

# Serious Games: Virtuelle Simulation für eine Mitarbeiterfortbildung

Johannes Bufe, Detlef Krömker, Guido Gratza, Jörg Schwaderer, Steffen Vincon

Institut für Informatik  
Goethe Universität Frankfurt am Main  
Robert-Mayer-Str.10  
60326 Frankfurt  
jbufe@gdv.cs.uni-frankfurt.de  
kroemker@gdv.cs.uni-frankfurt.de

**Abstract:** Videospiele und Computersimulationen werden zum Vermitteln von Wissen seit vielen Jahren eingesetzt. Sie haben unter der Bezeichnung Serious Game ihr Nischendasein verlassen. David Kolb definierte in seinem Modell vier typische Lernstile. Gegenstand des folgenden Artikels ist den Lernerfolg eines Serious Games FISS (Fertigungs- und Instandhaltungsstrategie Simulation) in Bezug auf diese Lernstile zu untersuchen. FISS wurde in Zusammenarbeit der Goethe Universität Frankfurt mit der Daimler AG entwickelt. Im vierten Quartal 2008 wurde FISS bei einem Training von Ingenieuren eingesetzt. In der Auswertung zeichnen sich signifikante Unterschiede zwischen den Lernstilen ab. Unabhängig von den Lernstilen der Teilnehmer wurde eine Leistungsverbesserung festgestellt, jedoch profitieren Lernstile mit Stärken im konkreten Beobachten überdurchschnittlich stark. Im Ausblick ergeben sich hieraus interessante Ansätze für die weitere Forschung.

## 1 Einleitung

Serious Games haben längst ihr Nischendasein hinter sich gelassen: Mediziner [Ga00] trainieren ihr Vorgehen bei Ernstfällen in aufwändigen 3D Simulationen, das Verstehen von globalen Konflikten wird in aufwändigen Rollenspielen gefördert, [Gc08] Kinder und Jugendliche können in Unterwassersimulationen auf Schatzsuche gehen und auf diese Weise spielerisch die Meeresfauna und vergangene Kulturen kennenlernen [MS01]. Diese Verbreitung von Serious Games findet zunehmend auch in „Corporate Games“, also Industrieapplikationen und –simulationen zur Aus- und Weiterbildung von Mitarbeitern Anwendung. Corporate Games sind dabei für unterschiedliche Industriezweige interessant, die von Maschinenherstellern über den medizinischen Bereich bis zur Rüstungsindustrie reichen können. [GD07].

Doch wie effektiv ist der Einsatz bei Personen mit unterschiedlichen kognitiven Lernstilen? Werden alle Lernstile gleichermaßen begünstigt oder gibt es einzelne die überdurchschnittlich von deren Einsatz profitieren? Erkenntnisse hierüber können uns helfen, die Wirkungsweise von Serious Games besser zu verstehen, um sie effektiver zu gestalten. Ausgehend von diesen Überlegungen wurde der Einsatz eines Serious Games im Rahmen einer Fortbildungsmaßnahme untersucht.

Die Lernsimulation FISS (Fertigungs- und Instandhaltungsstrategie Simulation) entstand in Zusammenarbeit der Daimler AG und der Professur für Graphische Datenverarbeitung, sowie der zentralen E-Learning-Einrichtung studiumdigitale [SD09] der Goethe Universität Frankfurt am Main. Eingesetzt wurde sie im vierten Quartal 2008 im Rahmen eines Mitarbeitertrainings der Daimler AG in Stuttgart.

## 2 Hintergrund: Kolbs Lernstilforschung und Theorie des Erfahrungslernens

Kolbs Theorie des Erfahrungslernens baut auf den Theorien von Piaget, Dewey und Lewin auf ([Ko84] S.4 ff). Er definiert Lernen als einen kognitiven Prozess, in dessen Verlauf Wissen geschaffen wird. Als Auslöser für diesen Prozess sieht er ein Ungleichgewicht zwischen der eigenen Erfahrung und der Umwelt. Der Lernprozess läuft nun zyklisch nach vier Phasen ab:

