere Auszubildenden hatten während der 8 und 12 Wochen, die zwischen Training und Test lagen, keine Möglichkeit an unserem System weiter zu arbeiten. Es ist zu vermuten, dass sich das Vergessen abmildern lässt, wenn die Auszubildenden mit dem System bei der täglichen Arbeit hätten weiter arbeiten können, wie das in den meisten Anlagen, z.B. den Raffinerien oder Kraftwerken der Fall ist. In Anbetracht der Tatsache, dass in den meisten Prozesskontrollumgebungen bestimmte Störungen aber auch nur alle 5 Jahre mal vorkommen können oder in Jahresabständen trainiert werden, ist auch hier zu vermuten, dass sich ähnliche Vergessenseffekte zeigen wie bei unseren Auszubildenden.

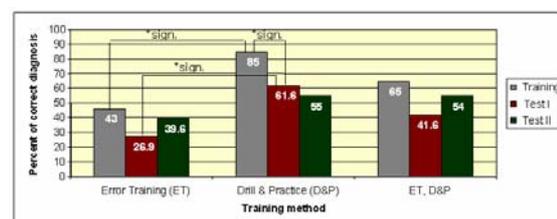


Abbildung 1. Vergleich der 3 Trainingsgruppen am Ende des Trainings (grau), nach 8 Wochen (rot) nach 12 Wochen (schwarz).

### Was ist an Transfer auf neue Störungen zu erwarten?

Leider wenig! Unsere Ergebnisse machen deutlich, wie wenig man an Transfer auf unbekannte Störungen erwarten kann. Die Trainingsteilnehmer haben bei beiden Tests, nach 8 und nach 12 Wochen, jeweils drei trainierte

und drei unbekannte Störungen diagnostizieren müssen. Beim zweiten Test wurden andere trainierte und auch andere unbekannte Störungen verwendet als beim ersten Test. Bei Diagnose der unbekannt Störungen zeigte keine der Trainingsmethoden einen besonderen Vorteil. Alle Trainingsgruppen waren in der Lage, ungefähr eine von drei unbekannt Störungen richtig zu diagnostizieren. Der in solchen Prozesskontrolltätigkeiten zu erwartende Transfer ist also eher gering. Das ist bitter.

Die Monitoringleistungen (Abweichungen von den Sollwerten) sind dabei bei allen Gruppen während der Bearbeitung der unbekannt Störungen schlechter als während der Bearbeitung der bekannten Störungen.

### Was heisst das zusammengefasst für alle "aus der Praxis"?

Nach ca. 12 Wochen ist es sozusagen egal, wie Sie trainiert haben, die Vorteile der besten Trainingsmethode sind dann verschwunden. Alle TrainingsteilnehmerInnen wissen dann noch soviel wie die TrainingsteilnehmerInnen des bei den ersten beiden Zeitpunkten ineffektivsten Trainings.

Für alle die trainieren, heisst das aber auch, dass nach spätestens 8 Wochen eine Auffrischung stattfinden muss, um den Lerngewinn aufrecht zu erhalten. Nehmen wir mal an, dass genau in der 7. Woche nach einem Training in einer Anlage eine Störung auftritt, die im Training geübt wurde: Dann ist es sehr relevant, wie sie geübt haben. Mit zunehmender Zeit, z.B. bei einer Störung nach 14 Wochen nach Training, ist aber das Vergessen stärker als jede Trainingsmethode.

In Bezug auf den Transfer bedeuten unsere Ergebnisse, dass man sehr bescheiden sein muss, was TeilnehmerInnen transferieren können. Im Durchschnitt haben die TeilnehmerInnen 1/3 der unbekannt Störungen beheben können im Vergleich zu bestenfalls 80% bei bekannten Störungen bei der "Drill & Practice" Gruppe.

