

Komplexität und Lernen

Kurzes Editorial zur 2. Ausgabe

Das positive Feedback derjenigen, die unseren Newsletter erhalten (und gelesen? :)) haben, hat uns sehr gefreut und uns in unserer Idee bestärkt, Ihnen unsere Forschung und die Aktivitäten von KollegInnen und Kooperationspartnern näher zu bringen.

In dieser zweiten Ausgabe berichten wir von ersten sehr spannenden Ergebnissen eines zweiten Experimentes zu Prozesskontrolltätigkeiten. KollegInnen aus Paderborn berichten von wichtigen Lernhilfen bei E-Learning-Tools zur Störungsdiagnose und Herr Leutnant Blumhofer - ein Kooperationspartner des Heeres der Bundeswehr - berichtet über die Ausbildungsmethoden der Fahrschulkompanie FahrSimKette aus Dornstadt. Viel Spass, neue Erkenntnisse und weitere Neugierde wünscht Ihnen

Annette Kluge

Aus der Forschung

Welche Trainingsmethode fördert das lange Behalten und auch das schnelle und richtige Reagieren auf nicht-trainierte Situationen?

von Annette Kluge, Kerstin Schüler und Dina Burkolter

Mit freundlicher Unterstützung der Deutschen Telekom AG und dem Competence Center Ausbildung sowie 61 Auszubildenden der System-Elektronik haben wir versucht herauszufinden, welche Lern- und Trainingsform dazu führt, dass man das Gelernte, wie man an technischen Anlagen Fehler erkennt und behebt, möglichst lange behält (zeitlicher Transfer), möglichst schnell anwendet und auch auf neue Situationen übertragen kann. (Wir nennen das "adaptiven Transfer" - weiter unten nennen die KollegInnen aus Paderborn das "Inhaltstransfer") :).

Die Aufgabe, um die es geht, ist eine sog. Prozesskontrolltätigkeit. Bei Prozesskontrolltätigkeiten geht es hauptsächlich um 2 Aufga-

ben: Das Monitoring (Überwachen) des Systems und das Erkennen und Beheben von Störungen.

Dazu haben wir 3 unterschiedliche Trainings (Dauer jeweils ca. 5 Stunden) entwickelt:

1. Das erste Training nennen wir das "selbstgesteuerte Lernen aus Fehlern". Es geht dabei darum, dass den Lernenden Mut gemacht wird, sich mit dem System selbstständig auseinanderzusetzen und möglichst viele Fehler zu machen sowie aus diesen eigenen Fehlern möglichst viel zu lernen. Die TrainingsteilnehmerInnen hatten jeweils 3 Durchgänge lang Zeit, die 5 zu trainierenden Störungen gemäss der Anweisung im Handbuch selbstständig zu beheben.

2. Das zweite Training heisst "Drill & Practice". Hier ist nichts selbstgesteuert sondern alles vorgegeben. Die TrainingsteilnehmerInnen müssen jeweils 5 mal hintereinander konsequent die 5 Störungen nach Anweisung des Handbuchs beheben.

3. Die dritte Trainingsvariante kombinierte die Trainings 1 und 2 und hiess "Schrittweise angeleitete Fehlerbehebung und Hinweise auf mögliche menschliche Fehler". Die TeilnehmerInnen haben jeweils 3 mal die 5 Störungen nach den Vorgaben des Handbuchs bearbeitet und wurden dabei darauf hingewiesen, dass bei einigen Schritten z.B. Störungsbilder verwechselt wurden, dass Schritte verwechselt wurden, oder dass bestimmte Schritte gern mal ausgelassen wurden etc.

Die Trainingsmethoden waren im "Wettbewerb", um folgende Ziele zu erreichen:

1. Das Gelernte soll lange behalten werden (zeitlicher Transfer) - in diesem Fall 8 Wochen lang, und
2. das Gelernte soll auch auf neue Störungen übertragen werden können (adaptiver Transfer).