Zu Beginn des Zyklus, in der ersten Phase der „Konkreten Erfahrung“, steht das Ereignis/die Erfahrung die den Lernprozess auslöst. In der zweiten Phase der „Reflektierten Beobachtung“ erfolgen nun das genauere Beobachten des Ereignisses aus der ersten Phase und das Betrachten des Lerngegenstandes von verschiedenen Seiten. Dies führt zu einer dritten Phase der „Abstrakten Begriffsbildung“. Hier wird zu dem Phänomen aus der ersten Phase ein Erklärungsansatz, eine Theorie, aufgestellt. Diese wird nun in Phase 4 des „Aktiven Experimentierens“ auf seine Gültigkeit getestet. Aus diesen Ergebnissen entstehen erneut konkrete Erfahrungen in der die entwickelte Theorie überprüft und der Zyklus geschlossen wird. [ST09]

Kolb definiert nun seine vier grundlegenden Lernstile, indem er die Vorlieben des Lernenden in den verschiedenen Phasen des Lernens betrachtet. [Ko01]

- Der divergierende Stil bevorzugt die Phase von *Konkreter Erfahrung* und *Reflektiertem Beobachten*. Seine Stärken liegen in der Fähigkeit konkrete Situationen von verschiedenen Seiten zu betrachten statt in deren Ausführung.
- Der assimilierende Stil bevorzugt die Phasen des *Reflektierten Beobachtens* und der *Abstrakten Begriffsbildung*. Die Stärken liegen in der Erzeugung theoretischer Modelle und im Erzeugen von induktiven Schlussfolgerungen. Dieser Stil ist unter anderem bei Mathematikern und Ökonomen verbreitet.

- Der konvergierende Stil bevorzugt *Abstrakte Begriffsbildung* und *Aktives Experimentieren*, wobei seine Stärke im Lösen von konkreten Problemen besteht und häufig im Ingenieurwesen zu finden ist.
- Der akkomodierende Stil bevorzugt folglich *Aktives Experimentieren* und *Konkrete Erfahrung*. Seine Stärken liegen in der Realisierung von Aufgaben und dem Treffen von Entscheidungen. Er ist typischerweise im Management zu finden.

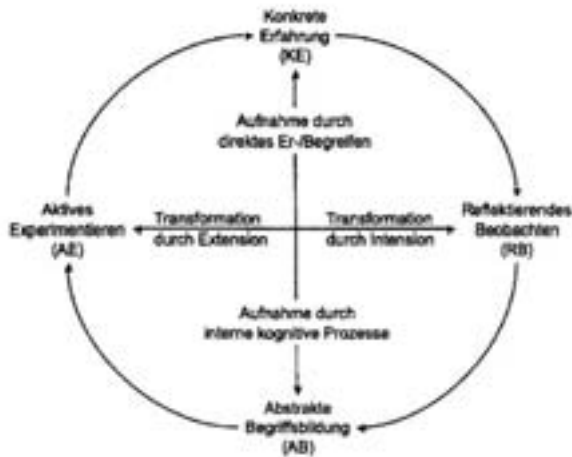


Abbildung 1: Die Phasen des Erfahrenlernens nach Kolb [St07]

Zur Erhebung der Lerntypen wird das von Kolb entwickelte Learning Style Inventory [Ko00] (LSI) eingesetzt, welches nun mittlerweile in der dritten Version vorliegt.

Zu den Auswirkungen des Lernstils im E-Learning Bereich wurden in den letzten Jahren einige Studien durchgeführt. So wurden z.B. Fernstudienlerngänge [St07] im Zusammenhang zur Interaktivität der Kurse untersucht oder Rollenspiele und Online-Diskussionen [Br00] auf ihre Beliebtheit bei verschiedenen Lerntypen untersucht.

Ausgehend von diesen Ergebnissen wird in dieser Studie die Auswirkung des Lernstils auf den Lernfortschritt durch die Durchführung eines Serious Games untersucht. Dies soll mit einem speziellen Fokus auf die Leistungsverbesserung der Teilnehmer geschehen.