### Was heisst das für die Forschung?

Für uns war erstaunlich, dass sich unsere Trainings, die wir zwar speziell für die Störungsdiagnose entwickelt hatten, tatsächlich auch nur auf die Störungsdiagnose von trainierten Störungen auswirkten. Sowohl

(1) das Monitoring bzw. das Steuern der Anlage bei kleineren Abweichungen, auch wenn keine Störung vorliegt, sowie

(2) der Transfer auf unbekannt Störungen wurde durch keines unserer Trainings besonders gefördert.

Für uns bedeutet dies, dass wir spezielle Monitoringtrainings sowie spezielle Transfertrainings entwickeln "müssen", was wir jetzt in den Sommermonaten angehen werden.

## Warum selbstgesteuertes Lernen nicht immer effektiver ist als angeleitetes Lernen

Annette Kluge & Kerstin Schüler

Die obigen Ergebnisse werfen nun einige Fragen auf. Eine davon ist, warum selbstgesteuertes Lernen im Vergleich nicht besonders gut abschnitt. Hat man uns nicht lange Zeit erzählt, dass selbstgesteuertes Lernen zu einer tieferen Verarbeitung der Informationen führt und auch motivierender ist?

Aktuelle Konzepte aus der Instruktionspsychologie argumentieren mit dem sog. "Cognitive Load" (Kognitive Beanspruchung), der das Lernen eher erschwert als erleichtert. Die Autoren Kirschner, Sweller und Clark (2006) beginnen ihre Argumentation beim sog. Arbeitsgedächtnis:

Die Informationen, die gelernt werden sollen, werden im Arbeitsgedächtnis (vergleichbar mit dem Arbeitsspeicher des Computers) "zwischenverarbeitet" bevor sie ins Langzeitgedächtnis gelangen können, um später wieder abgerufen zu werden. Um verstehen zu können, was mit "Cognitive Load" gemeint ist, ist es hilfreich, die Eigenschaften des Arbeitsgedächtnisses zu kennen.

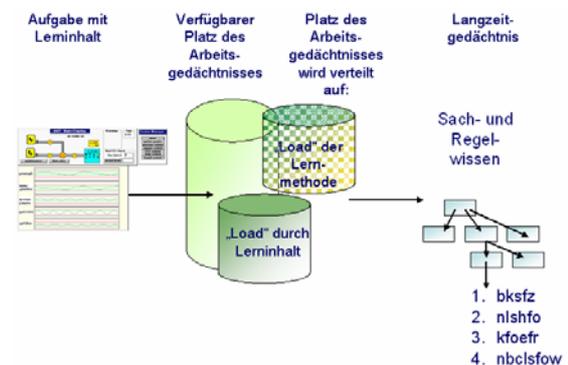


Abbildung 2. Schematische Darstellung des "Cognitive Load".

### Habe ich auch ein Arbeitsgedächtnis?

Um Ihr Arbeitgedächtnis an sich selbst festzustellen, bringen Sie bitte einmal die Namen

Ihrer KollegInnen, mit denen Sie unmittelbar zusammenarbeiten, in eine alphabetische Reihenfolge. Dabei müssen Sie zuerst die Namen Ihrer KollegInnen erinnern und dann die Namen auf ihre Anfangsbuchstaben hin prüfen, um sie dann zu sortieren. Sie können die KollegInnen auch nach dem Alter ordnen. Aber Sie werden merken: Sich an die Namen erinnern alleine reicht für die Aufgabe noch nicht, sondern Sie müssen mit diesen Informationseinheiten auch noch etwas "anstellen", wir würden sagen, sie müssen diese Informationen manipulieren, im Sinne von aktiv be- und verarbeiten.