Dabei zählten wir die Anzahl richtig erkannter und behobener Störungen, sowie die Reaktionszeit bzw. die Reparaturzeit. Je schneller, umso besser.

Erste spannende und unerwartete Ergebnisse

Das spannende erste Ergebnis ist, dass die Gruppe "Drill & Practice" sowohl am Ende des Trainings am schnellsten war, um eine Störung zu erkennen und zu beheben, als auch nach einer Zeit von 8 Wochen diesen Vorteil gegenüber den anderen Trainingsgruppen nicht eingebüsst hat. Zudem erkennt und behebt die "Drill & Practice" Gruppe im Vergleich zu den

anderen die meisten Störungen richtig. Auch hier zeigt sich der Vorsprung dieser Gruppe auch noch nach 8 Wochen - und sogar bei Störungen, die gar nicht trainiert wurden (adaptiver Transfer). Auch bei zwei verschiedenen Wissenstests (Sachwissen und Wissen über Prozeduren) schnitt die "Drill & Practice" Gruppe am besten ab.

Die Gruppe "selbstgesteuertes Lernen aus Fehlern" war sowohl bei der Anzahl richtig erkannter Störungen und deren Behebung direkt nach dem Training und auch nach 8 Wochen am deutlichsten benachteiligt.

Die Gruppe "Schrittweise angeleitete Fehlerbehebung und Hinweise auf mögliche menschliche Fehler" landete im Mittelfeld. Dies bedeutet auch, dass drei mal angeleitet zu üben in diesem Fall besser ist als drei mal selbstgesteuert auszuprobieren, jedoch fünfmal Wiederholen zum besten Lernergebnis führt.

Aber das selbstgesteuerte Lernen motiviert die TeilnehmerInnen aber wenigstens mehr, oder???

Nein - auch das nicht. Die drei Trainingsgruppen unterscheiden sich nicht (!) in den Mittelwerten, als wir sie nach dem Training gefragt haben, wie stark sie das Training zum Lernen motiviert habe. Man hätte ja vermuten können, dass die "Drill & Practice" Gruppe zwar am besten ist, aber anschliessend demotiviert. Dem ist aber nicht so.

Benachteiligen die Trainingsmethoden bestimmte Personengruppen?

Zusätzlich zu der Wirkung der unterschiedlichen Trainingsmethoden an sich haben wir vermutet, dass die Wirkung der Trainingsmethoden auch von den persönlichen Voraussetzungen abhängen, die die TeilnehmerInnen mitbringen.

Auch dazu gab es Überraschendes: Gerade die intelligenteren TeilnehmerInnen der **ersten Trainingsgruppe** (selbstgesteuertes Lernen aus Fehlern) machten am Ende des Trainings sehr viele Fehler und waren sehr langsam. Je intelligenter die TeilnehmerInnen, umso geringer (!) der unmittelbare Lernerfolg bei der Störungserkennung und -behebung. *Das hört sich zunächst sehr merkwürdig an.*

Wenn man aber die Instruktion dieser Trainingsgruppe betrachtet, nämlich, dass man möglichst viele Fehler machen solle, aus denen man dann etwas Lernen sollte, ergibt das Ergebnis einen neuen Sinn. Wir *vermuten*, dass die intelligenteren TeilnehmerInnen die Instruktion besonders gut umgesetzt haben

und möglichst viele Fehler machten, d.h. die Anlage in Extremzustände führen, um möglichst viel zu lernen. Der Lernerfolg zeigt sich somit nicht unmittelbar am Ende des Trainings, sondern erst nach 8 Wochen. Nach 8 Wochen sind die intelligenteren TeilnehmerInnen diejenigen in der Trainingsgruppe, die die trainierten Störungen deutlich schneller beheben konnten. Dies ist jedoch zunächst erst unsere *Vermutung*, die wir nun anhand der Logfiles und weiteren Auswertungen prüfen müssen.

