

**Game-Design Paradigmen und Lernprozesse im
Digital Game Based Learning**

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Naturwissenschaften

vorgelegt im Fachbereich 12
der Goethe-Universität
in Frankfurt am Main

von Johannes Peter Bufe
aus Marburg

Frankfurt 2011

(D 30)

vom Fachbereich 12 der Goethe-Universität als Dissertation angenommen.

Dekan:

(Prof. Dr. Tobias Weth)

Gutachter:

(Prof. Dr.-Ing. Detlef Krömker)

(Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Müller)

Datum der Disputation:

Danksagung

Vor Beginn dieser Arbeit möchte ich den Personen danken, die diese Arbeit möglich gemacht haben.

Ich danke

- ... meinem Doktorvater Detlef Krömker, ohne den diese Arbeit nie das Licht der Welt erblickt hätte.
- ... Wolfgang Müller für viele interessante Diskussionen und Anregungen zu dieser Arbeit.
- ... dem Zentrum für Lehrerbildung und Schul- und Unterrichtsforschung für die Finanzierung meines Stipendiums. Hierbei möchte ich insbesondere den Direktor für Forschung und Graduiertenförderung Herrn Büttner hervorheben.
- ... der Daimler AG, die mir die Entwicklung und Untersuchung der Fertigungs- und Instandhaltungs-Strategie Simulation ermöglichte.
- ... den Trainern im Daimler Ausbildungsprogramm Jörg Schwaderer und Steffen Vincon für Game Design Diskussionen und die Erhebung der Daten.
- ... meinen Kollegen an der Professur für Graphische Datenverarbeitung, besonders Daniel Schiffner für Diskussionen und Feedback zu dieser Arbeit.
- ... meinen Eltern Renate und Hans J. Bufe für Feedback, Korrekturen und viel Support.
- ... meiner Freundin Nadine Schröfel für noch mehr Support und ihr süßes Lächeln.
- ... Michaël Van de Vyver für die Erlaubnis das Cover Logo zu verwenden.

Zusammenfassung

Diese Arbeit untersucht den Einfluss des Game-Design auf ausgelöste Lernprozesse und den Erfolg von Serious Games. Hierzu werden Game-Design Paradigmen entwickelt, die als Richtlinien für Konzeption und Umsetzung eines Serious Game dienen.

Als Serious Games werden Videospiele bezeichnet, die zur Wissensvermittlung konzipiert worden sind. Dabei sollen die motivationalen Faktoren eines Videospieles genutzt werden, um einen intrinsisch motivierten Lernprozess auszulösen. Das Bewertungskriterium für den Erfolg einer Spielmechanik ist somit die Erfüllung der Lernziele. Damit dieses Erfolgskriterium genauer untersucht werden kann, werden die ausgelösten Lernprozesse differenziert betrachtet. In der Literatur werden folgende Lernprozesse hervorgehoben: Der Prozess des Erfahrungslernens und metakognitive Prozesse. Darüber hinaus sind Eigenschaften der Zielgruppe, wie Alter oder Geschlecht weitere wichtige Faktoren.

Das dieser Arbeit zu Grunde liegende Forschungsframework setzt sich wie folgt zusammen: Lernszenario, Lernprozess und Lernerfolg. Das Lernszenario ist durch folgende Faktoren charakterisiert: *Game Characteristics* (Eigenschaften des Serious Game), *Instructional Content* (Arbeitsanweisungen und Trainingsetting) sowie *Player Characteristics* (Eigenschaften der Zielgruppe). Diese Parameter bedingen den Lernprozess, welcher unter dem Aspekt des Erfahrungslernens und der Metakognition analysiert wird.

Eine besondere Problemstellung in den *Player Characteristics* ergibt sich aus dem sogenannten Net-Generation Konflikt. Mit Net-Generation wird die Generation bezeichnet, welche mit neuen Medien wie Internet und mobiler Kommunikation aufgewachsen ist. Diese besitzt im Unterschied zu älteren Generationen ein anderes Lernverhalten. Um die Aspekte des Net-Generation Konflikts und die Auswirkungen auf den Lernprozesses untersuchen zu können, wird ein Serious Game entwickelt, dessen Spielmechanik sich an folgenden Game-Design Paradigmen ausrichtet: *Akzeptanz*, *Leichte Zugänglichkeit*, *Spiel Spaß* und die *Unterstützung des Lernprozesses*. Dieses Serious Game *FISS* (Fertigungs- und Instandhaltungs-Strategie Simulation) wird bei der Daimler AG seit 2008 zur Ausbildung von Ingenieuren eingesetzt. *FISS* simuliert eine Fertigungslinie, die mit Hilfe geeigneter Wartungsstrategien und effizientem Personaleinsatz erfolgreich geführt werden soll. Die Spielmechanik orientiert sich an dem Genre der Rundenstrategie und wird in einem Anwesenheitstraining im Team durchgeführt. Hervorzuheben ist, dass die Zielgruppe bezüglich des Alters inhomogen ist und deshalb der Net-Generation Konflikt berücksichtigt werden muss.

Im Anschluss wird *FISS* unter folgenden Aspekten untersucht: Der Prozess des Erfahrungslernens, metakognitive Prozesse und die Integration der Non-Net-Generation. Die

Ergebnisse zeigen, dass die Eigenschaften des Game-Design einen signifikanten Einfluss auf den Prozess des Erfahrungslernens und die Lernerfolge besitzen. Spieler mit einem praktischen Zugang zu Lerninhalten (*Concrete Experience*) erzielten einen signifikant größeren Wissenszuwachs. Zudem profitierten alle Spieler von FISS, jedoch konnte in einer Vorstudie kein Einfluss metakognitiver Fähigkeiten auf den Wissenszuwachs nachgewiesen werden. Die weitere zentrale Studie dieser Arbeit fokussiert den Net-Generation Konflikt und evaluiert den Erfolg der eingangs aufgestellten Game-Design Paradigmen. Hierzu werden die Teilnehmer nach drei Altersgruppen getrennt betrachtet: *Non-Net-Generation*, *Net-Generation* und die dazwischen liegende *Crossover-Generation*. Es zeigt sich, dass der Lern- und Spielerfolg aller Generationen gleichermaßen signifikant ist und nur innerhalb des zu erwartenden Standardfehlers abweicht. FISS eignet sich folglich für alle Generationen. Diese Ergebnisse können stellvertretend für Serious Games im Genre der Rundenstrategie gesehen werden.

Die in dieser Arbeit erzielten Ergebnisse ermöglichen ein besseres Verständnis der Auswirkungen des Game-Design auf den Lernerfolg. Hiermit können potentielle Schwachstellen eines Serious Game erkannt und vermieden werden. Die Erkenntnisse im Bereich des Erfahrungslernens ermöglichen zudem eine bessere Anpassungen an die Zielgruppe. Für die zukünftige Forschung wurde mit dem in dieser Arbeit entwickelten Framework eine Grundlage geschaffen.

Inhaltsverzeichnis

1	Aufbau der Arbeit	1
2	Einleitung	3
2.1	Begriffsklärungen	4
2.2	Geschichte des Game Based Learning	8
2.3	Potentiale und Herausforderungen	10
3	Zielsetzung und Vorgehensweise	13
4	Digital Game Based Learning und Lernprozesse	17
4.1	Lerntheorien	17
4.1.1	Kognitive Lernziele	18
4.1.2	Psychomotorische Lernziele	19
4.1.3	Affektive Lernziele	19
4.1.4	Anmerkung zu der Lernzieltaxonomie	20
4.2	Kolbs Theorie des Erfahrungslernens	21
4.2.1	Lernstile im Erfahrungslernen	23
4.2.2	Das Learning Style Inventory nach Kolb	26
4.2.3	Bisherige Forschung im Bereich Erfahrungslernen und Game Based Learning	27
4.3	Metakognition	28
4.3.1	Metakognitives Wissen	29
4.3.2	Metakognitive Empfindung	29
4.3.3	Metakognition nach Kaiser & Kaiser	30
4.3.4	Metakognitive Strategien	31

4.3.5	Bisherige Forschung zu Metakognition und Digital Game Based Learning	33
4.4	Motivationale Effekte im Game Based Learning	36
4.4.1	Motivation	36
4.4.2	Motivation und Digital Game Based Learning	39
4.5	Game-Design Attribute und ihre Auswirkungen auf Motivation und Lernprozess	40
4.5.1	Fantasy	41
4.5.2	Rules/Goals	42
4.5.3	Sensory Stimuli	42
4.5.4	Challenge	43
4.5.5	Mystery	43
4.5.6	Control	44
4.6	Zusammenfassung: Studien zum Zusammenhang von Spielattributen und Lernerfolgen	44
4.6.1	Americas Army	47
4.6.2	ELECT BiLAT	49
4.6.3	Digital Game Based Learning in einem Massive Multiplayer Online Szenario: Gersang	52
4.6.4	DGBL mit X-Plane zur Ausbildung von Piloten	54
4.6.5	Zusammenfassung	56
4.7	Externe Einflussfaktoren: Generationenkonflikte	58
4.7.1	Generationenkonflikte und Digital Game Based Learning	59
4.7.2	Kritik an der Generationendiskussion	59
4.8	Theoretische Modellierung von Lernprozessen im Digital Game Based Learning	60
4.8.1	Modellierung nach Buckley und Anderson: General Learning Model	60
4.8.2	Modellierung nach Garris: Das Input Process Outcome Model	62
4.9	Einordnung der Modelle	65
4.10	Zusammenfassung	66

5	Ein Framework zur Einordnung von Lernprozessen und Game-Design Attributen	69
5.1	Anforderungen	69
5.2	Konzeption des Forschungs-Frameworks	71
5.2.1	Erfahrungslernen	71
5.2.2	Metakognition	72
5.2.3	Einflussfaktoren	73
5.2.4	Lernergebnisse	74
5.3	Einordnung bisheriger Studien und Serious Games in das Framework . . .	76
5.4	Fazit	83
6	Anforderungen und Hypothesen	85
6.1	Game-Design Attribute & Spieler Charakteristiken: Der Net-Generation Konflikt	85
6.1.1	Anforderungen an das Game-Design	85
6.1.2	DGBL - Ist generationenübergreifendes, kooperatives Lernen möglich?	87
6.2	Präferenzen im Prozess des Erfahrungslernens und ihre Auswirkungen auf DGBL	87
6.2.1	Auswirkungen des Game-Design auf verschiedene Lernpräferenzen	88
6.3	Anforderungen an die Förderung metakognitiver Prozesse und die Auswirkungen im DGBL	88
6.4	Zusammenfassung der Forschungshypothesen	90
7	Konzeption und Entwicklung eines Serious Game zur Schulung von Ingenieuren	91
7.1	Ausgangssituation	91
7.2	Anforderungen	92
7.2.1	Lernziele	92
7.2.2	Anforderung an den Spielinhalt	93
7.2.3	Technische Anforderungen	93
7.2.4	Spezielle Anforderungen der Zielgruppe	94

7.3	Konzeption	94
7.3.1	Die Produktionspipeline	94
7.3.2	Instandhaltungsmaßnahmen	96
7.3.3	Personalverwaltung	99
7.3.4	Gameplay	101
7.3.5	Technik und Visualisierung	104
7.3.6	Administrationsmöglichkeiten	105
7.3.7	Zusammenfassung Konzeption	106
7.4	Umsetzung	109
7.4.1	Gameplay	109
7.4.2	GUI und Design	109
7.4.3	Modellierung der Ausfallzeiten	115
7.4.4	Laden und Speichern	117
7.4.5	Modifikations- und Lokalisierungsschnittstellen	118
7.4.6	Papierspielplan zur Einführung von FISS	119
7.4.7	Anpassung des Schwierigkeitsgrades	119
7.5	Einordnung der Game-Design Paradigmen	121
7.6	Ergebnisse nach einem ersten Training mit FISS	121
7.7	Ausblick: Weiterentwicklung	124
8	Erfahrungslernen und Digital Game Based Learning	127
8.1	Einordnung der Studie in den Forschungskontext	127
8.2	Studiendesign	129
8.3	Hypothesen	130
8.4	Durchführung der Studie	131
8.5	Ergebnisse	131
8.5.1	Lernstilverteilung	132
8.5.2	Lernstilvorlieben und Leistungsverbesserung	135
8.6	Interpretation und Einordnung der Ergebnisse	137
8.7	Zusammenfassung	138
8.8	Diskussion und Ausblick	138

9	Metakognitive Fähigkeiten und Digital Game Based Learning	141
9.1	Einordnung der Studie in das Forschungsframework	141
9.2	Studiendesign	141
9.3	Hypothesen	143
9.4	Ergebnisse	144
9.4.1	Leistungstest	144
9.4.2	Metakognitive Selbsteinschätzung und Leistungsverbesserungen .	144
9.4.3	Metakognitive Selbsteinschätzung - Leistung innerhalb des Spiels	146
9.5	Interpretation und Einordnung der Ergebnisse	147
9.6	Ausblick und weitere Schritte	147
10	Attribute eines Serious Game und Generationenkonflikte	149
10.1	Einordnung in das Framework	150
10.2	Studiendesign	150
10.3	Hypothesen	152
10.4	Durchführung der Studie	153
10.5	Ergebnisse	153
10.5.1	Stichprobe	153
10.5.2	Leistungstest	154
10.5.3	Leistung innerhalb des Spiels	156
10.5.4	Teilnehmerbewertung von FISS	158
10.6	Diskussion der Ergebnisse	158
10.7	Einschätzung des FISS DGBL Trainings durch Trainer und Trainees . .	161
10.8	Zusammenfassung und Fazit	162
10.9	Ausblick	166
11	Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse	169
11.1	Diskussion der Ergebnisse innerhalb des Forschungsframeworks	169
11.2	Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere DGBL Szenarien	172
12	Zusammenfassung	175
12.1	Ausgangspunkt und theoretische Grundlagen	175
12.2	Entwicklung eines theoretischen Modells und Forschungsframeworks . .	176

Inhaltsverzeichnis

12.3 Konzeption und Untersuchung eines Serious Game	177
12.4 Hypothesen und Ergebnisse der Studien	179
12.5 Schlussfolgerungen	180
13 Fazit	183
13.1 Erreichung der gesetzten Ziele	183
13.2 Ausblick	184
13.3 Abschliessende Bemerkungen	185
Abbildungsverzeichnis	187
Serious Game und Videospiele Referenzen	191
Literaturverzeichnis	193

1 Aufbau der Arbeit

Nach Skizzierung der Motive und einem kurzen Exkurs in die Geschichte des Game Based Learning im einleitenden Kapitel, werden Fragestellungen und relevante Faktoren im Digital Game Based Learning (DGBL) konkretisiert. Im Anschluss folgt in Kapitel 4 die Analyse der theoretischen Grundlagen im Bereich des Game-Design und der pädagogischen Psychologie. Dabei werden insbesondere zentrale Konzepte des Lernprozesses im DGBL betrachtet. Aus diesen Überlegungen sowie den Analysen spezifischer Einsatzszenarien, wird in Kapitel 5 ein eigenes Konzept vorgeschlagen. Hierbei werden die Auswirkungen der Eigenschaften des Spiels (Game-Design Paradigmen) und der Eigenschaften des Spielers auf den Lernprozess und die erzielten Lernergebnisse berücksichtigt. Im anschließenden Kapitel 6 werden die Forschungshypothesen aufgestellt und ein erstes Untersuchungsdesign für die nachfolgenden Studien entwickelt. Kapitel 7 befasst sich mit der Konzeption und Entwicklung des Versuchsobjekts, dem Serious Game FISS (Fertigungs- und Instandhaltungs-Strategie Simulation), welches den Bedingungen des Konzeptes genügen muss. In Kapitel 8 bis 10 werden die Durchführung und die Ergebnisse der Studien vorgestellt. Diese sollen zum einen den Erfolg des Serious Game FISS evaluieren und zum anderen die wechselseitigen Einflüsse von Game-Design, Lernprozessen und Lernerfolg betrachten. In Kapitel 11 werden die Ergebnisse diskutiert, eine abschliessende Zusammenfassung dieser Forschungsarbeit folgt in Kapitel 12. Kapitel 13 schließt mit einem Gesamtfazit und einem Ausblick auf zukünftige Forschungen.

2 Einleitung - Spielend Lernen?

Neue Technologien haben die Art verändert, in der Menschen kommunizieren, arbeiten, lernen und Kontakte knüpfen [Tang et al., 2009]. Diese Technologien haben neue Kulturen wie "Blogging" [Kahn und Kellner, 2004], "File Sharing" [Lessig, 2004] oder "Gaming" [Susi et al., 2007] hervorgebracht. So sind in den letzten Jahrzehnten Videospiele zu einem festen Bestandteil unserer Kultur geworden [Pearce, 2006]. Für jüngere Generationen haben diese eine ähnliche Bedeutung wie traditionelle Medien - beispielweise Bücher oder Filme - erlangt. Entsprechend ist der Markt für Videospiele mittlerweile auf einen zweistelligen Milliardenbetrag angewachsen [van Eck, 2006]. Damit Lernen und Lehren erfolgreich sein können, sollten sich diese an der Lebenswirklichkeit des Lernenden orientieren.