Der menschliche Arbeitsspeicher ist in seinem Fassungsvermögen nun begrenzt, es passen ungefähr 7 (+/- 2) Informationseinheiten hinein. Wenn ein Lerner bisher noch keine Ahnung vom Lernstoff hat (wie z.B. Auszubildende), dann werden eher weniger Informationen hineinpassen. Wenn man erfahrener ist, dann kann man Fachinformationen sozusagen "verdichten" (zusammen "zippen", wie bei Winzip) um mehr erfassen zu können. In der Zwischenzeit weiss man auch, dass Lernende, die schon Ahnung von der Materie haben und erfahren sind (z.B. ein Operator mit 10 Jahren Berufserfahrung), Funktionen des begrenzten Arbeitsgedächtnisses in das Langzeitgedächtnis auslagern, um gleichzeitig mehr Informationen verarbeiten zu können. Diese Erkenntnis ist insofern "revolutionär" als man bisher dachte, dass das Langzeitgedächtnis sowas wie ein passives Lager ist, aus dem man nur Informationen herausholen oder hineintun kann. Dass aber das Langzeitgedächtnis selber auch aktiv Informationen bearbeiten kann, ist erst eine neuere Erkenntnis.

### **Was hat das jetzt mit der Trainingsmethode zu tun?**

Also: Jede Trainingsmethode beansprucht nun neben den zu lernenden Informationen im Arbeitsgedächtnis zusätzlichen Platz. D.h. von den 7 (+/- 2) Informationseinheiten müssen ein paar an die Lernmethode abgegeben werden, die ich beim Lernen berücksichtigen muss. Beim selbstgesteuerten Lernen wird nun relativ viel des Arbeitsgedächtnisses für die Lernmethode aufgewendet, weil sich der/die Lernende wie gesagt "selber steuern muss", d.h. er/sie fragt sich beim Lernen z.B. "Was war das Ziel?", "Wie muss ich vorgehen?", "Wo finde ich das im Text?", "Muss ich noch wo anders suchen?", "Ist das die richtige Antwort?", "Habe ich Wichtiges ausgelassen?" etc. Das Arbeitsgedächtnis wird also nicht nur durch die

neuen Informationen belastet, sondern auch durch die Lernmethode. Das führt dazu, dass weniger Inhaltliches gelernt werden kann.

### **Was ist die Lösung?**

Die Lösung bei unerfahrenen Lernenden, wie z.B. in unserem Fall die Auszubildenden, besteht darin, ihnen ein konkretes Schema an die Hand zu geben, anhand dessen sie lernen können und welches das Arbeitsgedächtnis nicht stark belastet. Beim ersten Mal z.B. wird die 10-Schritte Prozedur zum Beheben einer Störung Schritt für Schritt vorgegeben. Beim zweiten Mal werden nur noch 9 Schritte vorgegeben und den letzten muss der/die Lernende selber ergänzen. Beim dritten Mal werden 8 der 10 Schritte vorgegeben und die letzten beiden muss der Lernende ergänzen usw. Diese Methode nennt sich "Ausgearbeitete Beispiellösungen mit rückwärtsgerichtetem Ausblenden" ("worked-examples with backward fading"). Zudem wurden weitere Methoden entwickelt, die das Lernen komplexer Inhalte, wie z.B. bei Prozesskontrolltätigkeiten konkret unterstützen, ohne das Arbeitsgedächtnis zu überlasten.

*Also nochmals zurück zu unseren Auszubildenden:* Die Gruppe, die selbstgesteuert aus Fehlern lernen sollte, konnte nach diesem Ansatz nur wenig Informationen aufnehmen und lernen, weil das Arbeitsgedächtnis schon zu einem grossen Teil mit der Selbststeuerung des Lernens aus Fehlern beschäftigt war. Die "Drill & Practice" Gruppe konnte stattdessen viele Informationen verarbeiten, denn sie musste sich ja nicht um die Lerntechnik kümmern - die war ja strikt vorgegeben.

Die ganze Materie über "cognitive load" und die neusten Instruktionstheorien sind natürlich weitaus komplexer als ich das hier jetzt dargestellt habe, aber für den Einstieg reicht die Idee. Für Lernende, die nämlich schon "tiefer in der Materie sind", wie z.B. Operateure mit einigen Jahren Berufserfahrung, gilt die Einschränkung des Arbeitsgedächtnisses nämlich nicht so ohne weiteres, wie oben dargestellt. Wer mehr lesen will kann dies im Originaltext tun.

Der Originaltext, auf den ich mich beziehe, lautet:

Kirschner, P.A., Sweller, J. & Clark, R.E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41, 75-86.