Zudem spielt der kognitive Stil (siehe erster Newsletter) bei dieser Trainingsgruppe eine besondere Rolle. 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 vorallem gut strukturiert und übersichtlich Schritt für Schritt erarbeitet werden sollten. Je mehr die TeilnehmerInnen einen klar strukturierten Schritt-für-Schritt - Stil bevorzugen, umso mehr haben Sie am Ende des Trainings gelernt. Auch für den zeitlichen Transfer ist der gut strukturierte kognitive Stil jedoch wichtig: Je mehr die TeilnehmerInnen einen klar strukturierten Schritt-für-Schritt-Stil bevorzugen, umso besser können sie die ihnen bekannten und auch unbekannt Störungen auch nach 6 Wochen noch gut erkennen und beheben.

Für die **zweite Trainingsgruppe** ("Drill & Practice") war die Intelligenz in der Trainingsphase zunächst unbedeutend, dagegen aber nach 8 Wochen wichtig: Je intelligenter die TeilnehmerInnen waren, umso besser konnten sie sowohl die ihnen "antrainierten" als auch neue Störungen richtig erkennen und beheben. Der kognitive Stil hat bei dieser Trainingsgruppe hier keine Bedeutung.

Für die Leistung der **dritten Gruppe** ("schrittweise angeleitete Fehlerbehebung und Hinweise auf mögliche menschliche Fehler") war am Ende des Trainings und nach 8 Wochen zeitlichem Transfer der Einfluss der Intelligenz jeweils unerheblich. Der kognitive Stil hat auch bei dieser Trainingsgruppe hier keine Relevanz.

Das heisst zusammengefasst, dass die Trainingsmethoden unterschiedlich gut die verschiedenen Voraussetzungen der TrainingsteilnehmerInnen ausgleichen.

1. Bei der ersten Trainingsmethode (selbstgesteuertes Lernen aus Fehlern) kommt es vor allem auf die kognitiven Fähigkeiten und auf den kognitiven Stil der TeilnehmerInnen an; wieviel sie für sich aus der Lernmethode herausholen. Insgesamt ist dies aber die schlechteste Trainingsalternative.
2. Die zweite Methode ("Drill & Practice") fördert die TeilnehmerInnen gleichermassen, d.h. unabhängig von deren kognitiven Fähigkeiten. Insgesamt ist die Trainingsmethode für den zeitlichen und adaptiven Transfer am besten geeignet.
3. Auch die dritte Methode fördert die TeilnehmerInnen alle gleichermassen. Hinsichtlich der Lernergebnisse nach 6 Wochen und bei neuen Aufgaben ist sie aber nur die zweitbeste Methode.

Derzeit läuft eine dritte Testreihe, bei der wir gucken können, was noch 10 Wochen nach dem Training "hängen geblieben" ist.

Störungsdiagnostetraining mit dem E-Learning-System Diagnose-KIT

Sabine Hochholdinginger & Niclas Schaper,
Universität Paderborn

Hintergrund

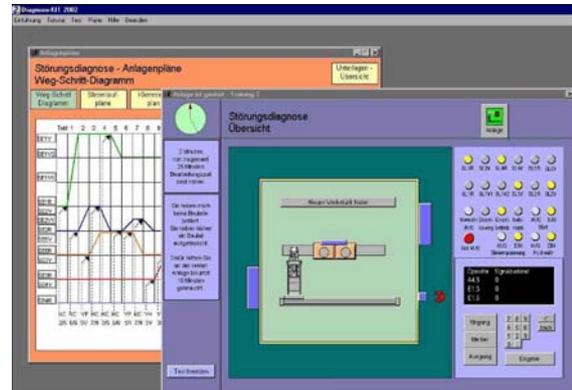
Menschen, die in der industriellen Produktion technische Anlagenstörungen beheben, müssen sehr systematisch und effizient vorgehen. Solch strategisches Handeln lässt sich vor allem durch Üben erlernen. Für die Aus- und Weiterbildung ermöglicht die simulationsbasierte E-Learning-Umgebung "Diagnose-KIT", dass sich Lernende mit vielfältigen simulierten Störungen intensiv und eigenständig auseinandersetzen und so ihre Kompetenzen erweitern. Üben alleine reicht aber nicht. Zusätzliche Lernhilfen in Diagnose-KIT unterstützen sie dabei gezielt, die relevanten Fertigkeiten so zu erwerben, dass sie zu einem späteren Zeitpunkt auch auf andere mehr oder weniger ähnliche Anwendungssituationen übertragen werden können.