Ein Lernszenario, das sich in den letzten Jahren etabliert hat, ist der Einsatz von Videospielen. Befürworter des Digital Game Based Learning (DGBL) betonen, dass Spiele in der Lage sind, einen aktiven und motivierenden Lernprozess auszulösen. Serious Games sind in der Lage, das Verständnis von Systemen auf spielerische Weise zu vermitteln und komplexe Zusammenhänge durch Experimentieren nachvollziehbar zu machen (vgl. [Zimmerman und Tsikalas Kallen E., 2008]). Im Spiel bewegen wir uns weg vom Modell des „Lernens durch passives Zuhören“ und hin zu einem aktiven „Learning by Doing“ [Garris et al., 2002]. In der Tat haben Studien gezeigt, dass Lernende freiwillig mehr Zeit mit einem Spiel als mit anderen Lernmedien verbringen [Gee, 2007] und geeignete Spiele in der Lage sind, die Reflektion der Lerninhalte zu fördern [Bokyeong et al., 2009].

Problematisch sehen Kritiker den potenziell hohen zeitlichen und materiellen Aufwand bei der Entwicklung und dem Einsatz eines DGBL Szenarios [Kerres und Bormann, 2009]. Entsprechend ist es wichtig zu untersuchen, welche Merkmale Videospiele aufweisen müssen, um erfolgreich Wissen zu vermitteln. Hierbei liegt das Augenmerk auf der

Interaktion zwischen Spieler und Spiel. Nur durch die Untersuchung dieser Interaktion und des induzierten Lernprozesses können wir mehr über die wichtigen Merkmale und Wirkungen eines erfolgreichen Serious Game erfahren. Bevor wir uns tiefergehend mit Digital Game Based Learning Szenarien befassen, sollen zunächst grundlegende Begriffe definiert werden. Im Anschluss an die Begriffsklärung betrachten wir die historische Bedeutung von Spielen in der Lehre und Erziehung. Vor diesem Hintergrund werden abschließend Potentiale und Herausforderungen untersucht.

2.1 Begriffsklärungen

Zunächst muss geklärt werden welche Eigenschaften ein (Video-)Spiel besitzt, wie es sich von Simulationen abgrenzt und was wir unter Digital Game Based Learning sowie einem Serious Game verstehen.

In Anlehnung an gängige Definitionen [Caillois, 1961] [Crookall und Arai K., 1995] [Salen und Zimmerman, 2003] [Garris et al., 2002] [Crookall und Thorngate, 2009] besitzt ein Spiel folgende zentrale Eigenschaften: Ein Spiel ist eine Aktivität, der Regeln zu Grunde liegen. Diese Aktivität wird freiwillig durchgeführt und dient nicht dem Erschaffen von Gütern oder Fähigkeiten, die ausserhalb des Spiels von Bedeutung sind. Ein Spiel wird also nicht zweckbestimmt, sondern um seiner selbst willen durchgeführt [Meier und Seufert, 2003]. Somit steht das Spiel im Kontrast zu Arbeit, deren primäres Ziel in der Regel den Erwerb des Lebensunterhaltes darstellt. Im Umkehrschluss kann jedoch auch Arbeit, die aus einer inneren Motivation zum Vergnügen geleistet wird, zu einem Spiel werden [Schell, 2008].

Als Videospiele bezeichnen wir heute Spiele, die mit Hilfe eines Computers durchgeführt werden. Der Schwerpunkt vieler Spiele liegt auf der Unterhaltung des Spielers.

Um Unterschiede von Videospiele analysieren zu können, stützen wir uns auf das Framework von Salen und Zimmermann. Nach diesem liegen einem Videospiele folgende drei Design Schemata zugrunde [Salen und Zimmerman, 2003]:

Rules definieren die sogenannte Spielmechanik. Sie legen fest, wie das Spiel auf Eingaben des Nutzers reagiert und welche Regeln innerhalb des Spielgeschehens gelten. Auf diese Weise wird die einem Spiel zu Grunde liegende Logik definiert.

Regeln beeinflussen somit unter anderem die Handlungsmöglichkeiten des Spielers und den Interaktivitätsgrad eines Spiels.

Culture definiert Normen und Wertvorstellungen, die im Spiel gelten. Diese können beispielweise durch virtuelle Charaktere und die erzählte Geschichte vermittelt werden.

Play bezieht sich auf die Erfahrung und die Aktivität des Spielens. Wie wird der Spieler gefordert, welche Herausforderungen und Hindernisse müssen überwunden werden?

Rules und *Culture* definieren die technische und intrinsische Grundlage eines Spiels. Auf dieser baut *Play*, die Aktivität und das Erleben des Spielens auf. Ein Videospiel, das für Unterhaltungszwecke geschaffen wurde, fokussiert den Bereich des *Play*. *Culture* und *Rules* dienen dazu, die Aktivität des Spielens unterhaltsam zu gestalten und zu unterstützen: Dem Spieler soll ein motivierendes und befriedigendes Spielerlebnis geboten werden.

Im Gegensatz hierzu liegt der Fokus eines **Serious Game** nicht zwangsläufig auf dem Bereich des *Play*. Das Ziel eines Serious Game ist nicht nur die Unterhaltung des Spielers, sondern das Vermitteln von Inhalten, die ausserhalb des Spiels von Bedeutung sind. Diese können zum einen durch Lernziele geprägt sein, wie beispielsweise Regeln oder Handlungsabläufe. Aber auch problemorientierte und erfahrungsbasierte Lernziele sind möglich. So werden in Spielen wie *The Monkey Wrench Conspiracy* der Umgang mit CAD Programmen vermittelt [The Monkey Wrench Conspiracy, 1998], während Spiele wie *Global Conflicts Palestine* [Global Conflicts Palestine, 2007] dem Spieler die Hintergründe von internationalen Konflikten in Form eines Rollenspiels erfahrbar machen. Entsprechend kann sich der Designfokus vom Element des *Play* zugunsten der *Rules* oder *Culture* verschieben.

Im Gegensatz zum Spiel steht die **Simulation**. Obwohl Simulationen durchaus spielbar sind und auch als Spiele genutzt werden können, liegt in den Konzeptionen von Spiel und Simulation ein grundlegender Unterschied: Während ein Spiel die Aktivität des *Play* in den Vordergrund stellt, ist eine Simulation als Repräsentation eines realen oder fiktiven Systems konzipiert.

	Videospiel	Simulation	Serious Game
Einsatzziel	Unterhaltung des Nutzers. Der Kontext ist oft fiktiv oder existiert innerhalb einer Fantasy Welt.	Korrekte/ Realitätsnahe Modellierung eines Systems.	Vermittlung von Wissen, welches auch ausserhalb des Spiels von Bedeutung ist.
Play	Hauptfokus liegt im Bereich des Spielens um den Nutzer bestmöglich zu unterhalten.	Die Unterhaltung und das Spiel muss sich den Regeln und der Modellierung eines Systems unterordnen.	Interaktion innerhalb des Spiels dient primär dem Zweck einen Lerninhalt zu vermitteln. Idealerweise werden Spielmechaniken genutzt um eine höhere Motivation gegenüber dem Lerninhalt zu erzeugen.
Rules	Die Regeln müssen sich der Unterhaltung des Spielers unterordnen. Sie dienen eher der Spielbarkeit als der korrekten Modellierung eines Systems	Regeln sind das Kernelement einer Simulation mit dem Ziel ein System möglichst realitätsgetreu abzubilden.	Die Regeln eines Spiels und deren Komplexität ordnen sich dem Lernprozess unter. Sie werden mit dem Ziel gesetzt relevante Lerninhalte zu vermitteln.
Culture	Normen innerhalb der Spielwelt werden oft durch fiktive Handlungen und Storylines vermittelt. Sie können die Handlung motivieren und somit das Spielerlebnis - Play - ergänzen.	Die Spielwelt und Ihre Normen sind oft an die Realität angelehnt. Zudem haben Sie eine niedrige Priorität, falls sie den Spielmechaniken nicht dienlich sind.	Die Normen und Überzeugungen innerhalb des Spiels beziehen sich auf den Bereich des Lernobjekts. Serious Games können in den Kontext einer fiktiven Spielwelt gesetzt werden um zusätzliche Motivationsfaktoren zu schaffen.

Tabelle 2.1: Differenzierung zwischen Videospiele, Simulationen und Serious Games

Das Design einer Simulation legt den Schwerpunkt auf das Umsetzen eines exakten Regelwerks. Hierbei müssen nicht zwangsläufig reale Systeme, wie ein Flugzeug in Flugsimulationen, modelliert werden, sondern auch die Simulation von fiktiven Systemen ist denkbar [Steel Battalion, 2002]. Zwischen computergestützten Simulationen und Videospielen existieren aber auch Mischformen. Diese zeichnen sich durch eine Verschiebung des Fokus zwischen *Play*, *Rules* und *Culture* aus. Eine Übersicht liefert Tabelle 2.1.

Es wird von **Digital Game Based Learning** gesprochen, wenn Videospiele oder Serious Games zu Lehrzwecken eingesetzt werden. Folgende Szenarien werden unterschieden:

Kommerzielle Videospiele bieten den Vorteil, dass sie auf Unterhaltung und somit die Motivation des Nutzers ausgelegt sind. Zudem sind diese vergleichsweise kostengünstig, da keine zusätzliche Software entwickelt werden muss. So wurde beispielsweise in einer Studie gezeigt, dass Schülern anhand von Multiplayer-Spielen die Prinzipien der freien Marktwirtschaft vermittelt werden können [Bokyeong et al., 2009]. Da kommerzielle Videospiele in der Regel nicht für Lehrzwecke gedacht sind, müssen im Lernszenario oft Kompromisse eingegangen werden.

Modifikationen kommerzieller Videospiele: Videospiele bieten oft die Möglichkeit, durch den Nutzer modifiziert werden zu können [Half Life, 1998] [Star Craft, 1998]. Durch diese sogenannten Mods sind eigene Entwicklungen mit vergleichbar geringem Aufwand möglich. Beispielsweise nutzt das Serious Game *Frontiers*

[Frontiers, 2008], das Videospiele *Half Life 2* [Half Life 2, 2004] als Basis und versetzt den Spieler in die Situation eines illegalen Einwanderers, um das Bewusstsein für die Einwanderungsproblematik zu erhöhen [Die Zeit Online, 2010]. Allerdings sind Serious Games, die als Modifikationen von vorhandenen Spielen entwickelt werden, in ihren Möglichkeiten limitiert und können nicht uneingeschränkt auf den gewünschten Lerninhalt ausgerichtet werden. Je nach Lernszenario und Einsatzgebiet kann die Verwendung von Modifikationen eine praktikable Alternative zu einer Neuentwicklung oder dem Einsatz eines kommerziellen Videospieles bieten.

Serious Games, die ausschliesslich auf ein spezielles Lernziel hin entwickelt worden sind, bieten die meisten Möglichkeiten. Sie werden oft als die beste, wenn auch kostenintensivste Lösung angesehen. Bei der Konzeption eines Serious Game ist es wichtig, motivationale Spielmechaniken zu berücksichtigen [Rieber, L., 1996, Prensky, 2001a].

Je nach Lernziel und vorhandenen Ressourcen ist es so möglich, DGBL auf verschiedene Arten umzusetzen. In dieser Arbeit werden wir uns vorrangig mit der Entwicklung und dem Game-Design von eigenständig entwickelten Serious Games beschäftigen, da diese in ihrer Konzeption und Umsetzung den größten Freiraum und die bestmögliche Ausrichtung auf Lernziele und Zielgruppe bieten.

2.2 Geschichte des Game Based Learning

In diesem Kapitel wird kurz auf die Tradition des Game Based Learning eingegangen, um aufzuzeigen, wie tief das Spiel in seiner Tradition mit Lehre und Lernen verknüpft ist. Im Gegensatz zum Digital Game Based Learning ist beim Game Based Learning der Einsatz von Computer nicht zwangsläufig vorgesehen. Folgender Überblick wird in Anlehnung an die Arbeit von Vankus gegeben [Vankus, 2005] .

Lernen mit der Unterstützung von Spielen steht in einer langen Tradition. Bereits der griechische Philosoph Platon führte Gründe für den Einsatz von Spielen in der Lehre auf. So nennt er das Spiel als die beste Art Kinder zwischen drei und sieben Jahren zu unterrichten. Er empfiehlt unter anderem zur Erziehung und Ausbildung Kinder, Puzzle lösen zu lassen, um diese auf den Beruf des Architekten vorzubereiten. Das Spiel zum Zweck des Lernens ist in der griechischen Tradition fest verankert und beeinflusste auf diese Weise auch das Römische Reich. So steht der lateinische Begriff für Schule "ludī" auch für das Spiel.

Während dem Mittelalter hingegen wurde das Spiel weitestgehend unter dem Einfluss der Kirche aus der schulischen Bildung verdrängt. Jedoch wurden Kinder im Spiel auf ihre spätere Berufsbild und ihr Rolle in der Familie vorbereitet. Puppen dienten Mädchen als Vorbereitung auf ihre spätere Rolle als Mutter, während Jungen oft mit Figuren von Rittern oder Pferden spielten.

Mit der Renaissance änderte sich das Bild von Lehren und Schule. In Abgrenzung zu der Philosophie des Mittelalters entstand die Bewegung des Humanismus, die auf die Philosophie der Antike zurückgreift. So wurden auch Spiele wieder als wichtige Form der Erziehung und Wissensvermittlung gesehen. Der Philosoph und Pädagoge Comenius (1592-1670) bezeichnete Spiele als wichtiges Mittel in der Erziehung. Spiele, die in einem Team durchgeführt werden, bezeichnet er als geeignetes Mittel zur Vermittlung von sozialen Kompetenzen. Auch der Genfer Schriftsteller, Pädagoge, Naturforscher und Komponist Rousseau (1712-1778) stellt in seinen Arbeiten fest, dass sich die Lehre an den Erfahrungen und Beobachtungen der Heranwachsenden orientieren muss. Folglich verwendete er das Spiel in der Ausbildung und sah es als eine geeignete, natürliche und motivierende Aktivität zur Wissensvermittlung. Seine Aufmerksamkeit galt hier insbesondere Spielen, welche die motorische Entwicklung, musikalische und rechnerische Fähigkeiten förderten. Der deutsche Didaktiker Pestalozzi (1746-1827) griff die Ideen Rousseaus auf, entwickelte diese weiter und setzte sich mit dem Lernen als aktiven Prozess auseinander. Er sah dabei das Lehren mit Hilfe von Spielen als eine wichtige Methode. Der deutsche Didaktiker Fröbel (1782-1852), der am Institut Pestalozzis beschäftigt war, führte die Ideen weiter und setzte das Spiel in das Zentrum seiner Pädagogik. Basiert auf seiner Theorien entwickelte er pädagogisches Spielzeug, welches zur Lehre und Unterstützung des Entwicklungsprozesses von Kindern eingesetzt wurde. Durch dieses enge Verhältnis von Spielen und Lernen, ist das Spiel immer wiederkehrendes, zentrales Element der Forschung von Pädagogen und Psychologen bis in die jetzige Zeit. So beschäftigten sich unter anderem der französische Psychologe Piaget(1896-1980) und der amerikanische Pädagoge John Dewey (1859-1952) mit Arten und Bedeutungen des Spiels. Dewey hebt unter anderem in seinem Buch *Democracy and Education: An Introduction to the Philosophy of Education* die Bedeutung des Spiels in der Ausbildung für das Verständnis der Welt hervor.

Wenn wir uns also die Geschichte des didaktischen Einsatzes von Spielen betrachten, sehen wir, dass sich die Rolle des Spiels als Medium zur Wissensvermittlung über Jahrhunderte etabliert hat.

2.3 Potentiale und Herausforderungen

Mit der technischen Entwicklung der letzten Jahrzehnten hat das Spiel in Form des Videospieles neue Medien und Technologien erobert. Bei der Untersuchung von Videospiele fällt auf, dass diese oft auf komplexen Regeln basieren, die eine erhebliche Einarbeitungszeit erfordern. So muss der Spieler die Steuerung, grundlegende Zusammenhänge und Spielstrategien lernen, um erfolgreich zu sein. Videospiele, die von einer einzelnen Person gespielt werden, können ihre Regeln und die Komplexität innerhalb eines guten Game-Design erst schrittweise während des Spielverlaufs erweitern. Im Gegensatz hierzu stehen Multiplayer Spiele, Videospiele die mit mehreren Spielern gegeneinander oder im Team gespielt werden. Um in einem solchen Spiel bestehen zu können, ist es zumeist unabdingbar, sämtliche Spielmechaniken und Strategien zu lernen. So ist es in Spielen wie *Quake Live* [Quake Live, 2009] notwendig, die komplette und oft komplexe Spielumgebung bis ins Detail zu verinnerlichen. Trotz dieses schwierigen und oft frustrierenden Einstiegs erfreuen sich insbesondere Multiplayer Spiele zunehmender Beliebtheit. Dies zeigt sich in stetig wachsenden Mitgliederzahlen in sogenannten eSport Ligen. Dort können Teams aus aller Welt, in Ligensystemen organisiert, gegeneinander antreten. Einer der größten europäischen Veranstalter, die Electronic Sports League, zählte 2010 über 2,4 Millionen Mitglieder und 600.000 registrierte Teams [ESL, 2010]. Sponsoren sind u.a. Volkswagen, Adidas und Nokia.