### 3 Ausgangslage

In Zusammenarbeit zwischen der Daimler AG und der Professur für graphische Datenverarbeitung, sowie der zentralen E-Learning-Einrichtung studiumdigitale [SD09] an der Goethe Universität Frankfurt am Main wurde das Mitarbeiter Trainingsprogramm in den letzten Jahren modernisiert und erweitert. Hierzu wurden die Kurse unter anderem durch das E-Learning-System *Lernbar* [LB09] der Goethe Universität Frankfurt am Main unterstützt, welches die Einbindung von interaktiven Inhalten wie Videos, Quizfragen oder Lernsimulationen ermöglicht. Bis zur Modernisierung bestand die mehrtägige Lerneinheit über Fertigungs- und Instandhaltungsstrategien für Produktionslinien aus einem Frontalvortrag mit Folien und anschließender Diskussion. Im ersten Schritt wurde die Lerneinheit durch den Einsatz der Lernbar mit interaktiven Übungen ergänzt. Als nächstes sollte das Trainingsprogramm durch eine Lernsimulation erweitert werden, in der die Instandhaltungsstrategien dieser Lerneinheit erprobt werden können und mögliche Fehlerquellen bei der Umsetzung deutlich werden.

Hierzu wurde das Institut für graphische Datenverarbeitung sowie studiumdigitale beauftragt eine Lernsimulation zu entwickeln, die dem Realitätsanspruch der Daimler Ingenieure und Trainingsleiter entspricht. Zusätzlich war es erforderlich die Simulation trotz dieses Anspruches für die Teilnehmer leicht zugänglich zu machen und auf die Kernelemente zu begrenzen.

### 4 Serious Game: Die FIS-Simulation

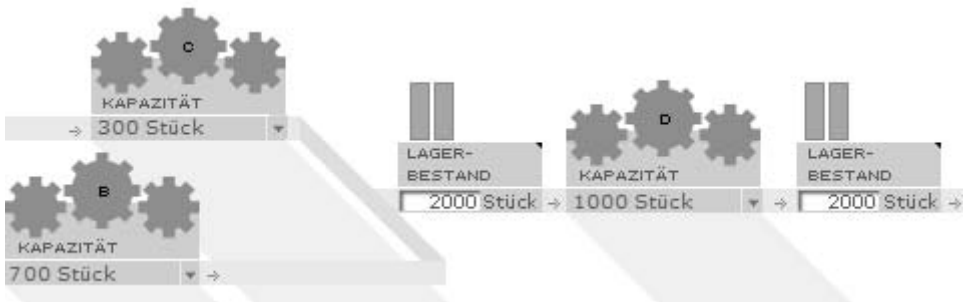


Abbildung 2: Visualisierung einer Produktionspipeline in FIS

#### 4.1 Konzeption:

Im Rahmen der Einführung von E-Learning-Inhalten wurde die Lernsimulation FIS (Fertigungs- und Instandhaltungsstrategie Simulation) entwickelt. FIS simuliert eine Fabrikationslinie, deren Effektivität durch möglichst optimale Instandhaltungsstrategien der Teilnehmer gewährleistet werden soll.

Diese vertieft zum einen das Gelernte durch virtuelle Anwendung, zum anderen sollen mögliche Schwachstellen bei der Durchführung der vorgestellten Instandhaltungsstrategien aufgezeigt werden. Die Trainingsteilnehmer müssen bei der Durchführung von FISS Entscheidungen in drei Teilbereichen der virtuellen Fabrik treffen.

Den ersten Bereich bilden die *Verwaltung von Maschinen und Lagern*:

- Anlagen müssen ein- und ausgeschaltet werden.
- Die Produktionsgeschwindigkeit kann angepasst werden, um entweder möglichst viel zu produzieren oder die Anlage zu schonen.
- Die Zwischenlager müssen verwaltet werden. Ein gefülltes Zwischenlager verursacht Kosten, indem wertvolle Teile ungenutzt bleiben. Bei einem leeren Lager hingegen kann möglicherweise nicht weiter produziert werden, falls eine Maschine in der Produktionspipeline ausfällt.

Im zweiten Teilbereich müssen Entscheidungen über *Wartungspläne und Instandhaltungsmaßnahmen* getroffen werden:

- Es kann ausgewählt werden, welche Wartungspläne geführt werden. Mit sehr dichten Wartungs- und Überwachungsplänen lassen sich Maschinenausfälle vorhersagen und Instandhaltungsmaßnahmen besser planen. Allerdings erfordern diese einen erhöhten Personalaufwand
- Wie gründlich und in welchem Team sollen Reparaturen durchgeführt werden? Ein größeres Team erlaubt ein schnelles Durchführen von Aktionen, ist jedoch deutlich teurer.
- Maschinen können verbessert werden. Eine verbesserte Maschine wird zuverlässiger arbeiten, kann jedoch während ihrer Verbesserung nicht produzieren.