## Aus der Praxis: Flugsimulator- ausbildung für Besatzungen von Kampfflugzeugen

von Helmut Blaschke, EADS

Simulation hat in der Fliegerei eine lange Tradition. Komplexe Verfahrensabläufe, wie sie in allen Bereichen der modernen Luftfahrt vorkommen, bedürfen einer gründlichen Vorbereitung am Boden. Erst danach ist ein angehender Pilot in der Lage, sie auch in der Luft entsprechend effektiv und verzugslos umzusetzen.

Kaum eine Ausbildung ist so kostenintensiv wie die zum Piloten, speziell die zum Kampfpiloten. Dazu zählen nicht nur Ausbildungsstunden, sondern auch Übungsstunden, um die Kampfbesatzungen auf einer hohen Einsatzstufe zu halten. Jede Ausbildungs- bzw. Übungsstunde in der Luft, die mit einer Simulatorstunde ersetzt werden kann, spart bares Geld, Material und Betriebskosten. Ganz zu schweigen von dem Nutzen für die Flugsicherheit. Daran hat auch die immer weiter fortschreitende Automatisierung in der Luftfahrt bisher nichts geändert. Dieser Aspekt ist sowohl in der zivilen, als auch in der militärischen Luftfahrt heute noch sehr wichtig.

Simulation wird aus o.g. Gründen weiterhin ein wichtiger Faktor bei der Aus- und Weiterbildung von Piloten bleiben.

### Simulatoren gestern und heute

Dabei hat sich viel getan in den letzten Jahren und Jahrzehnten. Auf Grund immer schnellerer und höherer Rechenleistungen von Computern sowie immer besser werdenden Visualisierungssystemen, sind heute im Bereich der Flugsimulation Dinge möglich, die noch vor 20 Jahren für Pilotenanwärter und Fluglehrer kaum vorstellbar gewesen wären.

Als ich Anfang 1983 während meiner Jetpilotenausbildung meine ersten Erfahrungen in einem Flugsimulator machen konnte, waren diese "Apparate" (sog. Link-Trainer) hauptsächlich zum Erlernen prozeduraler Fähigkeiten (Regelwissen) ausgelegt. Die damaligen Simulatoren waren relativ einfach strukturiert und hatten in der Regel kein oder nur ein sehr primitives Außensichtsystem. Brauchbare Sichtsysteme zur Visualisierung von Flugsze-

narien haben erst Anfang der 90er Jahre den Durchbruch geschafft.



Abbildung 3. Beispiel eines Link-Trainers, nach E. Link, Erfinder des ersten Flugsimulators, National Warplane Museum, USA

Um die Kernaspekte der Simulatorausbildung für Kampfbesatzungen etwas anschaulicher zu machen, will ich mich in meinen Ausführungen an einem Vergleich zwischen der zivilen und der militärischen Luftfahrt orientieren.

### Gemeinsamkeiten und Unterschiede der militärischen und zivilen Fliegerei

In der militärischen Fliegerei gibt es im Vergleich zur zivilen Fliegerei ein wesentlich breiteres Aufgabenspektrum und Einsatzgebiet, das ein Militärpilot erlernen und beherrschen muss. Die Hauptaufgaben von zivilen Piloten sind Start, Streckenflug von "A" nach "B", Instrumentenanflug und Abschlusslandung. Für den Militärpiloten stellen diese Aufgaben nur einen geringen Teil seiner von ihm abverlangten Fertigkeiten dar, die er im täglichen Flugbetrieb einbringen muss.

Das oben genannte Einsatzspektrum und natürlich das Beherrschen von Notfallsituationen, sind jedoch das Handwerkszeug eines jeden Piloten - egal ob zivil oder militärisch. Mit einem Luftfahrzeug kann man in Problemsituationen leider nicht schnell mal „rechts ranfahren“ und "unter die Motorhaube blicken", denn es bewegt sich weiterhin mit seiner Mindestgeschwindigkeit (in der Regel über 400 km/h) durch den Luftraum. Währenddessen versucht der Pilot das technische Problem zu analysieren, um anschließend die richtigen Handgriffe bzw. "Procedures" durchzuführen. Damit alleine ist es jedoch nicht getan. Faktoren wie Wetter, Position, Resttreibstoff und Gewicht spielen eine weitere wichtige Rolle, um eine sichere Landung zu ermöglichen. Eine solche Not-

fallsituation ist wiederum für alle Piloten sehr ähnlich und kann mit dem Begriff "Multi-Tasking" umschrieben werden.

