

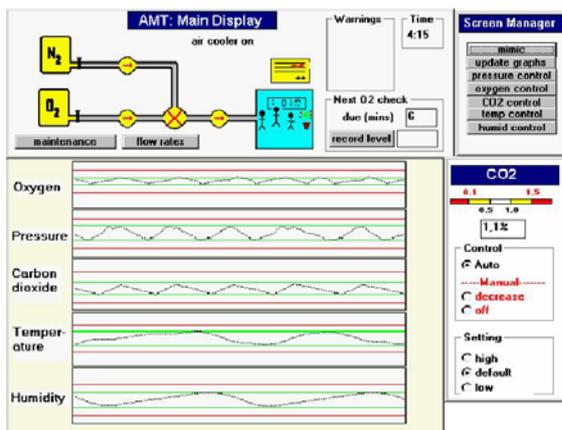
## Komplexität und Lernen

### Kurzes Editorial

Mit diesem Newsletter wollen wir alle, die ihr Interesse an unserer Arbeit zu Training mit Simulationen und Simulatoren in Theorie und Praxis bekundet haben, über unsere Forschungsergebnisse informieren. Wir wollen ebenfalls die Simulatortrainer aus unterschiedlichen Branchen gleichfalls einladen und auffordern über neue Ideen und Anwendungen zu berichten.

Der Newsletter soll vierteljährlich erscheinen und Sie informieren, bzw. eine aktive und spannende Plattform für den Austausch von Wissenschaft und Praxis werden. Wir freuen uns auf Ihre Beiträge.

Ihre Annette Kluge



CAMS - Simulation einer Prozesskontrolltätigkeit zu Forschungszwecken

### Aus der Forschung

Unser Forschungsanliegen ist herauszufinden, wie man die Bewältigung komplexer Aufgaben so trainieren kann, dass das einmal Erlernte möglichst lange "hält", also nicht wieder vergessen oder verlernt wird und auch auf neue, unbekannte Situationen übertragen werden kann.

Weil Training nicht generell "wirkt", sondern auch von den Voraussetzungen der TrainingsteilnehmerInnen (TIn) abhängt, haben wir uns in unserer ersten Projektphase gefragt, ob es bestimmte Voraussetzungen gibt, die das Erlernen von komplexen Tätigkeiten unterstützt.

Dazu haben wir ChemikantInnen verschiedener Schweizer Chemiebetriebe mit einer simulierten **Prozesskontrolltätigkeit** trainiert und

eine Woche später getestet, wie die ChemikantInnen auf bekannte und unbekannte Störungen reagierten.

### Die Rolle der Intelligenz

Die *Intelligenz* der TIn erwies sich als eine wichtige Voraussetzung für gute Monitoringleistungen und die Behebung von unbekanntem Störungen. Wenn es lediglich um bekannte Störungen ging, die schon im Training geübt wurden, zeigte sich kein Unterschied zwischen den intelligenteren und den weniger intelligenten ChemikantInnen.

### Motivation und Nützlichkeit

Ob sich die TIn bei der Störungsbehebung Mühe geben, hing vor allem von der Beurteilung der TIn ab, ob das Training ihnen geholfen hatte, die Prozesskontrolltätigkeit gut zu verstehen und zu erlernen, also ob sie das Training nützlich fanden.

Eine hohe *Trainingsmotivation* der TIn führte vor allem zu einem besseren Wissenserwerb. Und auch ein *Persönlichkeitsmerkmal*, nämlich die "Gewissenhaftigkeit" der TIn, trug dazu bei, dass unbekannte Störungen besser bewältigt wurden.

### Kognitive Stile

Ein interessantes Ergebnis, was uns selber überraschte, war die Wirkung des kognitiven Stils der TIn. Ein *kognitiver Stil* ist ein bevorzugter Modus der Informationsverarbeitung.

Die kognitiven Stile, die wir untersucht haben, waren ein komplexer kognitiver Stil versus ein klar strukturierter kognitiver Stil, bei dem die Informationen vor allem gut strukturiert und übersichtlich Schritt für Schritt erarbeitet werden sollten. Unsere Experimente zeigten, dass ein klar strukturierter kognitiver Stil vor allem zu guten Monitoring-Leistungen führt, während ein komplexer kognitiver Stil zu einer guten Störungsbehebung führt.