Den dritten Aufgabenbereich bilden *Personalentscheidungen*.

- Es muss entschieden werden, welches Personal zusätzlich eingestellt oder entlassen wird. Welche Qualifikationen werden in der Fabrik benötigt? Nicht jeder Arbeiter kann alle Instandhaltungsmaßnahmen vornehmen.
- Wie hoch ist mein Grundstock an Personal um auf unvorhergesehene Ausfälle reagieren zu können?
- Werden zusätzlich zu dem festem Stammpersonal Leiharbeiter eingesetzt, die zwar teuer im Unterhalt sind, jedoch mit weit weniger Aufwand entlassen werden können.

Um die Entscheidungsfindung in der Fabrikleitung zu verdeutlichen, wird die Simulation nicht alleine, sondern in einem Team von vier Teilnehmern gespielt. Jeder Teilnehmer übernimmt hierbei eine andere Rolle mit unterschiedlichen Zielvereinbarungen, die in der Simulation erfüllt werden sollen. Diese Ziele sind nur mit einer gut funktionierenden Fabrik erreichbar, jedoch bergen sie Konfliktpotenzial unter den Teilnehmern. Die Rolle

des Werkleiters hat beispielsweise eine Gewinnmaximierung der Fabrik als Ziel, während die Rolle des Betriebsingenieurs darum bemüht ist, die Maschinen zu verbessern, welches wiederum mit Kosten verbunden ist.

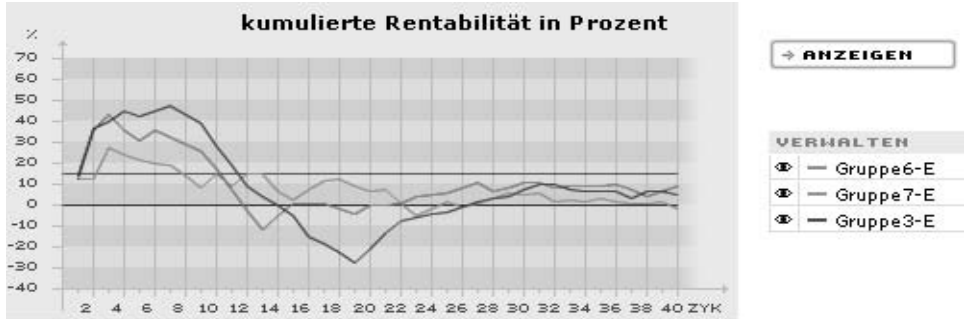


Abbildung 3: FISS - Präsentation der Gruppenergebnisse

#### 4.2 Realisierung:

- Technik:** Adobe Flash wurde als technische Grundlage gewählt um eine Integration in das bestehende E-Learning-System der Lernbar zu ermöglichen und die Simulation sowohl lokal in der Übung vor Ort, als auch online ausführbar zu machen.
- Ablauf:** Der Ablauf der Simulation wurde rundenbasiert umgesetzt. D.h. das Team trifft die Entscheidungen und lässt anschließend einen virtuellen Spieltag simulieren. Während dieses Spieltages produzieren die Maschinen, stehen still oder fallen aus. Um realistische Ausfallwahrscheinlichkeiten zu erlangen, werden diese nach der exponentiellen Verteilung berechnet. Dies hat zur Folge, dass jedes Spiel anders als das Vorherige abläuft. Der Simulationsumfang wurde auf 40 Spielrunden festgesetzt, die jeweils immer kürzere Entscheidungszeiten zur Verfügung stellten und so Herausforderungen an die Teams stellten. Nach der Hälfte der Runden muss dabei der Werksleiter jeder Gruppe die Zwischenergebnisse seiner Fabrik vorstellen und eine Prognose für die nächsten 20 Spielrunden abgeben. Die Endergebnisse wurden nach Abschluss der 40. Spielrunde in der gesamten Übungsgruppe vorgestellt und diskutiert. (Abb. 3) Dabei konnten alle getroffenen Entscheidungen und die jeweiligen Auswirkungen in den Gruppen analysiert werden.