Die prozedurale Beständigkeit eines Piloten zu erlangen und die richtige Entscheidungsfindung in kritischen Situationen zu trainieren, sind die grundlegenden Aufgaben der Simulatoreausbildung – zivil wie militärisch.

Doch damit ist es für den Militärpiloten noch lange nicht getan. Sein fliegerischer Aufgabenbereich ist wie gesagt wesentlich umfangreicher als der eines Airlinepiloten.

Hier einige Beispiele, die in jeder militärischen Pilotenausbildung zum täglichen Programm gehören:

Kunstflugmanöver, Trudelmanöver, 2er bis 4er Formationsflug, Tiefflugnavigation mit sehr hoher Geschwindigkeit, Überschallflug, enger Verbandsflug (Flügelspitzen überlappen dabei), taktische Formationen als „Flügelmann“ und Formationsführer beherrschen - und vieles mehr.

Nach der fliegerischen Grundausbildung kommen dann noch spezielle taktische Einsatzverfahren dazu, wie zum Beispiel:

- Abfangjagd in allen Höhen und mit allen Geschwindigkeiten bei Tag und Nacht sowie bei schlechtem Wetter
- Luftkampfmanöver und simulierter Waffeneinsatz
- taktischer Verbandsflug mit größeren Formationen
- Luft- Boden Waffeneinsatz
- Luftbetankungsmanöver bei Tag und Nacht, sowie allen Wettersituationen
- Abwehrmanöver, um gegnerischen Bedrohungssituationen zu entkommen
- Verlege- und Gefechtsübungen im In- und Ausland
- der Einsatz von scharfer Bewaffnung im speziell geschützten Luftraum.

Ich glaube, man kann an dieser Liste schon die Komplexität und den Umfang der Ausbildung sehen. Dass damit auch Anforderungen an einen dafür vorgesehenen Simulator extrem hoch sind, versteht sich von selbst.

### **Simulation der physischen Belastungen**

Neben den psychischen und mentalen Belastungen eines Kampfpiloten durch ständiges "Multi-Tasking", kommen noch einige Faktoren

hinzu, die für Außenstehende auf den ersten Blick nicht so ohne weiteres erkennbar sind.

Hierbei handelt es sich um ganz erhebliche *physische* Belastungen, denen ein Besatzungsmitglied im Kampfflugzeug ausgesetzt wird. Neben den Zentrifugalkräften, die hauptsächlich während Flugmanövern auf den Körper einwirken, sind dies noch die enormen atmosphärischen Druckunterschiede, die durch die schnellen und abrupten Höhenwechsel auftreten.

### **Steig- und Sinkflug**

Ein Eurofighterpilot z.B. kann innerhalb von 90 Sekunden von Meereshöhe auf 13 km Flughöhe steigen und wieder auf Meereshöhe zurückkehren. Ein Passagierflugzeug braucht für ein vergleichbares Steig- und Sinkflugmanöver mindestens 45 Minuten! Die enormen Druckveränderungen der Atmosphäre wirken sich jedoch, trotz Druckkabine, extrem ungünstig auf den menschlichen Organismus aus, da man in der Kürze der Zeit keine Möglichkeit hat, Adaptionsprozesse im Körper wirken zu lassen. Unterversorgung im Sauerstoffhaushalt kann die Folge sein und damit einhergehend auch eingeschränkte Handlungsfähigkeit, Sichteinschränkung und sonstige Symptome des vegetativen Nervensystems.