Videospiele sind also in der Lage, einen Lernprozess auszulösen, der komplexe Inhalte vermittelt und Millionen von Spielern motiviert, freiwillig in ihrer Freizeit zu lernen. Allerdings dient das Gelernte in erster Linie zur Unterstützung des Gameplay und ist überwiegend innerhalb des Spiels von Bedeutung.

DGBL will diesen selbstmotivierten Prozess nutzen, um realitätsrelevante Lerninhalte zu vermitteln. Für den Einsatz von Videospiele zu Lehrzwecken sprechen nicht nur motivationale Faktoren. Videospiele haben sich nicht nur als Massenmedium etabliert, sondern sind in der Lage immer komplexere Systeme zu modellieren und erfahrbar zu machen. Beispiel hierfür ist das Videospiele *Sim City*, welches eine Stadt und deren Entwicklung unter Einbeziehung verschiedener Faktoren wie Kriminalität, Infrastruktur und Umwelt simuliert [Sim City, 1989].

Auch bei innerbetrieblichen Weiterbildungen bietet DGBL die Möglichkeit, Auswirkungen von Entscheidungen in komplexen Systemen zu verstehen. So setzt die Daimler AG in der Weiterbildung von Ingenieuren Serious Games ein, die Fertigungslinien simulieren, um Konsequenzen von strategischen Entscheidungen erfahrbar zu machen [Buße und Krömker, 2009].

Die Interaktion zwischen Spieler und Videospiele kann in folgendem Zyklus differenziert werden:

1. Der Spieler trifft eine Entscheidung
2. Der Spieler bekommt eine Rückmeldung des Videospiele
3. Der Spieler reflektiert über die Auswirkungen seiner Entscheidung
4. Der Spieler bildet eine Theorie über die Ursache der eingetretenen Ereignisse, welches die Basis für weitere Entscheidungen darstellt. . .

Dieser Kreislauf aus Reflektion und Experimentieren ist eine wichtige Art des Lernens [Kolb, 1981] [Kolb, 2000] [Staemmler, 2006]. Es hat sich gezeigt, dass DGBL in der Lage ist, diesen zu begünstigen [Garris et al., 2002] [Buckley und Anderson, 2006]. Folglich kann DGBL einen aktiven, selbstgesteuerten Lernprozess ermöglichen.

Wie kann ein Lernszenario gestaltet werden, das diese Vorteile optimal nutzt? Idealerweise soll es den Lernenden motivieren, selbstgesteuerte Lernprozesse fördern und Wissen nachhaltig vermitteln. Eine typische Gefahr bei der Konzeption eines Serious Game ist die ungenügende Berücksichtigung motivationaler Faktoren. Prensky beschreibt dies mit „*sucking the fun out*“ [Prensky, 2003]. Es stellt sich aber auch die Frage, wie und welche Lerninhalte mit einem Spiel vermittelt werden können. Ist es möglich ein DGBL Szenario, das für eine breite Altersgruppe geeignet ist, zu entwerfen? In dieser Arbeit werden einige dieser Fragestellungen genauer betrachtet.

Um Rückschlüsse auf das Spiel als informatives System ziehen zu können, ist es unabdingbar die Interaktion zwischen Spieler und Spiel, sowie Unterschiede in den ausgelösten Lernprozessen zu betrachten. Im folgenden Kapitel werden die Ziele dieser Arbeit konkretisiert und erste Anforderungen an das gewünschte Ergebnis gestellt.

3 Zielsetzung und Vorgehensweise

Bevor theoretische Grundlagen und Konzepte vorgestellt werden ist es wichtig, die Richtung und Zielsetzung dieser Arbeit festzulegen. An dieser werden sich die theoretischen Konzepte, Methoden und untersuchten Systeme orientieren.

Das übergeordnete Ziel dieser Arbeit ist es, die Mechanismen und Auswirkungen des Einsatzes von Videospiele, Serious Games und Simulationen besser zu verstehen. Dies soll uns helfen DGBL und die eingesetzte Software, hier Serious Games, besser zu verstehen und den Einfluss einzelner Design-Attribute bewerten zu können. Der zentrale Punkt für ein besseres Verständnis ist nicht nur die Interaktion von Spieler und System, sondern der ausgelöste Lernprozess. Von diesem ist der Erfolg des Serious Game abhängig. Wie bereits in Kapitel 2 angedeutet, sind dazu Spiele, wie kaum ein anderes Medium in der Lage. Wenn also das Serious Game unter Gesichtspunkten von Effizienz und Erfolg untersucht werden soll, müssen Modelle aus Erziehungswissenschaften und Psychologie eingesetzt werden. Aus diesen Modellen und den Eigenschaften eines Serious Game wird das theoretische Forschungsframework dieser Arbeit konzipiert. Dieses gliedert sich in drei Teile: Die Eigenschaften des DGBL Szenarios, der hierdurch ausgelöste Lernprozess sowie der erzielte Leistungszuwachs bei den Lernenden. Wir werden insbesondere versuchen die Auswirkungen von verschiedenen Game-Design Entscheidungen, den Game-Design Paradigmen, auf die Effektivität eines Serious Game zu bewerten.

Anhand dieses Frameworks wird in einem nächsten Schritt das Konzept für ein konkretes Anwendungsbeispiel entwickelt:

FISS - ein Strategiespiel und eine Managementsimulation für die Schulung von Ingenieuren und Instandhaltungsleitern. FISS ist ein Akronym für **F**ertigungs- und **I**nstandhaltungs-**S**trategie **S**imulation und wird seit 2008 beim Automobilhersteller Daimler für die Ausbildung von Instandhaltungsleitern eingesetzt. Da sich die Untersuchung auf ein beson-

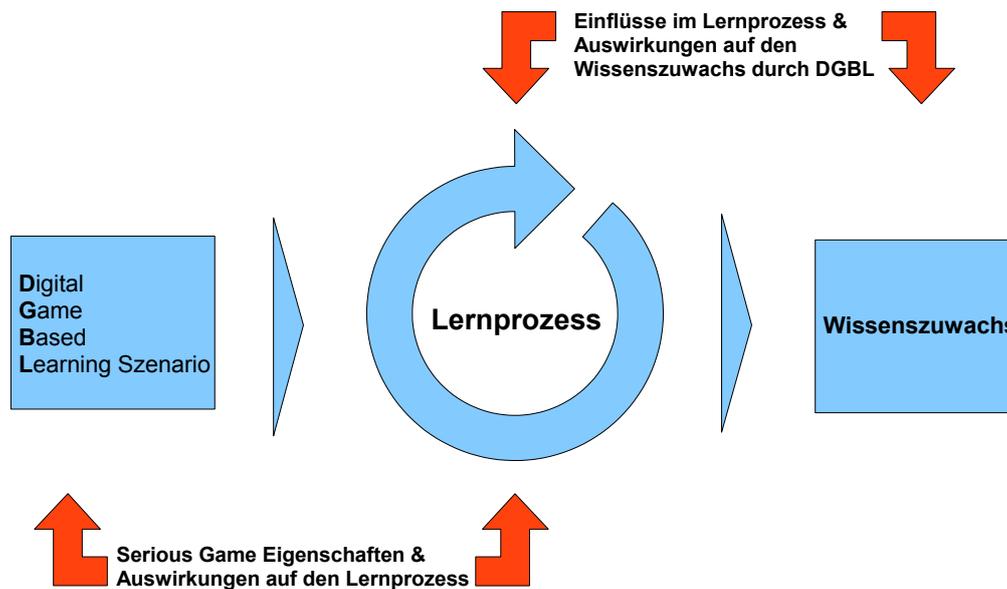


Abbildung 3.1: Untersuchung der Eigenschaften eines Serious Game unter Berücksichtigung des Lernprozesses: 1. Untersuchung der Einflüsse der Spieleigenschaften auf den Lernprozess. 2. Wechselwirkungen zwischen Lernprozess und Wissenszuwachs zur Bewertung des Serious Game.

deres Einsatzgebiet des Digital Game Based Learning konzentriert, ergibt sich eine weitere Spezialisierung: Das Serious Game im Genre des rundenbasierenden Strategiespiels. FISS bildet das zentrale Studienobjekt innerhalb des zuvor entwickelten Frameworks. Es soll zwischen den Faktoren im Lernprozess, wie beispielsweise der Einfluss des Erfahrungslernens und externen Faktoren, wie Alter und Zugehörigkeit zu einer Generation, unterschieden werden.

Um diese Faktoren zu untersuchen werden drei Studien durchgeführt, welche die Wechselwirkungen zwischen Game-Design, Lernprozess und Effektivität eines Serious Game untersuchen. Anhand dieser Studien können die eingangs aufgestellten Game-Design Paradigmen bewertet werden. Abschliessend werden Rückschlüsse auf das gewählte Genre gezogen: Wie wirken rundenbasierende Strategiespiele in Lernszenarien auf die Lernenden und welchen Einfluss besitzen einzelne Designkomponenten?

Über diese Ergebnisse hinaus sollen Differenzierungsmöglichkeiten und weiterführende Fragestellungen aufgezeigt werden.

Abbildung 3.1 fasst die Zielsetzung zusammen: Der Erfolg des Konzeptes rundenbasierender Strategiespiele als informatische Systeme im DGBL soll nicht isoliert über den Wissenszuwachs bewertet werden. Vielmehr soll eine Analyse der Auswirkungen spezieller Game-Design Paradigmen auf den Lernprozess erfolgen, um bessere Ergebnisse über Eigenschaften und Erfolg eines Serious Game zu erhalten.

4 Grundlagen der Auswirkungen des Digital Game Based Learning auf Lernen und Lernprozesse

In diesem Abschnitt werden wir einige Grundlagen aus Game-Design und Psychologie betrachten, die für anschließende Studien von Bedeutung sind. Wie bereits in Kapitel 2 beschrieben wurde, ist es für die Beurteilung und Auswertung notwendig auf Hilfsmittel der Psychologie zurückzugreifen, um Aussagen über die Wirkung des Spiels in Abhängigkeit ihrer Komponenten zu erhalten.

Ein zentraler Aspekt bei der Betrachtung und Analyse von Serious Games ist es den erreichten Lernfortschritt einzuschätzen und zu bewerten. Doch wie definieren wir Lernen und welches Lernziel ist in den betrachteten Szenarien wichtig?

Wir wollen zunächst eine kurze Übersicht über die Theorie von Lernen und Wissen geben. Im Anschluss stellen wir Aspekte vor, die speziell für das Lernen mit Videospiele von Bedeutung sind. Hierzu gehören unter anderem Modelle, die das Handeln des Spielers und das Zusammenspiel seiner Entscheidungen fokussieren.

4.1 Lerntheorien

Lernen ist ein wichtiger Bestandteil unseres Lebens. Durch bewusstes und unbewusstes Training unserer Fähigkeiten sind wir in der Lage uns Wissen anzueignen. In den letzten Jahren hat sich dabei die Betrachtung des Lernens weg vom traditionellen Konsumierenden/Passiven hin zu einem aktiveren - Lerner zentrierten - Modell bewegt. Videospiele und Serious Games, die in der Ausbildung oder zum Training eingesetzt werden, sollen hierbei insbesondere in der Lage sein, den Lernenden in diese aktive Rolle zu verset-

zen [Garris et al., 2002]. Auf diese Weise soll ein Lernprozess begünstigt werden, welcher den Lernenden aktiv und konstruktiv in den Prozess von Lehren und Lernen einbindet. Wenn wir Lernprozesse und Ziele im Game Based Learning betrachten unterscheiden wir nach der Theorie von Kraiger, Ford und Salas [Kraiger et al., 1993] folgende drei Bereiche: Kognitive, Affektive und Fähigkeitsbasierte oder Psychomotorische Lernziele. Wir haben diese mit Blick auf Game Based Learning aus folgenden Gründen gewählt: Die Theorie bietet einen multidimensionalen Ansatz, so dass wir DGBL Szenarien differenziert bewerten können [Wilson et al., 2009]. Desweiteren basiert die Unterscheidung nach Kraiger auf etablierten Taxonomien, wie beispielweise die Lernzieltaxonomie von Bloom [Bloom, 1972] [Anderson und Krathwohl, 2000]. Zunächst wird ein Überblick der Differenzierungen von Lernzielen gegeben, bevor im Anschluss relevante Modelle des Lernens evaluiert und Digital Game Based Learning Szenarien vorgestellt werden.

4.1.1 Kognitive Lernziele

Kognitive Lernziele betreffen Verhalten und Fähigkeiten, die Wahrnehmung, sowie das Denken des Menschen. Dies kann vom einfachen Wiedergeben des Lerngegenstandes bis hin zum Kombinieren von komplexen Inhalten reichen. Wir kategorisieren in Anlehnung an Bloom drei Arten von Wissen: *Deklaratives Wissen*, *Prozedurales Wissen*, sowie *Kontextuales Wissen*.

Deklaratives Wissen bezieht sich auf den Bereich des Faktenwissens, wie beispielsweise das Lernen von Vokabeln.

Prozedurales Wissen beschreibt die Fähigkeit Vorgehensweisen zur Problemlösung in konkreten Situationen zu erkennen. Eine mögliche Situation, wäre das Lösen eines Gleichungssystems.

Kontextuales Wissen bezieht sich nun auf die Fähigkeit Anwendungssituationen zu identifizieren bei denen prozedurales Wissen und deklartives Wissen eingesetzt werden kann.

Kognitive Lernziele lassen sich im Allgemeinen gut durch Klausuren und Tests abprüfen, hierbei wird zumeist zwischen Speed- und Powertests unterschieden. Speedtests überprüfen die Geschwindigkeit mit der zuvor Gelerntes abgerufen werden kann, während das

Ziel von Powertests in der Erfassung der Genauigkeit des gelernten Wissens liegt.

Im Bezug auf Videospiele und DGBL konnte beispielsweise White [White, 1984] nachweisen, dass Studenten mit Hilfe von Videospiele deklarative Lernziele im Umgang mit den Newtonschen Gesetze erreichen konnten. Ebenso haben Studien gezeigt, dass DGBL in der Lage ist, prozeduales und kontextuelles Wissen zu vermitteln. [Hill et al., 2006, Belanich et al., 2004, Squire und Barab, 2004, Buch und Egenfeld-Nielsen, 2007]

Wir werden später auf kognitive Lernziele im Zusammenhang mit kognitiven Lernprozessen zurückkommen.

4.1.2 Psychomotorische Lernziele

Parallel zu kognitiven Lernzielen beziehen sich psychomotorische Lernziele auf die Entwicklung von motorischen und technischen Fertigkeiten [Wilson et al., 2009]. Hierzu zählen Fähigkeiten wie Handschrift, Sprache oder das Steuern eines Fahrzeugs. Bei der Vermittlung von praktischen Fähigkeiten spielen eigenes Tun und Üben eine große Rolle. Das Erlernen von psychomotorischen Fähigkeiten ist oft nur begrenzt in DGBL Szenarien möglich. Ausnahmen hierzu bilden beispielsweise Flugsimulatoren oder virtuelle Schusswaffentrainings-Programme mit den Charakteristiken eines Spiels, wie sie beispielsweise bei der Bundeswehr eingesetzt werden [Proctor und Bauer, 2007]. In den letzten Jahren wurden aber auch mit Hilfe von Serious Games Chirurgen für komplexe Operationen trainiert [Sabri et al., 2010].

4.1.3 Affektive Lernziele

Affektive Lernziele bestehen aus einer erwünschten Veränderung der Ansichten und inneren Einstellungen des Lernenden. Hierzu zählt unter anderem die Entwicklung eines Bewusstseins für bestimmte Probleme, wie die Förderung des Verständnisses für andere Personen und Kulturkreise. Unter Einstellungslernen wird eine Veränderung der persönlichen Ansichten und Handlungsweisen verstanden, während sich soziales Lernen auf das Verhalten in der Gruppe bezieht.

Kraiger unterscheidet in seiner Taxonomie zwei Kategorien: Zum einen direkte Veränderungen in der Einstellung oder Vorlieben des Lernenden, zum anderen eine indirekte Beeinflussung seiner Motivation.