- **Hilfestellungen:** Da die Simulation relativ komplex ist, werden die Spieler schrittweise an das Spiel herangeführt. Hierzu kann der Trainer in bestimmten Abständen weitere Funktionen freischalten, so dass zu Beginn nur wenige Entscheidungen getroffen werden müssen. Zudem hat der Trainer die Möglichkeit aktiv bei einzelnen Gruppen in das Geschehen einzugreifen und kann so z.B. Spielzüge rückgängig machen oder alte Spielstände laden. Die ersten fünf Spielrunden werden zudem parallel auf einem Papierspielplan begleitet um die Spielentscheidungen zu verdeutlichen.

## 5 Konzeption der Tests

Zur Ermittlung des Lernstils der Teilnehmer wurde zwischen der Durchführung der Lerneinheit zu Wartungsstrategien und vor dem Einsatz der FIS-Simulation eine übersetzte Version des Kolb LSI verwendet.

Zur Messung einer Leistungsverbesserung wurde unmittelbar vor und nach der Durchführung von FISS ein Multiple Choice Test durchgeführt. Dieser Test wurde in Zusammenarbeit der Goethe Universität Frankfurt und der Daimler AG entwickelt und überprüft die Lernziele der Trainingseinheit. Er enthält neun Multiple Choice Fragen zu dem Wissen über die Anwendung von Instandhaltungsstrategien. Als Zeitlimit wurden 15 Minuten angesetzt, die ausreichend Zeit zur gründlichen Bearbeitung bieten sollen.

Jedem Teilnehmer wird zudem eine eigene anonyme Identifikationsnummer zugewiesen, um die Ergebnisse der Leistungs- und Lernstilstests zusammenführen zu können. Aus der Leistungsdifferenz zwischen Pre- und Posttest und den jeweiligen Lernstilausprägungen kann so auf Leistungsverbesserungen in Abhängigkeit der Lernstilvorlieben geschlossen werden. Die Anonymität der Teilnahme wird den Teilnehmern mündlich, sowie schriftlich garantiert.

FISS soll die Teilnehmer über viele Zugangsarten aktivieren. Grundelement ist die virtuelle Simulation am Rechner. Zusätzlich werden alle Spielentscheidungen als Gruppe getroffen, in der mögliche Spielstrategien diskutiert werden können, die aber auch in Konkurrenz zu den restlichen Gruppen steht. Auf diese Weise soll FISS alle Lernstiltypen ansprechen und unabhängig vom Lernstiltyp sollte eine Leistungssteigerung gemessen werden. Da die Simulation jedoch Zufallsereignisse, wie Maschinenausfälle auslöst, also für die Teilnehmer nicht deterministisch ist, könnten Lernstile mit einem Fokus auf Theoriebildung gegenüber anderen Lernstilen tendenziell im Nachteil sein, da so auch eine eigentlich richtige Theorie im konkreten Beispiel versagen kann.

## 6 Auswertung der Ergebnisse

### 6.1 Leistungstest

Vor und nach der Durchführung der Lernsimulation wurde jeweils ein identischer Leistungstest durchgeführt um einen Leistungsunterschied messen zu können.

Zu Beginn der Auswertung wurden zunächst im Zuge einer Itemanalyse die Items hinsichtlich ihrer Schwierigkeit und Trennschärfen überprüft. Diejenigen Items, welche unbefriedigende Ergebnisse aufwiesen, wurden aus der Testbewertung entfernt. Der Test soll die Variable „Verstehen von Wartungsstrategien“ messen, welches das Lernziel der vorangehenden Trainingseinheit bildete. Insgesamt enthielt der Test neun Multiple Choice Items bei einer Maximalpunktzahl von 24. Eine Analyse zur internen Konsistenz (Cronbachs alpha) der Leistungsmessung ergab einen Wert von 0,7. Dieses stellt einen guten Wert bezüglich der Reliabilität von Leistungstest dar. [CJ93]

Zwischen Pre- und Posttest ergab sich dabei eine durchschnittliche Verbesserung von 14 Punkten im Pre- auf 18 Punkte im Posttest (n=32). Dies entspricht einer Verbesserung von 16,6% Prozent gemessen an der Maximalpunktzahl. Insgesamt ist diese Verbesserung stark signifikant mit  $P < 0,01$ . (t-Test,  $t > 2,8$ ). Die Effektstärke nach Cohen (d = 0,98) bestätigt einen sehr starken Effekt.