### **Kurvenflug**

Im Kurvenflug treten Beschleunigungskräfte (Zentrifugalkräfte gemessen in „G“) auf, die das Körpergewicht auf das neunfache der normalen Erdanziehungskraft erhöhen. D.h. wiegt ein Pilot auf der Erde 80 kg (entspricht 1G), sind dies bei einem normalen Flugmanöver (ca. 5G) schon 400 kg. Dabei fällt es schon sehr schwer, die Hände vom Gashebel oder Steuerknüppel zu nehmen, um Schaltvorgänge im Cockpit durchzuführen. Bei einem Luftkampfmanöver, bei dem die maximale Flugleistung gefordert wird und mit 8-9G engste Kurvenradien erzielt werden müssen, wiegt der Pilot plötzlich über 700 kg. Jetzt ist es unmöglich, irgendetwas im Cockpit zu greifen oder den Kopf zu bewegen. Inputs an die Avionik werden jetzt über Druckknöpfe am Gashebel bzw. Steuerknüppel gegeben, dem sog. HOTAS (Hands on Throttle and Stick). Diese Spitzenbelastung zu halten, ist durch die enorme Triebwerksleistung moderner Kampfflugzeuge auch über einen längeren Zeitraum möglich. Dabei wird das Kreislaufsystem ähnlichen

Belastungen ausgesetzt wie jenen von Hochleistungssportlern. Die Auswirkungen auf die Knochen, inneren Organe und vor allem die Wirbelsäule sind jedoch mit keiner anderen beruflichen oder sportlichen Betätigung vergleichbar! Man muss sich das ähnlich einer Achterbahnfahrt vorstellen, bei der man nebenher versucht, mit seinen Fingern die richtigen Töne aus einem Instrument zu holen, dabei gleichzeitig über den nächsten Zug in einem Strategiespiel nachdenkt und nebenher via Handy einem Kollegen Anweisung zum weiteren Vorgehen übermittelt.

Weiter wirken sich die Zentrifugalkräfte, die schnellen Rollbewegungen und die ständigen Druckunterschiede negativ auf die Sinnesorgane des Piloten aus.

Diese werden hauptsächlich durch das dafür nicht konzipierte Vestibularsystem im menschlichen Ohr, welches die Lage von Kopf und Körper im Raum ermittelt, hervorgerufen. Sinnestäuschungen und plötzlicher Bewußtseinsverlust durch hohe G-Kräfte sind mit ein Hauptfaktor von Flugunfällen in der militärischen Luftfahrt. Vier Kameraden, mit denen ich sehr gut befreundet war, sind bei Flugunfällen ums Leben gekommen, bei denen solche physische Faktoren mit eine Rolle gespielt haben.

#### **Möglichkeiten und Grenzen des Simulators**

Nun wird jedem Leser sicherlich klar sein, dass ein Pilot im Simulator, der bei 1G und normalem Umgebungsluftdruck am Boden steht, nicht diesen psychischen und physiologischen Belastungen ausgesetzt wird, wie dies in der Luft der Fall wäre. Hier genau liegen auch die Grenzen der Simulation von Luftkampfsszenarien am Boden. Diese „lebensbedrohliche Umgebung“, wie sie im richtigen Cockpit latent vorhanden ist, gibt es natürlich am Boden nicht und wird es so schnell auch nicht geben – Gott sei Dank! Dieser Aspekt ist jedoch ein nicht zu verachtender psychologischer Effekt, den man im Hinblick auf die Effizienz von Simulatortraining im Hinterkopf behalten sollte!

Jetzt werden Sie sich sicherlich fragen, wie kann man denn nun Kampfbesatzungen am Boden gezielt auf bestimmte Einsätze vorbereiten?