Innerhalb von DGBL Szenarien sind affektive Lernziele oft von grundlegender Bedeutung. Beispielsweise soll das von der US Army entwickelte Spiel: *Americas Army* unter anderem die Anwerbung von neuen Rekruten fördern, indem es die Einstellung gegenüber der US Armee in eine positive Richtung lenkt [Belanich et al., 2004]. Aber auch zur Vermittlung von Gebräuchen in fremden Kulturen wird DGBL eingesetzt, um Verständnis und Akzeptanz für andere Kulturen zu schaffen [Hill et al., 2006]. Bei der späteren Konzeption des DGBL Szenarios werden affektive Lernziele eine wichtige Rolle spielen.

4.1.4 Anmerkung zu der Lernzieltaxonomie

Lernziel Taxonomien entstammen ursprünglich der psychologischen Theorie des Behaviorismus [Staemmler, 2006]. Dieser definiert Lernen als eine beobachtbare Veränderung von Verhalten. Der Behaviorismus und somit auch die kognitive Lernziel Taxonomie von Bloom stehen in der Kritik, dass sie nur direkt messbares Lernen berücksichtigen. Lernen ist jedoch mehr ein messbarer Wissenszuwachs, da sich viele Lernvorgänge der direkten Beobachtung entziehen und somit allenfalls langfristig spürbar sind [Staemmler, 2006]. Auch muss beim Setzen von Lernzielen beachtet werden, dass sie den Lernbedürfnissen der Lernenden entsprechen, anderenfalls werden die Lernenden oft überfordert oder unmotiviert den Lernstoff abarbeiten [Tang et al., 2009].

Diese Arbeit beschränkt sich hauptsächlich auf kognitive Lernziele und im Rahmen der Studien auf abprüfbares Wissen. Dabei werden wir in unseren Lernmodellen jedoch über die behaviouristischen Ansätze hinausgehen und dem auf den konstruktivistischen Ansatz des Erfahrungslernens sowie dem Prozess der Metakognition beschäftigen.

Diese beiden Modelle des Lernens werden die Grundlage für das theoretische Modell um den Lernprozess im Game Based Learning bilden. Zunächst klären wir im nächsten Schritt das Konzept des Erfahrungslernens.

4.2 Kolbs Theorie des Erfahrungslernens

Das Konzept des Erfahrungslernens nach Kolb wird in enger Verbindung mit dem Lernprozess des Digital Game Based Learning gesehen (Vgl. [Gee, 2007, Freitas S., 2006]) [Tang et al., 2009, Kraiger et al., 1993]).

David Kolb ist seit 1976 Professor für Organisationsverhalten an der nordamerikanischen Case Western Reserve University in Cleveland. Er leitete 1984 mit der Publikation *Experiential Learning: Experience as Source of Learning and Development* die moderne kognitive Lernstilbewegung ein. Die Grundlage für seine Theorie des Erfahrungslernens ist die zentrale Aussage: „*Der Mensch lernt aus seinen Erfahrungen*“ [Kolb, 1984]. Der Mensch hat schon lange bevor es Theorien über das Lernverhalten oder spezielle Methoden zur Wissensvermittlung gab, aus der Verarbeitung der Wahrnehmung von Umwelteinflüssen bzw. Erfahrungen gelernt. Kolb folgert, dass Erfahrungslernen eine der ursprünglichsten Formen des Lernens und der Wissensaneignung ist.

Lernen wird in diesem Konzept als lebenslanger Prozess gesehen, welcher nicht mit dem Abschluss einer schulischen oder akademischen Ausbildung beendet ist. Erfahrungslernen wird dabei zu einem Prozess der Bildung, Arbeit und persönlichen Entwicklung [Kolb, 2000]. Zentrale Elemente der Theorie des Erfahrungslernens bilden die Erfahrung und die Reflexion des Lernenden. Kolbs Theorie des Erfahrungslernens basiert hierbei auf der Grundlage von Piaget (In [Staemmler, 2006]) , [Dewey, 1938, Lück, 2001]). Wir werden an dieser Stelle auf eine ausführliche Darstellung dieser verzichten und uns auf Besonderheiten konzentrieren, die Kolb als zentrale Punkte bei der Konzeption seines Modells anführt.

Lewin entwickelte in seinem Werk den „cycle of action“, der den kontinuierlichen Prozess von Bewertungen und zielgerichteten Handlungen beinhaltet. Der aus vier Phasen bestehende Lernprozess beginnt mit der Phase der Erfahrung. Diese löst den Lernprozess aus und bewegt den Lernenden in der zweiten Phase, der Reflexion, zum Nachdenken über das Ereignis. In den folgenden Phasen wird aus dem reflektierten Ereignis ein Konzept oder eine Theorie zur Erklärung des Ereignis gebildet und in einem letzten Schritt erprobt. Lewins Modell kann somit als Vorläufer von Kolbs Modell des Erfahrungslernens gesehen werden. (Vgl. Abbildung 4.1)

Den Auslöser für den Beginn dieses Zyklus sieht Kolb im Konzept der Äquilibration, welches von Piaget geprägt wurde. Piaget bezeichnet mit diesem Konzept den Aufbau von immer komplexeren kognitiven Strukturen, die aus dem Ungleichgewicht zwischen dem verinnerlichten kognitiven Modell des Lernenden und seiner Erfahrung mit der Umwelt entsteht. Der Lernende versucht dieses Ungleichgewicht zu beheben und erweitert dadurch sein Wissen über die Umwelt. Lernen findet demnach im aktiven handelnden Umgang des Lernenden mit seiner Umwelt statt. Nach Piaget ist dieser Lernprozess durch die Konzepte der Akkomodation und der Assimilation geprägt. Assimilation beschreibt das Zuordnen einer Wahrnehmung zu einem bereits gebildeten kognitiven Schema. Hierdurch wird das Erlebte verallgemeinert und in einen bekannten Kontext bewertet. Der Lernende erkennt also in der erlebten Erfahrung Parallelen zu bisher bekannten Modellen und integriert das Erlebnis in sein derzeitiges Wissen. Ist dies dem Lernenden jedoch nicht möglich, da das Erlebte nicht direkt in ein vorhandenes kognitives Modell integriert werden kann, schlägt die Assimilation fehl und das Konzept der Akkomodation kommt zum Tragen.

In dieser Phase modifiziert die lernende Person bereits bekannte Schemata und schafft auf diese Weise neues Wissen. Er passt seine innere - kognitive - Wahrnehmung einem veränderten Aussenbild an.

Bezüglich der Theorien von Dewey bezieht sich Kolb auf dessen Pragmatismus, das Erfahrungen und kognitive Theorien in einem engen Zusammenhang stehen. Die Erfahrung soll hierbei als organisierender Faktor gesehen werden. Dewey argumentiert in seinem 1938 erschienenen Werk *Experience and Education*, "that there is an intimate and necessary relation between the process of actual experience and education" [Dewey, 1938]. Insbesondere bezieht sich Kolb in seinen Studien bei der Betrachtung von Stärken, in verschiedenen Bereichen des Lernzyklus, auf konkrete Berufsgruppen [Kolb, 2000].

Zusammenfassend schlägt Kolb in seinem Buch „*Experiential Learning*“ ([Kolb, 1984] Übersetzung aus [Staemmler, 2006]) sechs Eigenschaften vor, die das Konzept des Erfahrungslernens beschreiben.

- Lernen wird als Prozess verstanden und nicht als ein Ergebnis.
- Lernen ist ein fortlaufender Prozess, der auf Erfahrungen basiert.

- Lernen wird durch das Lösen von Konflikten zwischen bekannten Modellen und neuen Erfahrungen induziert. Bei diesem konfliktreichen Prozess, in dessen Verlauf Wissen konstruiert wird, durchläuft der Lernende zyklisch 4 Phasen: *Konkrete Erfahrung*, *Reflektiertes Beobachten*, *Abstrakte Begriffsbildung* und *aktives Experimentieren*. 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 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. Jede dieser Phasen erfordert beim Lernenden entsprechende Fähigkeiten. In dem Zyklus sind die vier Lernphasen an zwei orthogonalen Achsen angeordnet. Wobei *Konkrete Erfahrung* und *Abstrakte Begriffsbildung* die erste Dimension sowie *Reflektiertes Beobachten* und *Aktives Experimentieren* die zweite Dimension bilden (vgl. Abbildung 4.1). Bei der Konfliktlösung wird dabei eine Wahl zwischen diesen Adaptionsmodi getroffen bei der sich eine Präferenz des Lernenden entwickeln kann.
- Lernen ist ein Prozess der Anpassung an die soziale und physische Umwelt.
- Lernen beinhaltet Transaktionen zwischen der Person und der Umwelt.
- Lernen ist ein Prozess der Wissenskonstruktion eines Menschen.

4.2.1 Lernstile im Erfahrungslernen

Innerhalb des Erfahrungslernens differenziert Kolb zwischen vier Phasen, welche der Lernende zyklisch durchläuft. Kolb definiert seine vier grundlegenden Lernstile, indem er die Vorlieben des Lernenden in den verschiedenen Phasen des Lernens betrachtet [Kolb, 1984] [Kolb, 1981]. Kolb untersucht in seiner Arbeit über Erfahrungslernen und Lernstile insbesondere die Vorlieben innerhalb verschiedener Berufsgruppen. Er definiert die

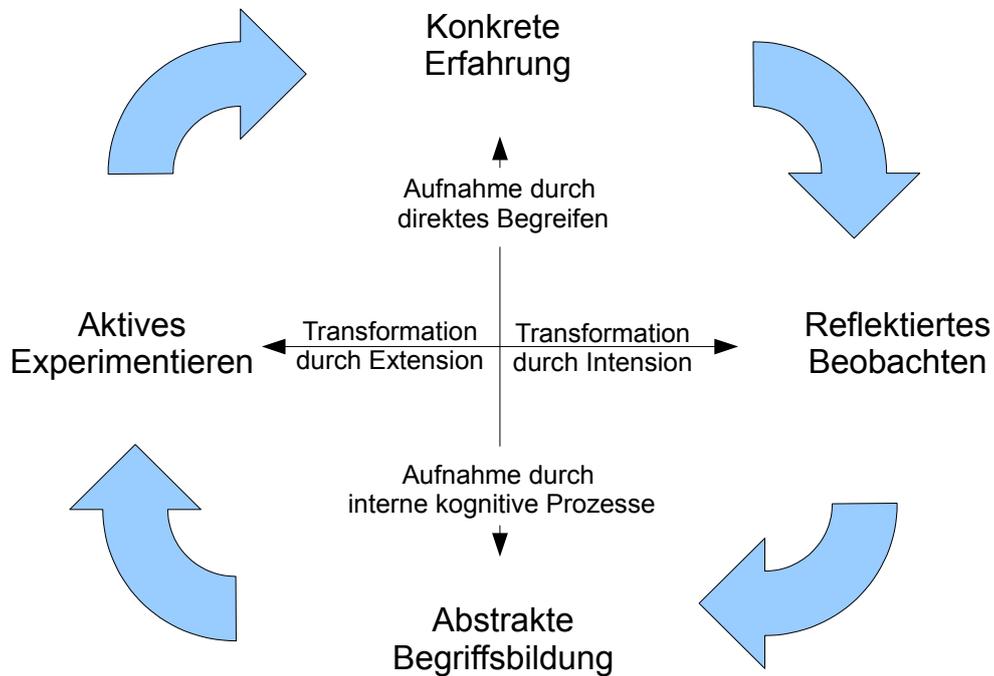


Abbildung 4.1: Zyklus des Erfahrungslernens nach Kolb: Ausgelöst durch ein Ungleichgewicht der verinnerlichten Erfahrung und der erlebten Umwelt verläuft der Lernprozess zyklisch. [Staemmler, 2006]

Stile innerhalb der Lernkreislaufes wie folgt: 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

	Persönlichkeitstyp (nach Jung [Jung, 2010])	Berufliche Spezialisierung	Adaptionskompetenzen
divergierender Stil	Introvertiert, Fühlend	Künste, Kommunikation, persönliche Beratung	Einfühlungsvermögen z.B. in Beziehungen, Hilfestellungen
assimilierender Stil	Introvertiert, Intuitiv	Naturwissenschaftliche Orientierung, Forschung und Planung	geistige Fähigkeiten, Informationsanalyse und Theoriebildung
konvergierender Stil	Extravertiert, Denkend	Ingenieurswesen, Technologie, Ökonomie, technische Fähigkeiten und Problemlösungen	Entscheidungsfähigkeiten, Technologiennutzung, Zielsetzung
akkomodierender Stil	Extravertiert, Empfindend	Organisation, Management	handlungsorientierte Fähigkeiten wie Führung/ Anleitung

Tabelle 4.1: Korrelation zwischen Lernstilen und Berufen/Kompetenzen nach Kolb [Kolb, 1984], Übersetzung in [Staemmler, 2006] S. 57

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 *Aktives Experimentieren* und *Konkrete Erfahrung*. Seine Stärken liegen in der Realisierung von Aufgaben und dem Treffen von Entscheidungen. Diese Lerntyp soll typischerweise im Management zu finden sein (vgl. Tabelle 4.1).

4.2.2 Das Learning Style Inventory nach Kolb

Eng verknüpft mit der Forschung Kolbs um Erfahrungslernen und Lernstile ist das Learning Style Inventory (kurz LSI). Das LSI soll zur Überprüfung seiner Theorie des Erfahrungslernens sowie zur Erhebung von Lernstilen dienen. Das Primärziel des LSI ist es individuelle Unterschiede in den Präferenzen für verschiedene Lernmethoden identifizieren. Eine erste Version des LSI erschien im Jahr 1976 und liegt inzwischen in der dritten Version von 1999 vor. Später veröffentlichte Versionen sind leichte Veränderungen um Kritikpunkten bezüglich der Inkonsistenz der LSI-Skalen entgegenzuwirken. Im LSI werden die Probanden gebeten 12 Aussagen, welche sich mit unterschiedlichen Lernsituationen befassen zu komplettieren.[4pt] Der Teilnehmer hat dabei vier Möglichkeiten einen Satz zu beenden und erhält entsprechend Punkte für Präferenzen in den 4 Bereichen der *Konkreten Erfahrung (KE)*, *Reflektierte Beobachtung (RB)*, *Abstrakte Begriffsbildung (AB)* sowie *Aktives Experimentieren (AE)*. Diese unterschiedlichen Ergänzungen müssen in eine Rangfolge gebracht werden, in dem der Lernende seine Präferenzen für die verschiedenen Antworten angibt. Als Resultat wird der Lernende auf dem zweidimensionalen Lernstilmodell verortet. Kolb unterscheidet in diesem Modell zwischen zwei Achsen: Der abstrakt konkreten Dimension (KE-AB), sowie der aktiv-reflektierenden Dimension (AE-RB) (Vgl. Abbildung 4.1). Die Übergänge und Ausprägungen zwischen den verschiedenen Lerntypen sind dabei fließend: divergierender, akkomodierender, assimilierender und konvergierender Stil sind selten als Reinform sondern oft als Mischformen vertreten. Kolb weist darauf hin, dass das LSI nicht zur Selektion im Berufsleben genutzt werden sollte. Dabei argumentiert er, dass dieses oder ein ähnliches Inventar keine Person ganzheitlich erfassen und messen kann. Er betont insbesondere die Gefahr, dass die Lernstile im Erfahrungslernen in Form einer Fehlinterpretation als feste Persön-

lichkeitsmerkmale aufgefasst werden können und somit zu einer Stereotypisierung von Individuen und deren Verhalten führen. Das LSI ist somit ein nützliches Werkzeug, wenn Lernstile und Prozesse im Erfahrungslernen betrachtet werden sollen. Untersuchungen der neusten Version des Kolb LSI bestätigen gute Werte bezüglich der Testgütekriterien der Reliabilität und Validität [Staemmler, 2006]. So liegen bezüglich der Reliabilität die Alpha Koeffizienten bei bisherigen Studien zwischen .58 und .71 [Veres et al., 1999].

4.2.3 Bisherige Forschung im Bereich Erfahrungslernen und Game Based Learning

Kolbs Theorie des Erfahrungslernens findet in theoretischen Modellen um das Game Based Learning Anwendung. Bei der Konzeption und theoretischen Betrachtung von Lernprozessen innerhalb von DGBL Szenarios wird der Zyklus des Erfahrungslernens als grundlegendes Modell gesehen [Crookall und Thorngate, 2009, Mitgutsch, 2008, Garris et al., 2002, Freitas und Oliver, 2006]. Der Ablauf aus Erfahrung, Reflexion, Theoriebildung und Anwendung spiegelt insbesondere den gewünschten Spielablauf wieder.