### 6.2 Lernstiltest

Eine übersetzte Version des Kolb LSI wurde vor der Durchführung der Lernsimulation von den Teilnehmern bearbeitet. Zu einer Qualitätsdiskussion des Lernstiltests möchte ich auf [St07] verweisen. Bei dem Lernstiltest (n=32) ergaben sich folgende Verteilungen:

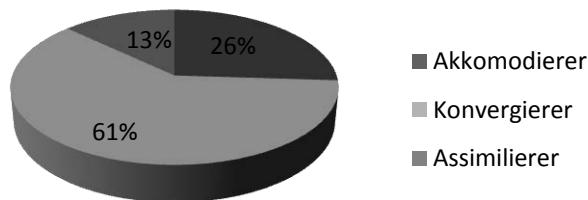


Abbildung 4: Lernstilanteile in der Gruppe



Die berufsspezifischen Lernstilvorlieben nach Kolb [Ko00] spiegeln sich auch in dieser Untersuchung wieder. Da fast alle Schulungsteilnehmer einen ingenieurstechnischen Hintergrund besitzen war zu erwarten, dass der Großteil der Teilnehmer einen konvergierenden Lernstil (61%) besitzt. Im Gegenzug hierzu war der divergierende Lernstil nicht unter den Teilnehmern vertreten. Abbildung 5 zeigt die entsprechende Verteilung der Lernstile.

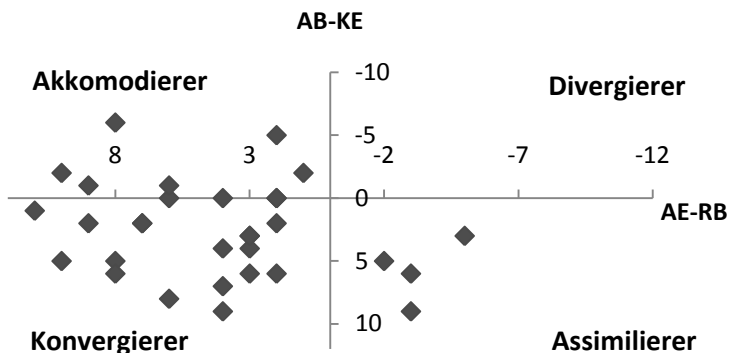


Abbildung 5: Verteilung der Lernstile in der Gruppe

### 6.3 Lernstilvorlieben und Leistungsverbesserung

Um einen Zusammenhang zwischen dem Lernstil und der Leistungssteigerung eines Teilnehmers herzustellen reicht es nicht alleine aus die Gruppen der verschiedenen Lernstile mit denen ihrer durchschnittlichen Verbesserung zu betrachten. (Tabelle 1) Es ist zwar zu erkennen, dass der akkomodierende Lernstil die größte Verbesserung im Testergebnis erzielt, jedoch spiegelt sich hier nicht wieder in welcher Ausprägung der Lernstil vorliegt, d.h. wie eindeutig eine Testperson einem Lernstiltyp zuzuordnen ist.

Lernstil	Zuordnung der Teilnehmer	Anteil an der Gruppe	Durchschn. Verbesserung
Akkomodierer	8,5	26%	4,9
Divergierer	0	0	-
Konvergierer	19,5	61%	4,6
Assimilierer	4	13%	3

Tabelle 1: Lernstile und durchschnittliche Verbesserung

Vielmehr sind die Übergänge zwischen den Lernstilen fließend, weshalb Lernstilvorlieben verschieden stark ausgeprägt sein können. Die entsprechende Ausprägung wird durch die Verortung des Lernstils auf einem zwei dimensional Koordinatensystem erfasst (Abbildung 5). Entsprechend können aus den Achsen „Aktives Experimentieren / Reflektiertes Beobachten“ (AE/RB) sowie „Abstrakte Begriffsbildung / Konkrete Erfahrung“ (AB/KE) eine Korrelation mit den Leistungsverbesserungen der Teilnehmer gebildet werden, um einen möglichen Zusammenhang erkennen zu lassen.

### 6.3.1 Zusammenhang AE/RB – Leistungsverbesserung

Ein Vergleich der AE/RB Achse (n = 32) mit dem entsprechenden Lernerfolg brachte eine Korrelation nach Pearson von 0,008. Die Daten sind folglich unkorreliert und lassen keinen unmittelbaren Zusammenhang erkennen. Nach diesen Ergebnissen hat eine Affinität zwischen reflektierten Beobachten und aktiven Experimentieren keine Auswirkung auf ein verändertes Ergebnis im Leistungstest.