Um präzise Handlungsabläufe auch in der Luft zu gewährleisten, muss jeder Pilot erst einmal in der Lage sein, alle erdenklichen Handgriffe, Szenarien und Luftnotlagen am Boden routi-

niert und sicher durchzuführen, bevor er diese im eigentlichen Luftfahrzeug durchführt. Dafür muss die Simulation so echt und realistisch wie möglich sein. D.h. die Stimulation der Sinnesorgane und die Intensität der Stimulation müssen so ausgeklügelt sein, dass der Pilot im Simulatorcockpit einen Bezug zur Realität bekommt. Erst dann wird sein Wahrnehmungsmechanismus gewisse Situationen abspeichern können, die er dann später wieder als bereits gemachte Erfahrungen abrufen und umsetzen kann. Nur so wird er in der Lage sein, das Training im richtigen Flugzeug und unter den erschwerten physiologischen Bedingungen sicher und effizient durchzuführen. Letztendlich wird erst dann das Simulatortraining von den Besatzungen als vorteilhaft für die fliegerischen Fähigkeiten empfunden und entsprechend akzeptiert.

#### **Motion Cuing im Dome**

Um dies zu erreichen, wird ein riesiger technischer Aufwand betrieben. Die wichtigste Rolle dabei spielt sicherlich das Außensichtsystem und das "Motion Cuing". Außensichtsysteme erzeugen mit modernster Computertechnik eine Illusion der relativen Bewegung für den Piloten. Dabei wird mit sogenannten "Domes" gearbeitet (Abbildung 4), die in Echtzeit eine 360° Rundumsicht für den Piloten gewährleisten und dadurch vor allem bedingt durch das periphere Sehen erstaunliche Ergebnisse erzielen.

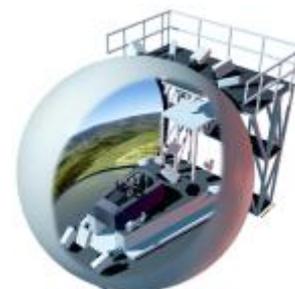


Abbildung 4. Cockpit Trainer/Interactive Pilot Station (CT/IPS) der Firma ESS in München

### Taktische Szenarien

Zur Unterstützung dieser visuellen Stimulation werden die Druckrezeptoren und sonstigen Sensoren im Körper gezielt stimuliert. Dabei wird eine Art "Fluggefühl" erzeugt, das den Piloten an seinen richtigen Arbeitsplatz erinnert. Dies geschieht über das Motion Cuing. Hier werden durch die Ansteuerung der Anti-G Ausrüstung und durch Bewegungen, die über den Cockpitsitz übertragen werden, Zentrifugalkräfte, wenn auch nur im Ansatz, simuliert.

Ein weiterer großer Unterschied zur Zivilfliegerei, der noch erwähnt werden muss: Kampfflieger sind immer in taktische Szenarien eingebunden und in der Regel nie alleine in der Luft. Es wird fast immer im Verbund mit weiteren Kampffjets der eigenen Staffel und im Zusammenwirken mit anderen Waffensystemen in der Luft und am Boden geübt. Dies beginnt mit banalen „2 gegen 1“ bis hin zu „70 gegen 30“. Die Zahlen stehen jeweils für Kampfflugzeuge, die in einer verbundenen „Luftkriegsoperation“, mit welchem Ziel auch immer, unterwegs sind. Um zum Verbandsführer einer großen Zahl von Kampfflugzeugen aufzusteigen, bedarf es natürlich jahrelangen Trainings sowie diverser Fort- und Weiterbildungen. Um diese umfassenden Managementaufgaben zu erfüllen, werden in der Regel erfahrene Flug- und Waffenlehrer eingesetzt. Große Szenarien in einem Simulator zu üben, ist die Herausforderung der Zukunft. Erste Schritte dahin wurden bereits realisiert. Vor wenigen Jahren war es nur möglich, einen einzelnen Trainee im Simulatorcockpit zu haben und vielleicht noch interaktiv von der Konsole aus etwas mitzuwirken oder einzugreifen. In der Eurofighter Ausbildung heute ist schon die Vernetzung von zwei Cockpits über ein LAN System möglich (Abbildung 5). Die Besatzungen in den beiden Cockpits können gemeinsam oder gegeneinander agieren. Ein erstaunlicher Trainingseffekt wird dadurch für die Besatzungen erreicht. Die nächste Ausbaustufe wird eine Vernetzung einzelner Simulatorstandorte miteinander sein. D.h. eine Besatzung in Standort "A" fliegt in Echtzeit gegen bzw. mit einer Besatzung von Standort "B". Zugleich können im Verbund von computeranimierten Formationen alle erdenklichen Szenarien durchgespielt werden, ohne diese kostenintensiven Flugzeugformationen wirklich in die Luft zu schicken.