Diagnose-KIT richtet sich an Auszubildende, Facharbeiter und Studierende in technischen Berufen, die für die Wartung und Instandhaltung automatisierter Fertigungsanlagen verantwortlich sind.

Projektziele

Diagnose-KIT wurde in mehreren, von der DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft) geförderten Projekten entwickelt und in der

betrieblichen Bildung eingesetzt. Wir interessieren uns dabei insbesondere dafür, ob und wie sehr die Lernhilfen Lernen und Transfer von Diagnosestrategien fördern.



Simulationskomponente der Lernumgebung Diagnose-KIT

Elemente der Lernumgebung Diagnose-KIT

Den Kern der Lernumgebung bildet die dynamische *Simulation* einer realen Fertigungsanlage. Es handelt sich um eine SPS-gesteuerte, hydraulische Einpressvorrichtung aus der Automobilindustrie. Sie enthält alle technischen Funktionen, Eingriffs- und Diagnosemöglichkeiten sowie digitalisierte Anlagenpläne.

Die Abbildung zeigt die Bedienoberfläche der Simulation. Im Vordergrund befindet sich eine zweidimensionale Ansicht der Produktionsanlage, durch die sich der Lernende als virtueller Instandhalter mausgesteuert bewegt und defekte Bauteile sucht. Außerdem sind Bedienelemente zur Anlagensteuerung und Statusanzeigen der technischen Werte zu sehen. Im hinteren Fenster befinden sich Anlagenpläne. In dieser Umgebung können die Lernenden selbst gesteuert die Fehlersuche mit 20 Diagnoseaufgaben üben.

Jeder, der schon mal eine neue Sportart lernen wollte, weiss aber auch, dass Üben alleine nur begrenzt hilft, besser zu werden. Es kommt auch auf die richtigen Lernhilfen an! Und Lernen kann schnell frustrieren, wenn man niemanden hat, der einem die wichtigen Dinge erklärt oder vormacht. Deshalb enthält Diagnose-KIT Lernhilfen, welche die Umsetzung der technischen Fehlersuchstrategien veranschaulichen sollen.

Es gibt z.B. Videos zur *kognitiven Modellierung*. Sie zeigen für sechs vorher in der Simulation bearbeitete Störungen einen Experten, der diese Probleme an der Anlage löst und das laut beschreibt. Anhand von Leitfragen vergleichen die Lernenden dann ihre Fehlersuche mit dem Vorgehen des Experten, um sie zu optimieren.

Zweitens gibt es *Transferanker*, die in zwei neue Anlagen einführen (CNC-Drehautomat, Transferstraße). Sie enthalten Videos zu Störungsfällen: Die erste Videosequenz präsentiert jeweils einen Fall zur Analyse durch die Lernenden, die zweite die Auflösung zur Diskussion von Lösungswegen.

Drittens beinhaltet Diagnose-KIT auch sog. *adaptive (sich dem Lerner anpassende) tutoriellen Hilfen*. Sie geben den Lernenden während der Fehlersuche in der Simulation genau dann systemgesteuert strategische Hinweise, falls jemand ungünstige Eingriffe vornimmt oder wichtige Problemlöseschritte versäumt. Je häufiger man diese Fehler macht, desto konkreter werden diese Hilfen. Ist der Lernende auf dem richtigen Weg, bleiben dagegen die Hinweise aus. Dadurch passt sich das System an den Hilfebedarf der Lernenden an. Das Element *kollaboratives (gemeinsames) Lernen* ergänzt die E-Learning-Elemente um praktische Störungsdiagnoseaufgaben für Kleingruppenarbeit an einem realen Anlagenaufbau.