Betrachten wir ein Spiel in dem der Spieler in die Rolle eines Fabrikleiters handelt. Der Spieler bekommt ein Feedback des Spiels über die aktuelle Spielsituation, wie beispielsweise der Ausfall einer Fertigungsanlage. Der Spieler reflektiert über die Spielsituation, sowie seine bisherigen Spielstrategien und bildet schliesslich eine Theorie in Form eines Erklärungsversuches. In dieser Situation kann es die Erkenntnis sein, dass Wartungsarbeiten aufgrund von Geld/Personalmangel aufgeschoben worden sind. Diese Theorie wird wiederum in weiteren Spielhandlungen erprobt in deren weiteren Verlauf sich zeigt, dass durch erhöhten Personalaufwand die Produktion stabiler läuft, der Spieler jedoch gegebenenfalls weniger Gewinn erwirtschaftet.

Wie wir sehen, ist das primäre Prinzip nach dem der Spieler in diesem Beispiel lernt, das Konzept des Erfahrungslernens. Dies kann als ein allgemeiner Repräsentant für häufige Abläufe zwischen Spieler und (Video-)Spiel gesehen werden [Gee, 2007]. In den letzten Jahren schlagen aus diesem Grund einige Autoren vor diese Verknüpfung von Lernstilen und Erfolg im DGBL genauer zu untersuchen [Crookall und Thorngate, 2009] [Freitas und Oliver, 2006]. Bis 2009 wurden Lernstile in Bezug auf Lernerfolge in digitalen Medien jedoch nur in Bezug auf virtuelle Rollenspiele [Bremer, 2000] oder den

Interaktionsgrad in Programmen zum Fernstudium betrachtet [Staemmler, 2006].

Im Jahr 2010 erschienen erste Studien die versuchten Lernstile im weiteren Sinne auf Serious Games und Lernen innerhalb von virtuellen computergestützten Szenarien zu beziehen. Lee, Wong und Fung [Lee et al., 2010] analysierten Unterschiede zwischen akkomodierenden und assimilierenden Lernstilen in der Motivation und Leistungsverbesserung bei der Durchführung einer virtuellen Sezierung eines Frosches. Dabei wurden keine Unterschiede zwischen den beiden Lernstilen gefunden. Lee betrachtete in seiner Studie jedoch die beiden Lernstile als eine absolute Unterscheidung der Lernenden und nicht nach der Stärke ihrer Ausprägung, welches einen wesentlichen Kritikpunkt an der frühen Lernstiltheorie darstellt [Staemmler, 2006]. Desweiteren wurden in diesem Szenario lediglich zwei der vier Lernstile unterschieden, welches eine weitere Differenzierung erschwert. Hsu, Wang und Huang [Hsu et al., 2010] wählten einen ähnlichen Ansatz bei der Untersuchung ihres adaptiven Lernsystems und konnten ebenfalls keine Unterschiede zwischen den Lernstilen nachweisen.

Keine der Studien untersucht jedoch ein Serious Game gestütztes Lernszenario, wie es in Kapitel 2 definiert wurde. Es fehlen Differenzierungen, nach der Stärke der Ausprägung der verschiedenen Lernstile und deren Korrelation zu Leistungszuwachs und Motivation. Folglich bietet der Bereich der Lernstiltheorie einen interessanten Ausgangspunkt für die weitere Forschung.

Wir werden im weiteren Verlauf der Arbeit verschiedene Modelle diskutieren, die unter anderem den Prozess des Erfahrungslernens in eine enge Verbindung zu dem Feedbackprozess zwischen Lerner und Spiel setzen. Für unsere Forschung wird zusätzlich zu dem Modell des Erfahrungslernens das Konzept der Metakognition von zentraler Bedeutung sein. Im folgenden Abschnitt werden die Grundlagen für das Konzept der Metakognition erläutert und in der weiteren Arbeit darauf zurückgreifen zu können.

4.3 Metakognition

Die zweite wichtige theoretische Grundlage für das Lernmodell, welches im nächsten Kapitel entwickelt wird, ist das Konzept der Metakognition. Metakognition kann übergreifend beschrieben werden, als Wissen und Denken über eigene kognitive Prozesse [Kaiser

und Kaiser, 2006]. So definiert Flavell [Flavell, 1979] Metakognition wie folgt: "knowledge concerning one's own cognitive processes and products or anything related to them". Metakognition bezieht sich insbesondere auf die Fähigkeit die eigenen gedanklichen Prozesse zu beobachten, zu bewerten und zu kontrollieren. Hierzu gehört das Setzen von Lernzielen, das Wissen über geeignete Lernstrategien, das Reflektieren und Kontrollieren des Lernprozesses. Diese metakognitiven Prozesse können unbewusst im Lernenden ablaufen. Flavell unterscheidet zwei Arten der Metakognition: Metakognitives Wissen sowie Metakognitive Empfindung.

4.3.1 Metakognitives Wissen

Metakognitives Wissen ist der Teil des Wissens, der den Realitätsbereich des Denkens betrifft. Er teilt sich in drei Variablen auf: Personenvariablen, Aufgabenvariablen sowie Strategiewariablen. *Personenvariablen* beziehen sich auf das Wissen über die eigene Person („*Ich kann einen Aufgabentyp besonders gut lösen.*“) sowie vergleichend zu anderen Personen („*Ich kann etwas besser/schlechter als eine andere Person*“). Universelle Personenvariablen hingegen beziehen sich auf Wissen um allgemeine Aspekte menschlichen Denkens. („*Das Kurzzeitgedächtnis hat nur eine begrenzte Kapazität*“). *Aufgabenvariablen* beziehen sich auf spezifische Anforderungen, die bei bestimmten Aufgaben zu erfüllen sind. Dies umfasst beispielsweise das Wissen um die Konsequenz von Defiziten und Stärken der Bearbeitung. Die dritte Kategorie metakognitiven Wissens beinhaltet das Strategiewissen. Kaiser und Kaiser [Kaiser und Kaiser, 2006] differenzieren hier zwischen kognitiven und metakognitiven Strategien. Kognitive Strategien beziehen sich auf die Fähigkeit ein gesetztes Ziel oder Zwischenziel zu erreichen. Beispiele hierfür sind Strategien zum Lösen einer Additionsaufgabe oder dem Lernen von Vokabeln. Im Gegensatz hierzu beschäftigen sich metakognitive Strategien mit der Eignung und dem Erfolg verschiedener kognitiver Strategien zur Bewältigung von Aufgaben. Eine Metakognitive Strategie wäre so beispielsweise das Überprüfen einer Additionsaufgabe, durch erneutes Zählen.

4.3.2 Metakognitive Empfindung

Metakognitive Empfindungen beziehen sich auf die Empfindung über kognitive Sachverhalte und Bemühungen. Hierzu zählt die Empfindung Lerninhalte nicht richtig Verstan-

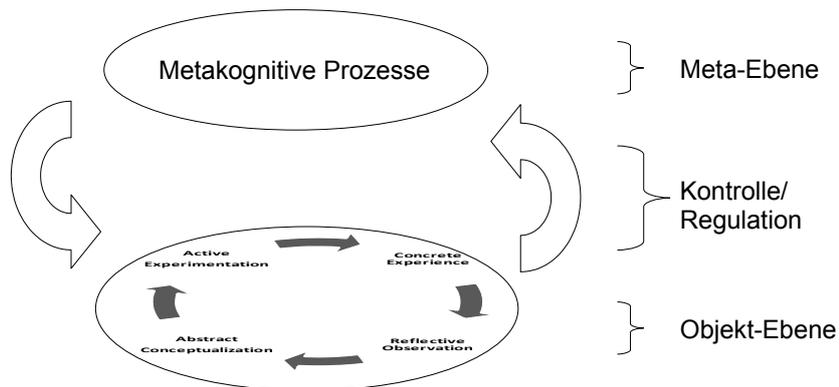


Abbildung 4.2: Model der exekutiven Kontrolle nach Nelson & Narens [Perfect und Schwartz, 2002] [Bokyeong et al., 2009]

den zu haben oder die Wahrnehmung des Nachlassens der eigenen Konzentration. Diese Empfindungen können - sofern sie reflektiert werden- zu einer tiefgehenden Verarbeitung des Problems verhelfen und das metakognitive Wissen damit erweitern [Korneli, 2008].

4.3.3 Metakognition nach Kaiser & Kaiser

Ein Modell für Metakognition wurde von Kaiser und Kaiser [Kaiser und Kaiser, 2006] auf der Grundlage von Flavell und Brown (In [Weinert, 1996]) entwickelt. Die grundlegenden Dimensionen dieses Modells sind dabei das metakognitive Wissen und die metakognitive Kontrolle. Die Dimension des metakognitiven Wissens bezieht sich auf den deklarativen Aspekt der Metakognition. Dieser beinhaltet Personen-, Strategie- sowie Aufgabenvariablen (vgl. Flavell). Die zweite Dimension der exekutiven Kontrolle umfasst die Steuerung und Kontrolle von kognitiven Prozessen. Nach dem Modell von Nelson und Narens (vgl. Abb. 4.2) kontrolliert und bewertet der Mensch seine aktuelle *Object Level* Kognition auf einem *Meta Level*.

Falls die beobachteten kognitiven Prozesse nicht ein gewünschtes Ziel erreichen, können Personen mit hohen metakognitiven Fähigkeiten ihre kognitiven Prozesse in einem gewissen Maß kontrollieren und neu ausrichten. Ein Beispiel für eine solche Situation ist das Mitverfolgen eines wichtigen Vortrages. Eine Person mit starken Metakognitiven

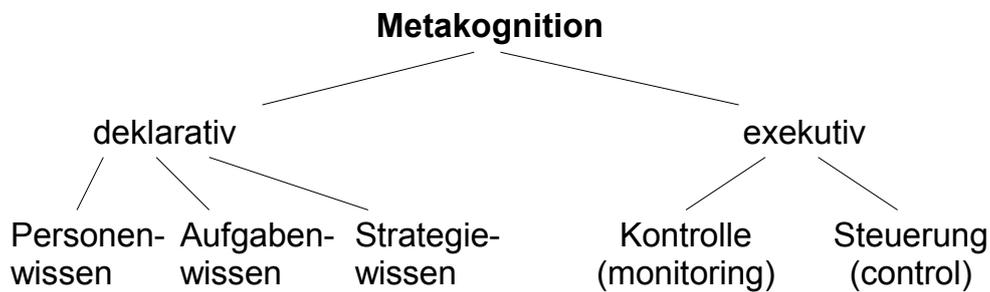


Abbildung 4.3: Dimension der Metakognition nach Kaiser&Kaiser [Weinert, 1996]

Fähigkeiten wird unbewusst kontrollieren, ob sie den Vortrag konzentriert mitverfolgt. Falls die Aufmerksamkeit nachlässt wird diese Person ihren kognitiven Prozess auf dem *Object Level* korrigieren und versuchen wieder konzentriert zuzuhören. In dem Modell für Metakognition nach Kaiser & Kaiser wird bei den exekutiven Aspekten entsprechend zwischen Kontrolle (monitoring) und Steuerung (control) von metakognitiven Prozessen unterschieden (vgl. Abb. 4.3).

4.3.4 Metakognitive Strategien

Wie aus dem Modell von Kaiser&Kaiser sowie Narens hervorgeht umfasst der exekutive Prozess der Metakognition 3 Phasen:

1. **Self-monitoring:** Beobachten der derzeitigen kognitiven Prozesse
2. **Self-evaluation:** Auswerten und überprüfen, ob diese der eigenen Zielsetzung genügen
3. **Self-planning:** Planen und ggf. Neuausrichten der kognitiven Prozesse

Um diesen exekutiven Prozess der Metakognition zu unterstützen kann der Lernende aktiv metakognitive Strategien anwenden. Metakognitive Strategien sind als zielgerichtete Aktivitäten, die den exekutiven Prozess der Metakognition unterstützen, definiert [Lane, 2007] [Bokyeong et al., 2009]. Es werden an dieser Stelle drei metakognitive Strategien

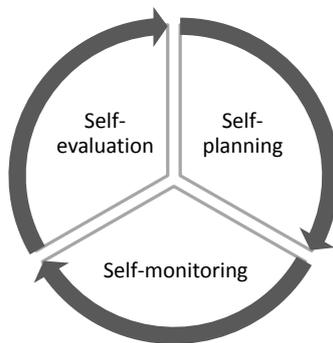


Abbildung 4.4: Kreislauf der Metakognition zwischen Beobachten, Auswerten und Neuausrichten der eigenen kognitiven Prozesse. [Bokyeong et al., 2009]

und ihre potentiellen Auswirkungen auf den metakognitiven Prozess vorgestellt. Bei der Vorstellung aktueller Studien zum Thema Metakognition und Computer Based Learning (CBL) sowie DGBL werden wir auf diese zurückkommen.

Self-recording: In der metakognitiven Strategie des Self-recording setzt sich die lernende Person bewusst Lernziele und überprüft in regelmäßigen Abständen was diese bisher bearbeitet und gelernt hat. Die lernende Person soll auf diese Weise über den Erfolg bisheriger Strategien zum Wissenserwerb reflektieren und bewerten ob diese zu einem Erfolg geführt haben [Bokyeong et al., 2009].

Modeling: Die Strategie des Modeling soll den metakognitiven Prozess des Lernenden durch Beobachtung von fremden Vorgehensweisen fördern. Im Game Based Learning kann dies durch Beobachtungen anderer Spieler geschehen.

Thinking aloud: Bei der Strategie des „Thinking aloud“(lautes Nachdenken) formuliert der Lernende seine Aktionen, Ziele und bisherigen Ergebnisse bewusst laut. Hierdurch soll der metakognitive Prozess unterstützt werden, eigene Ziele geklärt und Missverständnisse im Lernprozess vermieden werden.

4.3.5 Bisherige Forschung zu Metakognition und Digital Game Based Learning

In der Forschung um DGBL und Serious Games gilt das Konzept der Metakognition neben dem Prinzip des Erfahrungslernens als ein wichtiger Faktor für den Wissenserwerb [Lane und Hays, 2008, Susi et al., 2007, Bokyeong et al., 2009]. Wie im Abschnitt über Erfahrungslernen erläutert wurde, muss der Spieler während eines Spiels seine Aktionen und deren Ergebnisse reflektieren um seine Handeln daran auszurichten. Dies gilt jedoch nicht nur auf der Handlungs sondern auch auf der Kognitionsebene (Siehe Abbildung 4.4). Ein guter Spieler muss also nicht nur über seine Handlungen reflektieren, sondern auch über seinen bisherigen kognitiven Prozess. In Folge dessen muss er kontrollieren, ob seine kognitiven Strategien und Schlussfolgerungen innerhalb des Spieles Erfolg hatten und diese gegebenenfalls regulieren. Erfolgreiche Spieler sind dann in der Lage negative Gefühle im Verlauf des Spiels zu unterdrücken, da ihn diese zu irrationalem Handeln verleiten können.

Aus diesem Grund begünstigen hohe metakognitive Fähigkeiten den Erfolg des Spielers. Umgekehrt sollen aber auch die metakognitiven Kompetenzen durch das Spiel trainiert und gesteigert werden. An dieser Stelle möchten wir stellvertretend für diese Forschung zwei Studien, deren Ergebnisse und Rückschlüsse vorstellen. Die Studien wurden unter anderem unter dem Aspekt ausgewählt eine möglichst grosse Bandbreite an Einsatzgebieten und Evaluationstechniken aufzuzeigen.

Die erste Studie untersucht den Einsatz eines Massive Multiplayer Online (MMO) Rollenspiels im Unterricht der neunten Klasse. Hierbei wird ein Focus auf den Einsatz der metakognitiven Strategien gesetzt. Diese Studie wurde insbesondere aus dem Grund ausgewählt, weil sie die Integration eines vorhandenen Videospieles in einen schulischen DGBL Kontext zeigt. Zudem wurden hier die metakognitiven Kompetenzen der Teilnehmer indirekt durch den Einsatz von metakognitiven Strategien erfasst [Bokyeong et al., 2009].

Die zweite Arbeit betrachtet die Auswirkungen von metakognitiven Fähigkeiten im DGBL zur Vermittlung kultureller Kompetenzen. Diese werden unter anderem bei der US-Armee zur Vorbereitung von Auslandseinsätzen eingesetzt [Lane und Hays, 2008].

Metakognitive Strategien in einem Massive Multiplayer Lernszenario

In der Arbeit *Not Just Fun, But Serious Strategies: Using Meta-Cognitive Strategies in Game-Based Learning* untersuchen Kim, Park und Baek den Einsatz des koreanischen MMO im schulischen Kontext. Dabei werden 132 Schüler der neunten Klasse in einem Alter von 15 und 16 Jahren untersucht. Das Ziel der Unterrichtseinheit ist es die Prinzipien der Marktwirtschaft zu verstehen und anwenden zu können. Hierzu wurde das kommerzielle Rollenspiel Gersang [Gersang, 2002] eingesetzt. Die Spieler nahmen in Gersang die Rolle eines Kaufmanns ein und müssen Aufgaben bewältigen, um wohlhabend und erfolgreich zu werden. Das Spiel behandelte die für das Unterrichtsziel wichtigen Elemente der Inflation, Deflation, Handelsbeziehungen und das Management von Fabriken. Nach einer Einführung in das Spiel spielten die Schüler Gersang zwei mal wöchentlich für 45 Minuten über einen Zeitraum von zehn Wochen.