Zudem haben wir angeschaut, ob Hinweise auf bestimmte *menschliche Fehler*, die bei der Störungsbehebung oft auftreten, dazu führen, dass die TIn diese Fehler anschliessend weniger machen als diejenigen, die nicht speziell auf diese menschlichen Fehler aufmerksam gemacht wurden.

Solche Fehler sind vor allem, dass bestimmte Alarmzeichen verwechselt werden oder dass wichtige Schritte bei der Störungsbehebung ausgelassen und vergessen werden.

Die Trainingsgruppe, die mit diesen Hinweisen auf menschliche Fehler trainiert wurde, war vor

allem bei der Behebung von unbekanntem Störungen besser als die Vergleichsgruppe.

Diese ersten Forschungsergebnisse werden wir im November 2006 auf der Konferenz der "Human Factor and Ergonomics Society" in Sheffield, England vorstellen.

### Aktuelle Aktivitäten

Derzeit sprechen wir mit Vertretern der **Teilstreitkräfte der Bundeswehr und der Schweizer Armee**, um die Erfahrungen mit dem Einsatz von Simulatoren z.B. bei der Kettenfahrzeugausbildung, beim Schiesstraining oder bei der Ausbildung der Flugzeug- und U-Bootführer zu erfragen und auszuwerten.

Im November läuft eine zweite Trainingsstudie in Kooperation mit den **Berufsausbildungszentren der Deutschen Telekom AG** an. In dieser Trainingsstudie untersuchen wir drei unterschiedliche Trainingsmethoden und ihre Wirkung auf den langfristigen Kompetenzerhalt sowie auf die Kompetenz zur Behebung von unbekanntem Störungen und Bewältigung von neuartigen Situationen. Die Trainings unterscheiden sich hinsichtlich der Art und Weise, wie Fehler für das Lernen genutzt werden. Der Trainingserfolg wird zu zwei Zeitpunkten nach dem Training erhoben, so dass auch die Langzeitwirkung der Trainings sichtbar wird.

Im November 2006 schliessen wir eine Studie in Kooperation mit der **BP in Gelsenkirchen Horst** ab, in der es um Vorteile von Simulatortrainings in Raffinerien aus Sicht der unterschiedlichen Anspruchsgruppen geht. Anspruchsgruppen sind die TIn selbst, die Trainer, die Schichtmeister und Ingenieure sowie die Geschäftsleitung und die Sozialpartner.

### Ergebnisse aus der Praxis - Simulatortrainings in Raffinerien

Wir haben eine Bestandsaufnahme zum Einsatz von Simulatortrainings im Bereich von Kern- und Kohlekraftwerken sowie in Raffinerien, in der zivilen Luft- und Schifffahrt in Deutschland und der Schweiz erstellt. Die Häufigkeit und Dauer der Trainings unterscheiden sich vor allem aufgrund der gesetzlichen Bestimmungen, die den Einsatz von Simulatoren fordern.



Der Raffinerie-Sektor ist deutlich am wenigsten verbindlich geregelt. Länge und Dauer von Basis- und Refresher Trainings sind je nach Raffineriebetreiber unterschiedlich. Ebenso der Einsatz von generischen oder full-scope Simulatoren. Auch wird der Trainingsbedarf in den Raffinerien überwiegend von den Trainern oder den Schichtmeistern vorgegeben, während es in anderen Bereichen gesetzlich klar definierte Curricula gibt.

Im folgenden präsentieren wir Ausschnitte aus dieser Bestandsaufnahme und beziehen uns speziell auf Raffinerien. Befragt wurden die Simulatortrainer bzw. Repräsentanten der Trainingsabteilungen der in Deutschland und Österreich ansässigen Raffineriebetreiber (OMV, BP, Miro, Total, Bayernoil, Shell) mit mehreren Standorten.

*Zielgruppe:* Die Trainingszielgruppe setzt sich bei den meisten Raffinerien aus Messwartenfahrern zusammen sowie in einigen Fällen zusätzlich aus Mitarbeitern der Bereiche Wartung und Instandhaltung. Die Messwartenfahrer haben überwiegend eine 3-jährige Berufsausbildung z.B. als Chemikanten hinter sich, sowie ca. sieben Jahre Berufserfahrung z.B. als Instandhaltungspersonal in der Anlage. In einem Fall werden den Auszubildenden im Rahmen ihrer Ausbildung an den Simulatoren grundlegende Anlagenkenntnisse vermittelt. Die Grösse der Teilnehmer pro Training variiert zwischen zwei (wie in der normalen Schicht auch) und fünf bis sechs Teilnehmern aus verschiedenen Bereichen der Anlagen, die von ihren Vorgesetzten zum Training entsendet werden.