Wie sollen die Lernhilfen wirken?

Bei jeder Lernhilfe, die man entwickelt, muss man sich fragen: Was bringt sie wirklich? Dabei haben wir vermutet, dass sich die Lernhilfen unterschiedlich auf das Lernen und den Transfer auswirken. Wir interessierten uns besonders für drei Arten von Transfer: 1. Das Gelernte wird auf ähnliche simulierte Problemstellungen übertragen (*Binnentransfer*) 2. Das Gelernte wird auf neue simulierte Störungen übertragen (*Inhaltstransfer*) 3. Die Lernenden müssen das Gelernte (Störungsdiagnose) an der realen Anlage anwenden (*Kontexttransfer*).

Welche Lernhilfen bewirken was?

Insgesamt nahmen 185 Auszubildende technischer Berufe der Siemens AG an der Untersuchung teil.

- Damit die Auszubildenden das Gelernte auf ähnliche (Binnentransfer) simulierte Störungen anwenden konnten, waren vor allem die kognitive Modellierung und die Transferanker wirksam.
- Der Inhaltstransfer wurde vor allem durch die kognitive Modellierung und die Transferanker unterstützt.
- Der Kontexttransfer gelingt am besten mit den adaptiven tutoriellen Hilfen und dem kollaborativen Lernen.

Das bedeutet, dass sich – zusammen mit der Simulation - alle Lernhilfen gut dabei bewährt haben, das Üben und Lernen von systemati-

scher Fehlersuche zu fördern, insbesondere die Transferanker und kognitive Modellierung. Beide sind auch für Lernende mit weniger Vorkenntnissen geeignet.

Übersicht über die Ergebnisse:

	Binnen-transfer	Inhalts-transfer	Kontext-transfer
Kogn. Modellierung	***	***	*
Transferanker	***	**	*
Adapt. tutorielle Hilfen	**	*	***
Kollaboratives Lernen	**	*	***

Geht es darum, vor allem Transfer in die Praxis (Kontexttransfer) zu unterstützen, besonders bei erfahrenen Lernern, haben die adaptiven Hilfen und das kollaborative Lernen ihre Stärken.

Aus der Praxis - Ausbildung bei der Kraftfahrausbildungskompanie Dornstadt

von Leutnant Uwe Blumhofer, Kraftfahrausbildungskompanie Fahr Simulator Dornstadt, Kompanie Ausbildungs- / Zugführeroffizier

Entstehungsgeschichte

Die Panzersimulatoren in der Bundeswehr wurden erstmals 1977 in Munster und Stadtlendorf sowie 1978 in Dornstadt und Augustdorf eingeführt. Hintergrund für die Entwicklung und Einführung der Panzersimulatoren war die Beschaffung des Kampfpanzers Leopard 1, welcher damals als modernstes Waffensystem galt. Auf Grund der Komplexität dieses Waffensystems musste die Ausbildung der Kraftfahrer intensiviert und wirtschaftlicher gestaltet werden. In der belgischen Armee wurden bereits 1971 vier Panzersimulatoren Kampfpanzer Leopard 1 in Betrieb genommen. Dort führte die Bundeswehr Truppenversuche zur Beurteilung deutscher Ausbildungsmöglichkeiten durch. 1975 wurde mit der Firma Kraus-Maffei ein Beschaffungsvertrag über 16 Panzersimulatoren in vier Standorten abgeschlossen.

Entwicklungsstand

Die heutige sowie die zukünftige Entwicklung der Panzersimulatoren erlaubt es, die wesentlichen Komponenten dieser Anlage für die unterschiedlichen Panzer, welche die Bundeswehr in der Nutzung hat, einzusetzen. Im systemspezifischen Teil werden vorwiegend die Systemleistung sowie die Kabinen dargestellt.