Die Studie wurde in einem Pre-/Post-Test Design durchgeführt: Vor Beginn der Unterrichtseinheit wurde mit den Schülern ein Test durchgeführt, welcher das Vorwissen erfassen sollte. Während der Spielphase wurden die Teilnehmer dazu aufgefordert die Anwendung von metakognitiven Strategien zu protokollieren. Nachdem die Unterrichtseinheit abgeschlossen war, wurde zur Bestimmung des Lernfortschritts ein zweiter Leistungstest durchgeführt. Um den Erfolg im Spiel messen zu können, wurde der Spielfortschritt der Teilnehmer aufgezeichnet. Die Autoren stellen die Hypothese auf, dass ein häufiges Einsetzen von metakognitiven Strategien bessere Ergebnisse im Spiel, als auch bei der Leistungsverbesserung induziert. In der Tat zeigten die Testergebnisse signifikante, mittlere Korrelationen zwischen dem Einsatz von metakognitiven Strategien und Spielleistungen sowie Leistungsverbesserungen. Insgesamt folgern die Autoren das die Strategie des Modeling bedeutend für den Lernerfolg ist (vgl. Tabelle 4.2). Leider werden keine Daten angegeben, wie stark die Lerneffekte waren. Auch fehlt ein Vergleich zu dem Lernerfolg anderer Unterrichtsszenarien mit vergleichbaren Lernzielen.

Metakognition bei der Vermittlung von Interkulturellen Kompetenzen

Lane und Hayes [Lane und Hays, 2008] untersuchten in ihrer Arbeit *Getting Down to Business: Teaching Cross-Cultural Social Interaction Skills in a Serious Game* die Spielmechaniken von zwei Serious Games und deren Einfluss auf metakognitive Effekte. Dabei

	Self-recording	Modeling	Thinking aloud
Lernfortschritt	.460**	.393**	.324**
Spielerfolg	.225*	.676**	.138

* Korrelation signifikant bei 0.01

* Korrelation signifikant bei 0.001

Tabelle 4.2: Korrelationen zwischen metakognitiven Strategien sowie Lern- und Spielerfolg [Bokyeong et al., 2009]

wurden folgendende Spiele betrachtet: Adaptive Thinking and Leadership Simulation Game (ATL), Tactical Iraqi Language and Culture Training System (TLCTS) und das Bi-Lateral Negotiation Game (BiLAT) [BiLAT, 2010]. Diese Serious Games werden bei Soldaten in der US-Armee zu Trainingszwecken eingesetzt, um kulturelle Hintergründe in den Einsatzgebieten, wie dem Irak verständlich zu machen und eine entsprechende Verhaltensregulation zu ermöglichen. Dabei ist das übergreifende Spielelement die Interaktion zwischen Spieler und Einheimischen, welche entweder vom Computer (NPC) oder von einem Trainer gespielt wurden.

In Anlehnung an den Prozess der Metakognition (Abb. 4.4) sieht Lane ein zentrales Element in der Bewertung des Spielers durch anderen Spieler oder vom Computer gesteuerte Avatare. Der Spieler muss sich im Spiel in die Rolle seines Gegenüber und dessen kulturelle Hintergründe hineinversetzen. Dabei muss er sich unter den Maßstäben anderer Kulturen bewerten, versuchen das Verhalten seines Gegenüber vorherzusagen um seinen eigenen kognitiven Prozess und sein Handeln danach auszurichten. In einer Evaluation der BiLAT Simulation [Hill et al., 2006, Lane, 2007] zeigt sich in einer Pre-/Post-Test Studie, dass sich die Leistung der Teilnehmer durch DGBL mit BiLAT signifikant verbessert. Es wurden jedoch keine Daten über die metakognitiven Fähigkeiten oder Strategien der Teilnehmer erhoben.

Schlussfolgerung

In der Forschung um DGBL und Lernprozesse wird dem Konzept der Metakognition eine hohe Bedeutung attestiert. Bisherige Studien stützen sich jedoch lediglich auf Leistungsverbesserungen in verschiedenen Anwendungsszenarien [Lane, 2007] oder das indirekte

Erfassen metakognitiver Fähigkeiten durch die Einsatzhäufigkeit metakognitiver Strategien [Bokyeong et al., 2009].

Nachdem wir nun zwei, für den Bereich des Game Based Learning, zentrale Konzepte der Metakognition und des Erfahrungslernens kennen gelernt haben werden wir uns im nächsten Abschnitt mit der Differenzierung von Spielmechaniken und ihre Auswirkungen auf die Motivation des Spielers befassen.

4.4 Motivationale Effekte im Game Based Learning

Wir haben in den letzten Abschnitten wichtige theoretische Grundlagen für die Betrachtung des Lernprozesses im DGBL vorgestellt. Wie erläutert wurde, liegt die Motivation für den Einsatz von (Video-) Spielen in der Lehre einerseits in dem durch den Spielprozess induzierten Lernprozess. Ein weiterer wichtiger Grund, den Befürworter des DGBL anführen, sind mögliche positive Auswirkungen von Videospiele auf die Motivation des Lernenden. Dabei soll DGBL an der Einsatz von Serious Games einen motivierenden Lernprozess auslösen, den der Lernende in der Rolle des Spielers freiwillig und motiviert auf sich nimmt. In diesem Abschnitt soll eine theoretische Grundlage für die Analyse von motivationalen Faktoren in Bezug auf Spielmechaniken und Game-Design Aspekten legen. Hierzu betrachten wir zunächst wichtige Konzepte der intrinsischen und extrinsischen Motivation. Im Anschluss wollen wir die Ergebnisse verschiedener Studien zu den Auswirkungen von spezifischen Spielmechaniken im DGBL auf die Motivation des Lerners vorstellen.

4.4.1 Motivation

Das Konzept der Motivation ist elementar für das Gestalten einer erfolgreichen Lernsituation [Cordova und Lepper, 1996] [Klimmt, 2004]. Mit Motivation wird hierbei die Gesamtheit von Motiven bezeichnet, die einen Menschen zu einer Handlung bewegen [Scheffer, 2004]. Eine Person mit einer starken Motivation und vielen, wichtigen Motiven zum Erreichen eines Ziels wird somit stärker nach den gesetzten Zielen streben, als eine Person, die nur über weniger oder schwächere Motive verfügt. Damit wird die Bedeutung der Motivation für das Vermitteln von Lerninhalten deutlich: Wenn eine Person ge-

genüber dem Lerngegenstand eine hohe Motivation besitzt, wird diese engagierter und letztendlich erfolgreicher lernen [Habgood, 2007]. Ein erfolgreiches Lernszenario ist so insbesondere durch eine hohe Motivation der Lernenden geprägt. Wie in Kapitel 2 erläutert wurde, nehmen in diesem Bereich (Video-)Spiele eine besondere Bedeutung ein. Das Spiel wird freiwillig und somit aus inneren Motiven durchgeführt.

Um den Begriff der Motivation genauer untersuchen zu können, differenzieren wir bei der Motivation und den Motiven des Lernenden zwischen der intrinsischen, sowie der extrinsischen Motivation.

Extrinsische Motivation

Motive, die der extrinsischen Motivation zugrunde liegen, sind von der Aussicht auf konkrete Vorteile oder Belohnungen von außen geprägt [Scheffer, 2004]. Beispielsweise kann die Motivation für das Durchführen einer Arbeit in der Aussicht auf Lohn und somit im Sichern des Lebensunterhaltes liegen. Ebenso kann sich diese Art der Motivation über ein externes Selbstverständnis und deren Motive definieren. Dazu gehört das Zugehörigkeitsmotiv welches sich beispielsweise über das Team oder das Unternehmen definiert, in welchem sich die Person befindet. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die sogenannte Internalisierung von Zielen. Personen, welche die Motive ihrer Motivation auf diesem Weg definieren, übernehmen die Ziele einer Organisation oder des Unternehmens, in dem sie beschäftigt sind. Beispielsweise engagiert sich ein Verkäufer in einem Unternehmen, weil er der Überzeugung ist, dass der Vertrieb eine wichtige Bedeutung innerhalb der Firma besitzt.

Die extrinsische Motivation kann sich über viele Motive definieren, die jedoch alle die Eigenschaft besitzen, dass sie in ihrem Ursprung von „Aussen“ und nicht aus einem inneren Verlangen der Person entstanden sind.

Intrinsische Motivation

Im Gegensatz zur extrinsischen Motivation steht die intrinsische Motivation. Kernaspekt der intrinsisch geprägten Motive ist, dass sie nicht, wie zuvor beschrieben, von aussen sondern aus dem Selbstverständnis des Lernenden definiert ist. Ein Aspekt der intrinsischen Motivation ist die sogenannte intrinsische Prozessmotivation. Ein Merkmal dieser

Motive, besteht darin, dass eine Aufgabe um ihrer selbst willen ausgeführt wird und nicht wegen äusseren Vorteilen oder Belohnungen. Dies kann beispielsweise das Spielen eines Videospiele oder eines Instrumentes sein. Eine andere Form der intrinsischen Motivation umfasst das Konzept des internen Selbstverständnisses, das sich durch innere Maßstäbe und Werte definiert. Auf diese Weise sind unter anderem Tätigkeiten motiviert, bei denen eine Person etwas nach ihren Vorstellungen „bewegen“ möchte.

Folglich haben Motive die dem Bereich der intrinsischen Motivation zugrunde liegen ihren primären Ursprung im Individuum und sind weniger durch äussere Einflüsse begründet.

Grundmotive der Motivation

Um das Konzept der Motivation besser zu verstehen und Motive für ein Handeln auch im Hinblick auf Videospiele zu erfassen, sollen die für das menschliche Handeln wichtigsten Motive - die sogenannten Grundmotive vorgestellt werden [Scheffer, 2004]. McClelland definiert in diesem 3 Grundmotive der Motivation, die einen starken Einfluss auf das Verhalten von Personen ausüben. Diese umfassen die Aspekte der Bindung, Leistung und Macht.

Bindungsmotive Bindungsmotive umfassen den natürlichen Anreiz, mit anderen Menschen einen persönlichen und verlässlichen Kontakt aufzubauen oder das Verlassenwerden und Einsamkeit zu vermeiden. Dies hat die Konsequenz, dass sich die Wahrnehmung und das Verhalten einer Person auf das Suchen, Austausch und Aufrechterhalten von Kontakten mit anderen fokussiert [Scheffer, 2004]. Im Kontext der Motivation des Spielers in Videospiele wird das Bindungsmotiv genutzt indem Teamarbeit zwischen Spielern und das Knüpfen von Kontakten belohnt werden. In den letzten Jahren sind zunehmend Spiele, deren Hauptdesignmerkmale Bindungsmotive befriedigen sehr erfolgreich. So werden technisch wenig aufwändige Spiele, die über Social Networks wie Facebook gespielt werden täglich millionenfach genutzt [Butcher, 2010].

Leistungsmotive Motive, die zur Gruppe der Leistungsmotive gehören basieren auf dem Bedürfnis komplexe, schwere oder neue Aufgaben zu meistern. Der Überlebensvorteil Dinge und Herausforderungen nicht zu vermeiden, sondern aufzusuchen und zu

kontrollieren, ist für ein Individuum Voraussetzung zur Erweiterung der eigenen Kompetenzen. Es wirken die Komponenten des Motivs *Hoffnung auf Erfolg* sowie *Furcht vor Misserfolg* [Scheffer, 2004]. In Videospielen wird diese Motivgruppe in unterschiedlichen Spielmechaniken genutzt. Die Nutzer müssen für das Erfüllen von Spielzielen Aufgaben und Hindernisse überwinden. Dabei werden sie für Fortschritte oft in Form einer Highscore oder dem Vorranschreiten einer Hintergrundgeschichte belohnt. Das Leistungsmotiv ist seit den ersten Videospielen ein zentraler Aspekt des Game-Design. Bereits frühe Spiele waren darauf bedacht den Spieler durch Highscores zu immer besseren Leistungen zu motivieren.

Machtmotive Machtmotive bilden die dritte Unterordnung der Grundmotive. Machtmotive bauen auf dem natürlichen Anreiz auf Einfluss auf andere Individuen auszuüben. Hierzu gehört das Aufsteigen in Hierarchien und das Erlangen von Prestige, Ruhm oder Reichtum.

Machtmotive werden in Videospielen oft erfolgreich ausgenutzt. In der traditionellen Spielmechanik der sog. „God Games“ wird der Spieler, in die Position eines mächtigen Herrschers oder Gottes versetzt. Auch ist es ein klassisches Spielelement den Spieler, mit dem Vorranschreiten des Spielablaufes, im Rang aufzusteigen zu lassen, welches sich in besseren Fähigkeiten, Macht oder sonstigen Spielgegenstände widerspiegelt.

4.4.2 Motivation und Digital Game Based Learning

Wenn wir Videospiele und Serious Games betrachten und deren Güte oder Erfolg bewerten, geschieht dies unter anderem unter dem Aspekt der Motivation des Spielers. Ein motivierter Spieler wird sich intensiver und ausdauernder mit dem Spiel und dessen Inhalt beschäftigen [Garris et al., 2002]. Wenn ein Serious Game den Spieler stärker motiviert, begünstigt dies einen erfolgreichen Lernprozess. Bei Betrachtung der zugrundeliegenden Motivationstheorie wird deutlich, dass Videospiele und Serious Games in erster Linie über den Aspekt der intrinsischen Prozessmotivation funktionieren [Habgood, 2007]. Der Spieler spielt ein Videospiele oder Serious Game, d.h. er beschäftigt sich freiwillig um seiner selbst willen mit dem Ablauf und den Regeln des Spiels. Die primäre Motivation steht also nicht in dem Erwerb von Gütern, die außerhalb des Spieles von

Bedeutung sind. Wie in diesem Abschnitt angedeutet wurde, machen sich erfolgreiche Spielmechaniken zudem die drei Grundmotive der Leistung, Macht und Bindung zu nutze, um den Spieler zu motivieren. Im Anschluss werden grundlegende Attribute eines Spiels auf Wirkweisen bezüglich der vorgestellten Grundmotive der Motivation und des Lernerfolgs betrachtet.

4.5 Game-Design Attribute und ihre Auswirkungen auf Motivation und Lernprozess

In den letzten Abschnitten wurden die theoretischen Grundlagen für eine differenzierte Untersuchung von Serious Games und DGBL Szenarien gelegt. In diesem Abschnitt werden verschiedene Game-Design Attribute und ihre Auswirkungen mit Hilfe verschiedener Studien betrachtet.

Obwohl in der Forschung ähnliche Sichtweisen bezüglich einiger Spiel-Characteristica etabliert sind, existieren verschiedene Theorien bezüglich grundlegender und notwendiger Spielattribute. Felix and Johnson [Felix und Johnson, 1993] nehmen an, dass ein Spiel durch vier Elemente beschrieben wird: Dynamische Grafik, Interaktivität, Regeln und ein gegebenes Ziel. Malone und Lepper (In [Gorsline, 1980]) führen hingegen Herausforderung, Fantasy, Neugier und Control als elementare Spielattribute an, während Thiagarajan [Thiagarajan, 1999] Conflict, Closure, Control, Contrivance als notwendige Komponenten eines Spiels sieht.

In einer Arbeit von 2001 untersuchten Garris und Ahlers verschiedene Spielattribute und fassten sechs Attribute zusammen, die insbesondere für das Lernen mit Hilfe von Videospielen wichtig sind [Garris et al., 2002] . Rules/Goals, Fantasy, Challenge, Mystery, Control, Sensory Stimuli. In der Studie von Garris und Ahlers hatten diese Attribute zudem einen signifikanten Einfluss auf das Gefühl des Spielens und sie bildeten die Grundlage für verschiedene Untersuchungen über den Einsatz von Videospielen in der Lehre [Garris et al., 2002] [Freitas S., 2006] [Wilson et al., 2009]. Da im Verlauf dieser Arbeit ein konkretes DGBL Szenario konzipiert wird und dessen Auswirkungen untersucht werden, ist es zunächst wichtig, diese Attribute zu klären und ihren Einfluss auf den Lernprozess und das Spielerleben zu erläutern.