### 6.3.2 Zusammenhang AB/KE – Leistungsverbesserung

Im Gegensatz zu den vorherigen Werten kann zwischen der AB/KE Zugehörigkeit und den Leistungssteigerungen eine mittlere negative Korrelation gemessen werden (-0,606 nach Pearson). Diese Korrelation ist signifikant mit  $t=1,35$  und  $P<0,1$ .

Entsprechend dieser Korrelation tendieren Schulungsteilnehmer deren Lernstil Stärken im Bereich der konkreten Erfahrung aufweist eher von der Lernsimulation im Bezug auf eine Leistungsverbesserung zu profitieren, als Teilnehmer deren Fokus im Bereich der abstrakten Begriffsbildung liegt.

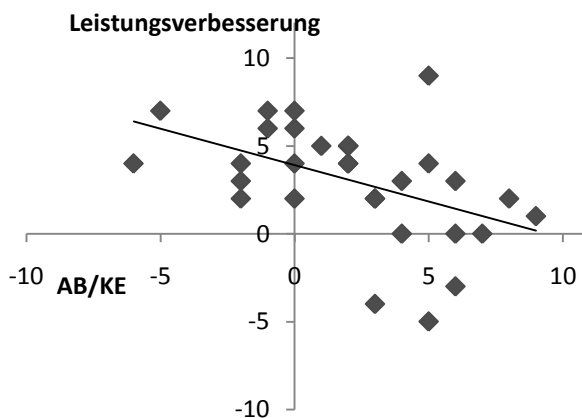


Abbildung 6: Korrelation Lernstil/Verbesserung mit Regressionsgerade

## 7 Zusammenfassung der Ergebnisse und Fazit

Der Lernstiltest brachte zunächst ein zu erwartendes Ergebnis, da nach Kolb [Ko00] Lernstile abhängig von Berufsgruppen unterschiedlich oft vertreten sind. Es zeigte sich eine Dominanz des akkomodierenden Stils.

Der Leistungstest vor und nach der Durchführung des Serious Games ergab zudem eine hoch signifikante Verbesserung in der Prüfungsleistung der Teilnehmer mit einer durchschnittlichen Verbesserung von 4 Punkten. Über alle Lernstile hinweg konnte so zunächst eine lernstilunabhängige Leistungsverbesserung beobachtet werden. (Tabelle 1)

Bei genauerer Untersuchung der Ergebnisse konnte eine mittlere Korrelation zwischen Lernstilvorliebe und Leistungsverbesserung gefunden werden. Je eher die Teilnehmer dazu tendierten, Stärken im Bereich des konkreten Erfahrens zu besitzen, desto höher waren ihre Leistungen im Durchschnitt. Entsprechend profitieren im Blick auf den durchgeführten Leistungstest die Bereiche des akkomodierenden bzw. divergierenden Lernstils von der Durchführung der Trainingssimulation am meisten.

Ein möglicher Grund hierfür wird sichtbar, wenn die Wirkungsmechanismen in der Simulation betrachtet werden. FISS simuliert eine Fertigungslinie, die gewartet werden muss. Dies beinhaltet, dass die Maschinen in zufälligen Intervallen ausfallen, deren Länge durch Aktionen wie z.B. Wartungen beeinflusst wird. Trotzdem ist es möglich, dass eine Maschine direkt nach einer Wartung oder Reparatur erneut ausfällt. Für den Simulationsteilnehmer handelt es sich somit um ein nicht deterministisches System, da er nicht mit absoluter Sicherheit vorhersagen kann, wann ein Ereignis (z.B. ein Maschinenausfall) exakt eintritt. Wenn der Teilnehmer einen Lernstil favorisiert, welcher einen Fokus auf das Aufstellen und Validieren von Theorien besitzt, kann es leicht sein, dass eine im allgemeinen richtige Theorie schnell durch ein Zufallereignis „sabotiert“ wird. Lernstiltypen mit diesem Charakter neigen im Anschluss leichter dazu Theorien, in welche die vorliegenden Ereignisse nicht passen zu verwerfen und neue zu entwickeln.