Abbildung 5. Zukunft der Vernetzung der Simulatorstandorte

Ausgeklügelte Programme lassen diese sog. CGF's (Computer Generated Forces) dann auch ähnliche Verhaltensmuster an den Tag legen wie "echte Piloten". Das ist auch schon heute jederzeit möglich. Mit sog. "Doctrins" kann man je nach Ausbildungsstufe eine komplexe Simulatormission mit einem Schwierigkeitsgrad belegen, der der Erfahrung des Piloten entspricht.

Leider (oder aus Sicht der Piloten "Gott sei Dank") wird die Flugsimulation die bemannte Fliegerei nur in gewissen Teilbereichen ersetzen können. Und das ist auch gut so, denn trotz modernster Animation ist doch ein richtiger Flug immer wieder ein unglaublich intensives Erlebnis. Sich mit über 100.000 PS in den Himmel zu katapultieren ist ein unbeschreibliches Gefühl, das kein echter Kampfpilot auf Dauer missen möchte! Deswegen ist er letztendlich auch Kampf- und nicht Airlinepilot geworden....

#### Zu Person:

Jahrgang 1963; im Jahr 1981 Ausbildung an der Offiziersschule der Luftwaffe; ab 1983 Ausbildung zum Jetpiloten, anschließend Waffensystemausbildung; bis 1991 eingesetzt als Jagd- und Jagdbomberpilot; danach Ausbildung zum Flug- und Waffenlehrer; von 1997 bis zum Jahr 2000 Leiter der Waffenschule der Luftwaffe in Holloman Air Force Base, USA; bis zum Ausscheiden aus der Luftwaffe im Jahr 2004 eingesetzt als stellvertretender Staffelfkapitän und Einsatzstabsoffizier einer Jagdstaffel. Im Auftrag der Fa. EADS griechische Jetpiloten auf Kampfflugzeugen mit moderner Avionikausrüstung ausgebildet. Nach aktiven Dienst Ausbildung zum „Airline and Transport Pilot“ sowie Erwerb ziviler Fluglehrerlizenzen.

Seit einem Jahr Tätigkeit eines „Synthetic Flight and Tactic Instructors“ auf dem Waffensystem Eurofighter aus; Insgesamt 16 Jahre Ausbildungstätigkeit in den unterschiedlichsten Bereichen der Militär- und Zivilliegerei inklusive Simulatortraining.

## Ausblick

Für diese Ausgabe waren ursprünglich zwei weitere Praxis-Themen angekündigt. Wir wollten von den Simulatortrainings der Kernkraftwerksbetreiber in Deutschland, insbesondere von Entscheidungstrainings berichten. Zudem war geplant, Teilnehmer und Teilnehmerinnen an Simulatortrainings mit ihren ganz persönlichen Lernerfahrungen zu Wort kommen zu lassen. Das werden wir in der nächsten Ausgabe natürlich nachholen.

Wir berichten Ihnen dann auch von einem Trainingsexperiment zum zusätzlichen Nutzen von LKW-Gefahrentrainings mit einem Fahr Simulator, der im Rahmen der neuen EU Richtlinie zu KraftfahrerInnen Aus- und Weiterbildung eingesetzt werden wird.

Wir freuen uns auf Ihre Rückmeldung und auch auf Idee und Beiträge!

## Impressum

"Komplexität und Lernen"

ISSN 1661-8629

erscheint vierteljährlich

Herausgeberin

Prof. Dr. Annette Kluge

Lehrstuhl für Organisationspsychologie

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](mailto:christina.ihaszriedener@unisg.ch); dann nehmen wir Sie in unseren Verteiler auf.