4.5.1 Fantasy

Eine Grundeigenschaft von (Video-)Spielen ist, dass diese getrennt von dem tatsächlichen Leben in einer eigenen Realität ablaufen. Es hat zur Folge, dass Tätigkeiten innerhalb des Spiels keinen Einfluss auf die äussere Welt besitzen. Dies gilt auch umgekehrt: Innerhalb eines Spiels haben Dinge ausserhalb des Spiels keinen direkten Einfluss [Garris et al., 2002]. Malone und Lepper definieren *Fantasy* Attribute als Eigenschaften, die beim Spieler „metal images of physical or social situations that do not exist“ (In [Snow und Farr, 1987] S. 240) hervorrufen. Einige Studien zeigen, dass die Einbettung von Spielen und Spielanweisungen einen positiven Effekt auf die Lernergebnisse und das Interesse der Spieler hat [Parker und Lepper M., 1991, Cordova und Lepper, 1996]. *Fantasy* erlaubt es dem Spieler in fiktiven Situationen, verschiedene Rollen und Problemlösungen zu testen, die in der realen Welt nicht oder nur schwierig möglich wären. Sein Handeln hat keine Konsequenzen in der Realität, welches zugleich einen angstfreien und konstruktiven Lernprozess fördert. Das Spielattribut *Fantasy* kann auf vielfältige Weise motivierend genutzt werden: Wenn der Spieler die Rolle eines mächtigen Herrschers bekleidet werden die Grundmotive der Macht angesprochen. Falls die Interaktion mit anderen fiktiven Personen im Vordergrund steht, können zudem Bindungsmotive wirken.

Rieber unterscheidet hier zwischen exogener und endogener Fantasy [Rieber, L., 1996]. Die exogener Fantasy ist „künstlich“ über den Lerninhalt gelegt und hat keinen direkten Bezug zu diesem. Ein Beispiel hierfür ist das Spiel *Zombiedivision*, bei dem Schüler die in einem Videospiel die *Division* erlernen sollen, während sie durch das Lösen von Aufgaben Monster und Zombies töten [Habgood, 2005]. Ein solches Szenario hat die Möglichkeit Schüler mehr zu motivieren, als eine Seite voller Bruchrechenaufgaben es hat jedoch keinen tatsächlichen Bezug zum Lerninhalt.

Im Gegensatz dazu steht die endogene Fantasy, welche sich über ihren tatsächlichen Bezug zum Lerninhalt definiert. In dem Serious Game *Global Conflicts: Palestine* soll der Spieler ein Bewusstsein für Ursachen und Probleme im israelisch/palästinensischen Konflikt lernen, während er die Rolle eines Reporters im Krisengebiet einnimmt [Buch und Egenfeld-Nielsen, 2007] [Global Conflicts Palestine, 2007]. Rieber folgert aus dem Bezug von endogener Fantasy und Lerninhalt, dass diese ein erfolgreichere Motivation für den

Lerninhalt schaffen kann als eine auf den Inhalt aufgesetzte *exogene* Fantasy [Rieber, L., 1996].

4.5.2 Rules/Goals

Obwohl der Kontext eines Spiels nicht den Regeln der Realität unterworfen ist, sind feste Regeln und Handlungsmöglichkeiten innerhalb des Spiels notwendig. Die Regeln des Alltags werden zugunsten spielinterner Regeln außer Kraft gesetzt [Garris et al., 2002]. Die Regeln eines Spiels geben somit auch mögliche Ziele des Spielverlaufs vor. Klare und fordernde Spielziele fördern die Leistung innerhalb des Spiels und mögliche Lernleistungen. (Vgl. [Locke und Latham, 1990]) Dies wird insbesondere deutlich, da klare Ziele in der Lage sind das Grundmotiv der Leistung anzuregen.

Einschränkend ist festzustellen, dass Regeln, wenn sie motivierend wirken sollen, auf der einen Seite klare Ziele vorgeben und andererseits die Handlungsmöglichkeiten des Spielers nicht zu stark einengen sollten, damit ein variantenreicheres Spiel ermöglicht wird. Regeln und konkrete Ziele sprechen die Leistungsmotive eines Spielers an, indem sie Herausforderungen (vgl. Challenge Attribute) schaffen und durch verschiedene Lösungsmöglichkeiten die Neugier des Spielers begünstigen.

4.5.3 Sensory Stimuli

Bei der Betrachtung der Fantasy und Rules Eigenschaften eines Spiels wird deutlich, dass Spielen auch das Akzeptieren einer anderen spielinternen Realität erfordert. Mallone und Lepper führen an, dass visuelle, akustische und andere Reize, die neu und ungewöhnlich für Spieler sind, zusätzlich motivieren [Snow und Farr, 1987]. Ein Bedürfnis nach neuen sensorischen Reizen - *sensory disorder* [Crookall und Arai K., 1995] - soll befriedigt werden, wie dies unter anderem in Vergnügungsparks und Achterbahnen geschieht. Ansprechende Animationen und Grafiken sollen hierbei Spieler verstärkt motivieren. So wurde in einer Studie festgestellt, dass Spiele und Programme mit dynamischen Grafiken von Studenten bevorzugt wurden [Rieber, L., 1996].

4.5.4 Challenge

Wie wir schon bei der Analyse der Grundmotive gesehen haben, streben Individuen danach schwierige Aufgaben und Herausforderungen zu lösen. Ein wichtiges Element in Videospielen ist, eine Herausforderung zu schaffen, die für den Spieler optimal ist. Die Herausforderung kann dabei zwischen Spieler und Spiel oder zwischen mehreren Spielern stattfinden. Bei geringer Herausforderung und Unterforderung des Spielers, wird dieser gelangweilt das Interesse verlieren. Überfordert ein Spiel den Spieler jedoch, wird er sich nach einiger Zeit frustriert abwenden [Schell, 2008]. Ein Spiel, dass in seinem Verlauf den Schwierigkeitsgrad und die Herausforderung steigert, kann sich besser an das Fähigkeitsniveau des Spielers anpassen. Während sich dies in Spielen gegen den Computer (PVE) noch relativ einfach darstellt (Beispielweise durch die Implementierung verschiedener Schwierigkeitsgrade), finden in Spielen gegen reale Gegner (PVP) in den letzten Jahren vermehrt Systeme zum Umgehen diesen Problems Anwendung. Dies kann durch ein Bewertungssystem realisiert werden, welches bevorzugt Spieler mit ähnlichen Fähigkeiten gegeneinander antreten lässt. (Vgl. [Quake Live, 2009] [League of Legends, 2009])

4.5.5 Mystery

Nach Malone und Lepper ist Neugierde ein wichtiger Faktor für das Auslösen eines Lernprozesses [Snow und Farr, 1987]. Insbesondere ist die Neugier durch Leistungsmotive gekennzeichnet, welche ähnlich dem Bewältigen von Herausforderungen die Weiterentwicklung eines Individuums fördert. Neugierde ist für den Menschen ein wichtiger Faktor, zum besseren Verständnis seiner Umwelt. Man unterscheidet zwei Arten von Neugier: Sensorische, die auf neue sensorische Reize aus ist und kognitive Neugier, die ein Streben nach Wissen beinhaltet.

Der Game-Design Aspekt der *Mystery* zielt darauf ab, die Neugier bei Spielern zu wecken. Hierzu gehören Elemente wie Unvorhersagbarkeit, überraschende Ereignisse, unvollständige Informationen und Inkonsistenzen zwischen Erlebten und eigenen Erfahrungen. Wie bei der Challenge Eigenschaft ist es auch hier das richtige Maß wichtig [Snow und Farr, 1987] [Garris et al., 2002]. Zu komplexe Sachverhalte und Überraschungen führen zu Verwirrung, während zu leicht vorhersagbare, einfache, Sachverhalte nur wenig Neugier

beim Spieler wecken. Während das Auslösen von einem Ungleichgewicht zwischen Erfahrung und Erlebten somit nicht nur die Motivation des Spielers erhöht, ist sie auch der Auslöser von Lernprozessen wie dem Erfahrungslernen [Kolb, 1981].

4.5.6 Control

Control Eigenschaften beziehen sich auf das Steuern und Leiten von Prozessen. In einem (Video-)Spiel kann sich dies beispielsweise auf die Kontrolle von Einheiten oder Steuern eines Rennwagens beziehen. Motivation wird hier hauptsächlich über Macht und Leistungsmotive erreicht: Machtmotive, da virtuelle Personen und Gegenstände nach dem Willen des Spielers beeinflusst werden. Leistungsmotive, da durch die Kontrolle von Gegenständen dem Spieler das Gefühl gegeben wird etwas bewirken zu können.

Studien über das Control Attribut eines Spieles belegen, dass sowohl die Motivation als auch der Lernerfolg mit steigenden Handlungsmöglichkeiten innerhalb des Spiels zunehmen. Beispielsweise wurde dies in einer Studie von Cordova und Lepper untersucht, die eine signifikante Motivationszunahme der Lernenden mit steigendem Einflussgrad auf das Spiel belegt [Cordova und Lepper, 1996].

4.6 Zusammenfassung: Studien zum Zusammenhang von Spielattributen und Lernerfolgen

Die Betrachtung von Lernerfolgen, Spielattributen und Lernvorgängen wurde in den letzten Kapiteln durch Beispiele im DGBL unterstützt. An dieser Stelle sollen die wichtigsten untersuchten Spiele und DGBL Szenarien in Abhängigkeit von ihren Ergebnissen und den zuvor definierten Design-Attributen zusammengefasst werden. Hierzu werden Spiele und Lernszenarien von Americas Army, ELECT BiLAT, Gersang sowie dem Flugsimulator X-Plane vorgestellt. Mit der Auswahl der Studien soll eine möglichst grosse Bandbreite von Spielmechaniken, Einsatzgebieten und Lernzielen vorgestellt werden, um eine möglichst gute Übersicht zu geben. In Kapitel 5 Tabelle 5.1 wird zudem ein umfangreicher Überblick über weitere Studien und eine Einordnung der Ergebnisse gegeben.

Game-Design Attribut	Spielmechaniken	Dominierende Grundmotive
<p>Fantasy Versetzen des Spielers in fiktive und ungewöhnliche Rollen bzw. Situationen.</p>	<p>Im DGBL beschreibt endogene Fantasy die feste Verknüpfung von Spielmechaniken und Lerninhalt. Exogene Fantasy beschreibt deren Unabhängigkeit: Der Lerninhalt wird austauschbarer.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Machtmotive • Bindungsmotive
<p>Sensory Stimuli Sensorische Reize wie Grafik oder Sound.</p>	<p>3D-Grafik, Animationen, Alternative Steuerungskonzepte, Soundeffekte und haptisches Feedback sind in der Lage Immersion und Motivation zu erhöhen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Leistungsmotive
<p>Rules/Goals Regeln und Ziele innerhalb des Spiels.</p>	<p>Regeln des Alltags werden zugunsten spielinterner Regeln ausser Kraft gesetzt. Eindeutige und fordernde Spielziele sowie Siegbedingungen erhöhen die Motivation des Spielers.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Leistungsmotive
<p>Challenge Herausforderungen an den Spieler.</p>	<p>Um Spielziele zu erreichen muss der Spieler Hindernisse überwinden. Ein zu hoher Schwierigkeitsgrad kann zu Überforderung und Frustration führen. Ist die Anforderung hingegen zu niedrig kann der Spieler das Interesse verlieren.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Leistungsmotive • Machtmotive

Tabelle 4.3: Game-Design Attribute und motivationale Faktoren

Game-Design Attribut	Spielmechaniken	Dominierende Grundmotive
<p>Mystery Weckung von Neugier beim Spieler.</p>	<p>Unvorhersagbarkeit von Spielereignissen, Unvollständigkeit von Informationen im Spiel, Inkonsistenzen zwischen Erlebtem und eigenen Erfahrungen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Leistungsmotive
<p>Control Steuern und Leiten von Prozessen.</p>	<p>Kontrolle über nicht alltägliche Objekte wie bspw. Rennwagen, Städte etc.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Machtmotive • Leistungsmotive

Tabelle 4.4: Game-Design Attribute und motivationale Faktoren (Fortsetzung)

4.6.1 Americas Army

Das Videospiel *Americas Army* ist kostenloses Multiplayer-/Onlinespiel, das 1999 im Auftrag der United States Army produziert wurde. Bei diesem Spiel standen der Werbe- und der Rekrutierungszweck im Vordergrund vor Trainings- und Ausbildungszwecken [Americas Army, 2002]. Entsprechend will *Americas Army* dazu beitragen unter jungen Menschen eine positive Stimmung gegenüber der US-Armee aufzubauen und so den Beruf des Soldaten attraktiver zu gestalten. *Americas Army* wurde kontinuierlich weiterentwickelt. Die Entwicklungskosten betragen über 33 Millionen Dollar [Welch, 2009]. Aktuell hat *Americas Army* die Version 3 erreicht, welche am 17 Juni 2009 veröffentlicht wurde [White, J., 2006]. Spieler die besonders gute Leistungen innerhalb des Spieles zeigen werden zudem von der US Armee zum Zweck der Rekrutierung angeschrieben [Welch, 2009]. Aufgrund dieses Einsatzgebietes erregte *Americas Army* große Aufmerksamkeit und wurde in den Medien kontrovers diskutiert [FAZ, 2006, Spiegel, 2002, White, J., 2006].

Aufgaben des Spielers

Innerhalb des Spiels treten an virtuellen Kriegsschauplätzen zwei Teams gegeneinander an, um Aufgaben wie das Sichern oder Erobern eines Waffenlagers zu erfüllen. Der Spieler übernimmt dabei die Rolle eines Soldaten und erlebt das Spiel aus Sicht der ersten Person (First Person Shooter). Eine Besonderheit von *Americas Army* ist, dass der Spieler und dessen Team immer auf der Seite der US Armee kämpft, unabhängig in welchem Team er sich befindet. Dies hat zur Folge, dass der Spieler und seine Kameraden als US Soldaten visualisiert werden und das gegnerische Team immer als Terroristen oder Aufständische dargestellt wird. Ein Spieler des gegnerischen Teams sieht sich selbst jedoch auch als ein Mitglied der US Steitmacht und seine Gegenspieler wiederum als Terroristen an. Innerhalb des Spiels wird die Spielleistung mit Hilfe von sogenannten *Courage Points* bewertet, so erhält er pro Spiel eine gewisse Anzahl an Punkten in Abhängigkeit von seinen Spielerfolgen. Diese bestehen unter anderem aus dem Ausschalten eines Gegners oder dem Erfüllen eines Missionsziels.



Abbildung 4.5: Screenshot: Americas Army [AmericasArmy, 2002]

Spielattribute

Die Spielziele fördern das **Challenge** Attribut des Spiels: Zum einen muss das Team des Spielers gegen ein anderes bestehen, zum anderen wird jeder Spieler anhand seiner bisher erlangten *Courage Points* in einer globalen Rangliste bewertet. Die Ziele sind dabei klar gesetzt und ihre Erfüllung wird direkt belohnt, entsprechend des Attributs der **Rules/Goals** entspricht. In *Americas Army* nimmt der Spieler die Rolle eines US Soldaten ein und erlebt fiktive Situationen ausserhalb seines Alltags (**Fantasy**). Durch ansprechende Grafiken und Sounds werden die Reize des Spielers angesprochen werden (vgl. **Sensory Stimuli**)

Studienergebnisse

Studien haben gezeigt, dass die Lernergebnisse des Spiels von den Vorkenntnissen und den Erfahrungen der Lernenden mit ähnlichen Spielen abhängen. Dies hat zur Folge, dass erfahrene Spieler besser und schneller in der Lage sind neue Spielinhalte aufzunehmen und zu verinnerlichen. Zudem neigen geübte Spieler dazu, mehr Zeit mit dem Spiel zu verbringen [Belanich et al., 2004]. Eine weitere Untersuchung bezüglich der Lernerfolge durch Anweisungen innerhalb des Spiels zeigte, dass insbesondere prozeduales

Wissen besser verinnerlicht wurde als deklaratives Faktenwissen. Zudem zeigte sich, dass die Versuchspersonen gesprochene und durch Grafiken dargestellte Informationen besser wiedergeben konnten, als solche die nur auf Text basieren. Innerhalb des Spiels gaben die Teilnehmer an, dass die Faktoren der Challenge sowie Control einen motivierenden Einfluss auf sie hatten [Belanich et al., 2004]. Bei Betrachtung des Einsatzgebietes von *Americas Army* - dem Werben von Rekruten - stehen die kognitiven Lernziele in Form von Fakten oder Strategiewissen jedoch im Hintergrund, da in erster Linie eine positive Haltung gegenüber der U.S. Armee geschaffen werden soll. Zur Erfüllung dieses affektiven Lernziels, dem Verbessern des Ansehens und dem Erhöhen der Rekrutierungsquote stehen keine öffentlichen Daten zur Verfügung.

4.6.2 ELECT BiLAT

Ein anderes Beispiel für den Einsatz eines im Auftrag der US Armee entwickelten Serious Game ist *ELECT BiLAT* (Enhanced Learning Environments with Creative Technologies for Bi-lateral negotiations). Im Spiel sollen Umgangsformen und Bräuche anderer Kulturen erlernt und trainiert werden. Das Haupteinsatzgebiet bildet die Ausbildung von U.S. Soldaten zur Vorbereitung auf einen Einsatz im mittleren Osten. [Hill et al., 2006, Lane und Hays, 2008, BiLAT, 2010].