Im Gegensatz zu Lernstilen, die ihre Stärken beim konkreten Erfahren besitzen, kann dies schneller zu einer Falsifizierung von grundsätzlich richtigen Strategien führen. Dieser Effekt wird insbesondere durch die Tatsache verstärkt, dass die Simulation am Trainingstag bis auf eine kurze Probephase nur einmal durchgeführt wird. Bei ausreichend vielen Durchläufen würde sich jedoch zeigen, dass z.B. direkte Ausfälle nach einer Wartung eher selten vorkommen und einzelne unvorhergesehene Ereignisse bei der richtigen Strategie nur einen geringen Anteil haben.

Dies ist kein Qualitätsmangel der Simulation. Zum einen finden unvorhergesehene Maschinenausfälle und Reaktionen in einer tatsächlichen Fabrikationslinie regelmäßig statt, zum anderen würden unendlich viele Simulationswiederholungen nötig sein, damit alle Ereignisse in der Häufigkeit ihres Erwartungswertes eintreffen.

## 8 Ausblick

In diesem Artikel wurden Erkenntnisse über den Einsatz einer nicht deterministischen Fertigungsliniensimulation im Zusammenhang mit den Lernstilen der Teilnehmer gewonnen. Es stellt sich heraus, dass der Einsatz einer Trainingssimulation wie FISS alle Teilnehmer unabhängig ihrer Lernstile erreicht und eine starke Leistungsverbesserung erzielt. Zudem profitiert ein Teil der Testpersonen mit einer speziellen Lernstilausrichtung überdurchschnittlich stark von der Anwendung des Serious Games. Im Anschluss können diese Ergebnisse genutzt werden, um Lernsimulationen auf ein bestimmtes Publikum auszurichten und Lernstile, die weniger profitieren durch weitere Materialien und Präsentationsformen zu fördern. Serious Games decken jedoch eine große Bandbreite von Konzepten und Wirkungsmechanismen ab, die je nach Einsatzgebiet variieren. Dies macht es nicht möglich von einer konkreten Lernsimulation einen allgemeinen Rückschluss auf allen denkbaren Serious Games zu ziehen. Um weitere Erkenntnisse in der Forschung um Serious Games und Lernstilen zu gewinnen ist es nun erforderlich weitere Arten und Einsatzbereiche zu untersuchen.

## Literaturverzeichnis

- [Ga00] Healthcare - <http://www.virtualheroes.com/healthcare.asp> (Stand 26.02.2009)
- [Gc08] Global Conflicts: Palestine <http://www.seriousgames.dk/> (Stand 26.02.2009)
- [GD07] GamesDays 2007 – Wie Serious Games das Lernen fördern, <http://www.innovations-report.de/html/berichte/veranstaltungen/bericht-83907.html> (Stand 11.02.2009)
- [Br00] Bremer, C - Virtuelles Lernen in Gruppen  
[http://www.bremer.cx/paper14/gmwtagung2000\\_bremer.pdf](http://www.bremer.cx/paper14/gmwtagung2000_bremer.pdf) (Stand 15.02.2009)
- [Ko84] Kolb, D.A. *Experiential Learning: Experience as source of learning and development*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1984
- [Ko00] Kolb, D.: *Faciliators Guide of Learning*.  
[http://www.haygroup.com/tl/Downloads/TLE\\_Facilitator\\_Guide.pdf](http://www.haygroup.com/tl/Downloads/TLE_Facilitator_Guide.pdf) (Stand 26.02.2009)
- [Ko01] Kolb, D.A. *Experiential Learning Theory: Previous research and new directions*. Sternberg, R.J., Zhang, 2001
- [LB09] Lernbar - <http://www.megadigitale.uni-frankfurt.de/et/LernBar/index.html>  
(Stand 26.02.2009)
- [MS01] Mission Schatztaucher <http://www.braingame.de/produkte/> (Stand 26.02.2009)
- [SD09] studiumdigitale <http://www.megadigitale.uni-frankfurt.de/> (Stand 26.02.2009)
- [St07] Staemmler, D *Lernstile und interaktive Lernprogramme*, Wiesbaden : Dt. Univ.-Verl., 2006
- [ST09] Stangl Arbeitsblätter <http://arbeitsblaetter.stangl-taller.at/LERNEN/LernstileKolb.shtml>  
(Stand 14.02.09)
- [CJ93] Cortina, Jose M. What is Coefficient Alpha? *Journal of Applied Psychology*, 78(1), 1993