*Eingesetzter Simulatortyp:* Im Training werden überwiegend sog. full-scope-Simulatoren (teilweise auch Replica Simulatoren genannt) eingesetzt, in zwei Fällen auch generische Simulatoren. Im allgemeinen bilden die full-scope-

Simulatoren das technische System, auf das sie sich beziehen, 1:1 ab, d.h. die Darstellungen am Bildschirm, die Konsole sowie der Kontrollraum der Anlage sind exakt nachgebildet. In den Raffinerien beziehen sich die full-scope-Simulatoren jedoch überwiegend auf die dynamische Darstellung der Prozesse am Bildschirm und die Bedienung der gesamten Anlage.

Der Kontrollraum ist nur in wenigen Fällen exakt nachgebildet, die full-scope-Simulatoren stehen in speziellen Trainingsräumen, die zudem mit Trainingsmaterialien wie Pinwänden, Flipcharts u. ä. ausgestattet sind.

Die Lernziele, die mit dem full-scope-Simulator erreicht werden sollen, sind das An- und Abfahren der Anlage, der richtige Umgang mit auftretenden Fehlermeldungen, Fehlerdiagnose und -behebung als auch der Umgang mit Stör- und Zwischenfällen sowie Notfallplänen. OMV Wien Schwechat hat auf diesem Sektor zudem einen 3D – Simulator mit der Möglichkeit zur interaktiven Betätigung entwickelt und seit 3 Jahren hauptsächlich zur Ausbildung und zum Training von Lehrlingen und Neupersonal eingesetzt.

Dieser spiegelt das örtliche Anlagenumfeld mit allen Einrichtungen im virtuellen Raum. Das ist die der Realität am nächsten kommende, gefahrlose Trainingsmöglichkeit mit der Handhabung von Anlagenequipment, angefangen vom Betätigen von Schiebern, Pumpen-, Kompressorenstart, Verwendung der richtigen persönlichen Schutzausrüstung, bis zur Probennahme, richtiger Alarmierungen, Ofen – In – und Außerbetriebnahme, sowie bis zum Feuerlöschen mit der Wasserkanone.

Die *generischen Simulatoren* setzen sich aus sog. 'Basic Principles'-Simulatoren und 'Part-Task'-Simulatoren zusammen. Die 'Basic Principles'-Simulatoren veranschaulichen generelle Konzepte, Funktionsweisen sowie die technischen und chemischen Prozesse der Anlage, z.B. bei einer sog. FCC-Anlage<sup>1</sup>, die in jeder Raffinerie zu finden ist. Beim 'Part-Task'-Simulator wird die Anlage, auf die sich der Simulator referenziert, zwar ebenfalls exakt abgebildet, jedoch nur in Ausschnitten.

*Lernziele*, die mit einem generischen Simulator erzielt werden können, beziehen sich auf das Nachvollziehen, Verstehen und Erkennen der grundlegenden Prozesse innerhalb der Anlage.

<sup>1</sup> In einer FCC-Anlage werden schwere Stoffe wie Gasöl aus den Destillationsanlagen in leichtere Produkte wie Fahrbenzin umgewandelt. Ein Großteil der zusätzlich gewonnenen Produkte wird in den petrochemischen Anlagen (Olefin-/Aromaten-Anlagen) weiterverarbeitet.

Die generischen Simulatoren werden vor allem bei Auszubildenden und Anfängern eingesetzt, ferner kombiniert eine Raffinerie den Einsatz von full-scope-Simulatoren mit computer-based Training, welches den 'Basic Principles'-Simulatoren nahe kommt.

*Trainingskurse und -dauer:* In den Raffinerien hat sich die Dreiteilung von Basiskurs, Refresherkurs und Spezialkurs durchgesetzt. Die Auszubildenden erhalten am 'Basic Principles'-Simulator nur einen Trainingstag pro Ausbildungsjahr. Die Kontrollraumoperateure dagegen erhalten überwiegend ein mehrtägiges bis mehrwöchiges Basistraining, drei bis vier Tage Refreshertraining über das Jahr verteilt oder eine zusammenhängende Trainingswoche, sowie bei Bedarf, der vor allem von den Vorgesetzten definiert wird, ein sog. eintägiges Spezialtraining im Umgang mit Zwischen- und Störfällen oder anderen kritischen Ereignissen.