Die Fahrerkabine ist dem jeweiligen Panzertyp im Bereich des Fahrers original nachempfunden. Über die Sichtkanäle wird die computer-generierte Außensicht auf die Innenseite des Doms projiziert. Das Fahrgelände besteht aus ca. 24 km² der Bundesrepublik Deutschland nachempfundenen Gelände. Die Witterungseinflüsse (Sonne, Regen, Schnee, Nebel) sind frei wählbar.



Simulatorausbildung

Das Spektrum der Fahrübungen reicht von einfachen Fahrübungen mit vergleichsweise geringer Belastung bis zu Fahrübungen in schwierigem Gelände und erhöhtem Verkehrsaufkommen bei schlechten Witterungsbedingungen. Die Fahraufgaben werden dem Fahrschüler durch den Fahrlehrer erklärt.

Dieser hat weiterhin die Möglichkeit, über ein separates Bedienpult Betriebszustände und Störungen vorzugeben und dabei die Fahrtätigkeit zu überwachen. Dieses Bedienpult ist mit einer vollständigen Übersteuerungsanlage für Gas, Bremse und Lenkung ausgestattet, mit welcher der Fahrlehrer in die Fahrweise des Fahrschülers eingreifen kann, um Unfälle zu vermeiden. Im weiteren ist jeder Panzersimulator mit einer Mitschauanlage ausgestattet. Der Fahrschüler verfolgt passiv die neue Lernlektion seines Kameraden und ist an der Auswertung durch den Fahrlehrer beteiligt. Der Rechner des Panzersimulators lässt neben der Auswertung durch den Fahrlehrer eine analytische Auswertung mit einer Playbackfunktion zu.

Vor dem eigentlichen Beginn der Simulatorausbildung steht den Fahrschülern ein Lehrsaalfahrerstand zur Verfügung. In der Grundstufe der Ausbildung ermöglicht dieser Teilsystemtrainer einer größeren Gruppe den Einblick in die Funktionen des Fahrerplatzes.

Realtraining

Die Ausbildung der Panzerfahrer ist sehr kostspielig. Hohe Betriebskosten durch Abnutzung, Wartung Kraftstoffverbrauch und die Einhaltung von Umweltschutzbestimmungen zwingen dazu, einen Teil der Ausbildung auf Panzersimulatoren durchzuführen. Unabhängig von Übungsplätzen, Wetter und Tageszeit ermöglicht der Panzersimulator eine realitätsnahe Fahrausbildung im Leersaal mittels sensomotorischem Training.

Panzersimulatoren und Unfallverhütung

Messbare Resultate zwischen der Ausbildung mit und ohne Panzersimulator sind nicht möglich. Sicher ist jedoch, dass die simulatorgestützte Ausbildung einen wesentlichen Beitrag zur Ökologie leistet und dass die angehenden Panzerfahrer mit einer bereits großen Routine die ersten Gehversuche auf der Straße unternehmen.

Simulatoren sind bei diesem komplexen Waffensystem „Panzer“ nicht mehr wegzudenken, ersetzen aber in keiner Art und Weise das Fahren auf der Straße und im Gelände.

Ausblick

Im nächsten Newsletter berichten wir davon, wie sich die TrainingsteilnehmerInnen unseres Experimentes nach 12 Wochen "geschlagen haben" sowie von neuen Trends in der Trainingsforschung. Dort passiert nämlich derzeit ein "turn around" weg vom selbstgesteuerten Lernen bei Anfängern hin zu einer zunächst starken und mit zunehmender Kompetenz schrittweise reduzierten Unterstützung beim Lernen.

Zudem berichten wir von den Simulatortrainings der Kernkraftwerksbetreiber in Deutschland, insbesondere von Entscheidungstrainings und Stimmen von Teilnehmern und Teilnehmerinnen an Simulatortrainings.

Bis dahin! :)
Annette Kuge

Impressum

"Komplexität und Lernen"

ISSN 1661-8629

erscheint vierteljährlich

Herausgeberin

Prof. Dr. Annette Kluge

Lehrstuhl für Organisationspsychologie

Universität St. Gallen

Varnbühlstr. 19

CH-9000 St. Gallen

annette.kluge@unisg.ch

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