Bei den Basiskursen geht es um ein generelles Verständnis (im Sinne von deklarativem Wissen) der Funktionsweise der Anlage, das An- und Abfahren, den Normalbetrieb sowie die Nutzung von Checklisten und standardisierten Prozeduren (prozedurales Wissen). Ziel des Refresher-Trainings ist das Aufrechterhalten des Kompetenzniveaus sowie dessen Vertiefung. Ziel des Spezialtrainings ist das Beherrschen von außerordentlichen Betriebsabweichungen unter wirtschaftlichsten Gesichtspunkten, sowie das Erwerben von Prozeduren im Umgang mit Notfallsituationen.

*Trainingsmethodik:* Im Vergleich zu den Simulatortrainings im Kernkraftwerksbereich oder in der Luftfahrt bestehen für Raffinerien keine gesetzlichen Regelungen für den Einsatz von Simulatoren im Trainingsbereich. Es ist den Raffinerien dementsprechend bisher selbst überlassen, wie die Schichtmitarbeiter aus- und fortgebildet werden. Die Simulatortrainer, die selbst lange Jahre Erfahrung in und mit der Anlage haben, entwickeln die Trainingsmethodik jeweils nach subjektiven Erfolgskriterien.

Die Trainingsmethodik variiert bei einigen Raffinerien je nach Kurs, d.h. die Basistrainings orientieren sich eher am Modelllernen, bei dem der Trainer die einzelnen Vorgehensweisen demonstriert, auf mögliche Fehler hinweist und die Teilnehmer die Vorgehensweise am Simulator selbst nachvollziehen. Das Refresher- und Störfalltraining dagegen orientiert sich eher am problembasierten Lernen und simuliert eine normale Acht-Stunden-Schicht, in der verschiedene Störfälle auftreten und es Aufgabe der Teilnehmer ist, schnell und richtig zu reagieren.

Am Ende eines Störfalltrainingstages erhalten die Teilnehmer dann ein inhaltliches Feedback und Hinweise zu Korrekturen. Dazu kann der Simulator an die Stelle "zurückgespult werden", bei dem das Verhalten des Teilnehmers suboptimal war.

Einen eher einsichtsorientierten Ansatz verfolgt die OMV in Schwechat bei Wien. Dort wird zunächst aus zehn Zwischenfall-Szenarien, die am häufigsten vorkommen, eines ausgewählt, das trainiert werden soll und welches als Trainingsziel dient. Zu Beginn einer Übung werden die Teilnehmer nach möglichen Konsequenzen gefragt, die der Ausfall einer bestimmten Komponente für die Anlage hat. Die Hypothesen werden aufgeschrieben und am Simulator getestet. Anschliessend werden die Erfahrungen gemeinsam ausgewertet. Danach äussern die Teilnehmer Hypothesen darüber, mit welchen Massnahmen der Störfall korrekt behoben werden könnte. Diese werden wiederum am Simulator erprobt, bevor die gemachten Erfahrungen in der Gruppe ausgewertet und diskutiert werden. Ein Trainingstag endet mit einer Zusammenfassung der "Key Learnings". Die Teilnehmer erhalten abschliessend ein Fotoprotokoll der Pinwände sowie Mitschriften zur eigenen Dokumentation und zum Nachschlagen.

### **Im nächsten Newsletter**

Simulatortrainings bei der Kraftfahrt-ausbildungskompanie Dornstadt, "Fahrsimulator Kette".

### **Aktuelles & Termine**

Am 16.1.2007 hält Captain Thomas Bolli, CEO der Swiss Aviation Training Ltd, einen Gastvortrag an der Universität St. Gallen zum Simulatortraining bei der Swiss sowie zum Lernen aus Fehlern in der Aviatik. Dienstag, 16. Januar 2007, 16.00.-19.00 Uhr, Raum G3A, Gatterstr. 3, 9001 St. Gallen

Wenn Sie von Erfahrungen mit Simulatortrainings in Ihren Unternehmen berichten möchten oder neue Anwendungen vorstellen möchten, dann treten Sie mit uns in Kontakt und schreiben Sie eine Mail an [annette.kluge@unisg.ch](mailto:annette.kluge@unisg.ch).

### **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](mailto: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.