Aufgaben des Spielers

Der Spieler nimmt im Spiel die Rolle eines Offiziers der U.S. Army ein, welcher eine Reihe von bi-lateralen Projekten führen soll und dabei mit der einheimischen Bevölkerung in Kontakt treten muss. Alle virtuellen Missionen und Aufgaben sind mit Berücksichtigung des jeweiligen kulturellen Kontext zu lösen. So soll der Spieler in einem Abschnitt verstehen warum ein von den Amerikanern konzipierter Marktplatz nicht genutzt wird oder mit lokalen Anführern verhandeln. Falsche Antworten oder Entscheidungen können die Verhandlungen negativ beeinflussen oder zu deren Scheitern führen. Ein Dialog läuft dabei wie folgt ab: In einem Menü wählt der Spieler eine Antwort, Frage oder Aktion aus auf die der Verhandlungspartner reagiert. Dieser wird durch einen Avatar repräsentiert und (siehe Abb. 4.6) zeigt unterstützt von einer Sprachausgabe die entsprechende Reaktion, an der sich erkennen lässt wie dieser die Aktion des Spielers bewertet. Dabei spielt



Abbildung 4.6: Screenshot: ELECT BiLAT [BiLAT, 2010]

insbesondere die Variable des „Vertrauens“ beim virtuellen Gegenüber eine Hauptrolle und stellt eine Bewertung der zwischenmenschlichen und interkulturellen Fähigkeiten dar. Zudem ist die Variable „Vertrauen“ als einzige für den Spieler sichtbar und dient als Rückmeldung über den derzeitigen Spielerfolg. Jeder Charakter hat dabei eigene Vorlieben und erfordert andere Herangehensweisen. In einer ersten Trainingseinheit der sogenannten „*tutoring session*“ bekommt der Spieler Hinweise, warum sein Verhalten zu einem Erfolg oder Misserfolg geführt hat [Lane und Hays, 2008]. (Bspw. „Alkohol wird im Allgemeinen in Arabischen Ländern nicht akzeptiert.“)

Spielattribute

Ähnlich wie bei *Americas Army* versetzt das Serious Game den Spieler in eine neue Rolle und eine unbekannte Umgebung. Dieses entspricht zum einen dem **Fantasy** Attribut, zum anderen soll durch das Erforschen einer neuen Kultur Neugier beim Spieler geweckt werden, welches dem **Mystery** Attribut entspricht. Das Element der **Challenge** wird durch klare Aufgaben und eine Highscore in Form der Vertrauensanzeige geschaffen. Im Gegensatz zu *Americas Army* wird kein Wettbewerb zwischen Spieler oder virtuellen Mitspielern gefördert. Im Gegenteil: Der Spieler soll Konflikte möglichst harmonisch mit

Rücksicht auf alle Parteien lösen. Das Challenge Attribute kann zur friedlichen Lösung von Konflikten motivieren. Dies ist ein wichtiger Faktor, wenn die gesetzten Ziele des Spiels betrachtet werden sollen. Obwohl beide Serious Games im Bereich der U.S. Armee Anwendung finden, sind die Ziele sehr unterschiedlich: *Americas Army* will durch die Darstellung von Kampfeinsätzen Begeisterung bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen für den Dienst in der Armee schaffen, während *ELECT BiLAT* soziokulturelle Kompetenzen zur friedlichen Konfliktlösung vermitteln soll. *ELECT BiLAT* zielt zum einen auf den Erwerb von kognitiven Wissen über Regeln und Strategien im Umgang mit verschiedenen Kulturen, zum anderen auf affektive Lernziele, da das Bewusstsein für interkulturelle Konflikte geschärft werden soll.

Studienergebnisse

Die erste Studie von Lane und Hays [Lane und Hays, 2008] zu *ELECT BiLAT* untersucht den Einfluss von unterschiedlichen Coaching Methoden zum Verhalten innerhalb des Spiels. Die erste Gruppe bekam lediglich ein Video mit einem perfekten Spieldurchlauf gezeigt, die zweite Gruppe spielte *BiLAT* und bekam zwischen den Spielabschnitten in Gesprächsrunden Feedback zu ihren Strategien, während die dritte Gruppe zusätzlich während der Trainingseinheit von einem aktiven Tutor unterstützt wurde. Im Anschluss mussten alle drei Gruppen ein spezifisches Szenario innerhalb des Spiels lösen und einen Fragebogen zu dem Spiel beantworten. Die Ergebnisse der Studie zeigen einen signifikanten Wissenszuwachs über alle Gruppen. Teilnehmer die von einem aktiven Trainer begleitet wurden, erzielten bessere Resultate als die übrigen Gruppen. Dieser Unterschied ist jedoch nicht signifikant. Eine zweite Untersuchung [Hill et al., 2006] zu *BiLAT* fokussiert sich auf den Aspekt der Metakognition, da das Reflektieren eigener Handlungen und Denkmuster wichtig für das Erreichen der affektiven Lernziele ist. Hierzu analysiert er speziell die Spielmechaniken, die Feedback zu den Handlungen des Spielers bereitstellen. Lane stellt die Frage, welches Feedback für die Förderung metakognitiver Prozesse im DGBL am besten ist. Er folgert unter anderem, dass es für zukünftige Fragestellungen von Bedeutung ist, welche Auswirkungen Feedback, welches den Nutzer vom aktuellen Spielverlauf ablenkt, auf den Lernprozess besitzen kann.

4.6.3 Digital Game Based Learning in einem Massive Multiplayer Online Szenario: Gersang

Im Gegensatz zu *Americas Army* und *BiLAT* ist das Massive Multiplayer Online Rollenspiel (MMORPG) *Gersang* (koreanisch für „Wohlhabender Händler“) als Videospiele und nicht als Serious Game konzipiert. Da das Game-Design von *Gersang* die Anwendung elementarer Elemente und Prinzipien einer Marktwirtschaft beinhaltet, wurde es 2008 in einer Unterrichtseinheit zum Verstehen und Erlernen der Prinzipien einer Marktwirtschaft eingesetzt.

Genre typisch übernimmt der Spieler die Rolle eines virtuellen Charakters in einer konsistenten Spielwelt, in der sich zur gleichen Zeit tausende Spieler bewegen können. Aus diesem Grund können in MMORPGs wie *Gersang* komplexe marktwirtschaftliche Zusammenhänge wie Inflation/Deflation oder das Zusammenspiel von Angebot und Nachfrage realitätsnah simuliert werden [Gersang, 2002] [Bokyeong et al., 2009].

Aufgaben des Spielers

Das Spiel versetzt den Nutzer in die Rolle eines Kaufmanns in dem wirtschaftlichen Umfeld einer Fantasy Welt, die im Asien des 19. Jahrhunderts angesiedelt ist. Innerhalb dieser virtuellen Welt hat der Spieler die Aufgabe möglichst wohlhabend und mächtig zu werden. Um dies zu erreichen, kann er unter anderem Aufträge von *Nicht Spieler Charakteren* (NPC) annehmen oder sich mit anderen Spielern bekämpfen. *Gersang* gliedert sich dabei in zwei Unterbereiche: In dem Wirtschaftsszenario verbessert sich der Spieler durch Produktion und Handel. Im Kampfszenario hingegen kämpfen die Spieler untereinander um bessere Spielgegenstände. (Vgl. Abbildung 4.7)

Spielattribute

Grundbestandteil des Spiels und typisch für das Genre der MMORPGs ist die Erkundung einer persistenten Fantasywelt in der Rolle eines immer mächtiger werdenden Charakters. Die Erkundungen fördern die natürliche Neugier des Spielers, in bisher unbekannte Bereiche der virtuellen Welt vorzustößeln und Schätze oder besonders gute Ausrüstungsgegenstände zu erlangen. MMORPGs und speziell *Gersang* machen auf diese Weise insbesondere von den Spielmechaniken der **Mystery** und **Fantasy** gebrauch, die nach



Abbildung 4.7: Screenshot: Gersang [Gersang, 2002]

Garris [Garris et al., 2002] das Lernen im Spiel fördern. Gleichzeitig steht jeder Spieler gleichzeitig mit bis zu mehreren tausend Spielern in Konkurrenz. Die virtuelle Welt von Gersang ist wie in den meisten MMORPGs persistent. Dies hat zur Folge, dass sich die Welt und Mitspieler weiterentwickeln, auch wenn der Spieler nicht innerhalb des Spieles aktiv ist. Auf diese Weise wird das Spielattribut der **Challenge** ausgenutzt und der Spieler ermutigt, so viel Zeit wie möglich in das Spiel zu investieren um besser als andere inaktive Spieler zu werden oder mit aktiveren Spielern mithalten zu können. Durch die Entwicklung der Spielfigur und dem Aufbauen eines Wirtschaftsimperiums ist der Spieler in der Lage innerhalb des Spieles Macht auszuüben und Dinge wie z.B. Fabriken oder seinen Kämpfer zu kontrollieren (Vgl. **Control**). Die Spielattribute der **Rules/Goals** sind so gestaltet, dass sie dem Spieler mehr Freiräume lassen. Dieser kann entscheiden, ob er sich vorrangig über den Aspekt des Kampfes oder das Handeln mit Gütern verbessern will. Der Spieler setzt sein Ziel selbst: Möchte er einen möglichst hohen sozialen Status innerhalb der Spielergemeinschaft genießen oder will er, als einzelne Person, einen möglichst großen Reichtum an virtuellen Gütern anhäufen.

Studienergebnisse

Das DGBL Szenario mit dessen Hilfe Schüler der neunten Klasse die Prinzipien der Marktwirtschaft erlernen sollten, setzte *Gersang* begleitend zum Unterricht mehrmals die Woche ein. Die Auswertung sollte insbesondere die Auswirkungen von metakognitiven Strategien auf den Leistungszuwachs der Schüler untersuchen. Die Lernziele umfassten dabei das Wissen von Fakten über die Marktwirtschaft (deklaratives Wissen) und um Konzepte der Marktwirtschaft mit deren Verallgemeinerung, Theorie und Anwendung (prozeduales und kontextuelles Wissen) [Bokyeong et al., 2009]. Mit dem Einsatz von *Gersang* sollen folglich in erster Linie kognitive Lernziele vermittelt werden. Die Verbesserung der Schüler, welche mit einem Pre-/Posttest erfasst wurde, wurde im Anschluss mit der Anzahl der Anwendungen von metakognitiven Strategien korreliert. Es zeigte sich, dass Schüler die metakognitive Strategien, wie das bewusste Formulieren von Gedanken und Strategien, häufig verwendeten, signifikant besser als ihre Mitschüler bezüglich der Spiel- und der Testergebnisse abschnitten.

Das Konzept der Metakognition und das Fördern metakognitiver Fähigkeiten, kann als wichtiger Aspekt innerhalb des von DGBL Szenarien ausgelösten Lernprozesses gesehen werden. Die Autoren ziehen aus den signifikanten Verbesserungen aller Schüler den Schluss, dass der Einsatz von kommerziellen Videospiele in DGBL Szenarien in geeigneten Szenarien sinnvoll und erfolgreich sein kann.

4.6.4 DGBL mit X-Plane zur Ausbildung von Piloten

X-Plane ist ein Flugsimulator, der sich durch einen besonders hohen Realitätsgrad auszeichnet und unter Windows, Linux und Mac OS X ausgeführt werden kann. Hierbei versucht *X-Plane* sämtliche Parameter eines Flugzeuges physikalisch genau zu simulieren und ermöglicht dem Spieler viele Flugzeugtypen von Senkrechtstartern über Personen- und Modellflugzeuge bis hin zu Raumschiffen, wie dem Space Shuttle zu steuern. Der hohe Realitätsgrad von *X-Plane* zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass er als einziger Flugsimulator des Massenmarktes von der amerikanischen Bundesluftfahrtbehörde zur Ausbildung von Linienpiloten zugelassen ist. [X-Plane, 1994].



Abbildung 4.8: Screenshot: X-Plane [X-Plane, 1994]

Aufgaben des Spielers

Im Gegensatz zu den bisher vorgestellten DGBL Szenarien handelt es sich bei X-Plane um kein klassisches Videospiel, sondern vielmehr um eine Simulation, da die Spielmechanik primär auf Realitätsnähe und weniger auf Spielspass ausgelegt ist. Aus diesem Grund verfügt X-Plane nicht über Missionen sondern um frei wählbare Szenarien in denen der Spieler konkrete Aufgaben erfüllen kann. Dies kann zum Beispiel das Landen eines Helikopters auf einer Ölplattform oder der Wiedereintritt eines Space Shuttels in die Erdatmosphäre sein. Der Spieler ist also gefordert sich seine Ziele im Rahmen der von X-Plane simulierten Welt selbst zu setzen [X-Plane, 1994] [Proctor und Bauer, 2007].

Attribute

Durch das freiwillige Setzen von Zielen und dem Bereitstellen einer für den Spieler erkundbaren Welt, mit ca. 33.000 Flughäfen und zahlreichen Flugzeugen, motiviert X-Plane weniger durch das Attribut der **Goals**, sondern durch Mechaniken des **Mystery** Attributes. Im Vergleich zum MMORPG *Gersang* werden dem Spieler mehr Freiheiten und innerhalb der simulierten Umgebung weniger feste Spielregeln gegeben.

Durch das Fehlen von klar definierten Zielen oder eine Highscore ist der Spieler gefordert

sich seine Ziele selbst zu setzen. So kann dieser den Umgang mit speziellen Flugzeugtypen oder Situationen üben. Durch den hohen Realitätsanspruch kann *X-Plane* zum einen mit dem **Control** Attribut motivieren, da der Spieler realitätsnahe Maschinen kontrolliert, welches nicht in seinem Alltag möglich wäre. Zum anderen setzt die Simulation auf das **Challenge** Attribut, da der Spieler gefordert ist seine Ziele trotz der komplexen realitätsnahen Steuerung zu erreichen. Es kann also Abhängig von unserer Definition eines DGBL Szenarios zur Diskussion gestellt werden in welchem Maße es sich bei der Schulung mit *X-Plane* um ein Videospiel handelt. Wie in Kapitel 2 angemerkt wurde, können Simulationen, falls ein Spieler sie aus einer intrinsischen Motivation heraus durchführt, gespielt werden und somit den Anspruch eines DGBL Szenarios erfüllen.

Ergebnisse der Studie

Proctor untersuchte in einer Studie [Proctor und Bauer, 2007] in wie weit ein Training von ausgebildeten Helikopter Piloten mit *X-Plane* erfolgreich ist. In diesem Szenario sollte speziell das Verhalten in Gefahrensituationen, wie das Fliegen bei starken Luftturbulenzen, trainiert werden. Diese Studie vergleicht die Auswirkungen verschiedener Hardware Setups auf den Lernerfolg. Eine Gruppe führte die Simulation an einem PC durch, während eine zweite und dritte Gruppe eine spezielle Simulationshardware und Eingabegeräte zur Verfügung gestellt bekamen. Die dritte Gruppe bekam zusätzlich Feedback durch mechanische Bewegungen der Hardware. Innerhalb der Simulation wurden vorrangig psychomotorische Fähigkeiten trainiert und abgefragt. Alle Gruppen verbesserten ihre Leistungen durch das Training, während die zweite und dritte Gruppe eine signifikant stärkere Verbesserung gegenüber der ersten Gruppe aufwies. Die Autoren verweisen entsprechend auf die Notwendigkeit, geeignete Hardware beim Training psychomotorischer Fähigkeiten durch Simulationen und Serious Games einzusetzen.

4.6.5 Zusammenfassung

In diesem Abschnitt haben wir vier verschiedene DGBL Szenarien betrachtet. Die Beispiele haben gezeigt, dass DGBL in der Lage ist, Kompetenzen im Bereich der kognitiven, affektiven sowie psychomotorischen Lernziele zu vermitteln. Es wurden verschiedene Einsatzszenarien gezeigt, unter anderem die Werbung für einen Dienst in der Armee,

die Vermittlung von Wissen über die Funktionsweise und Probleme der Marktwirtschaft oder das Training von Helikopter Piloten. Neben den verschiedenen Einsatzbereichen der Spiele war die Eingrenzung von Zielen und Regeln von zentraler Bedeutung. Während nachgewiesen wurde, dass klare definierte Ziele und Regeln innerhalb von Videospiele zu einer Steigerung der Motivation und des Lernerfolges führen können, wurde dies in den vorgestellten DGBL Szenarien stark variiert. Einige Spiele setzen auf konkrete Ziele und Aufgaben, während andere DGBL Szenarien und Spielkonzepte dem Spieler größere Freiräume lassen. Auch wenn diese offenen Szenarien ein potenziell motivierendes Element (Goals) zurückstellen, so wird konstruktivistisches Lernen mit selbstgesetzten Zielen begünstigt (Vgl. Schulmeister [Schulmeister, 2009] S. 24).

Vor dem Hintergrund geeignete Game-Design Richtlinien für DGBL Szenarien und Serious Games zu finden und festzulegen ist es insbesondere wichtig, grundlegende Eigenschaften der Zielgruppe einzubeziehen. Im nächsten Abschnitt wird eine aktuelle Herausforderung an eLearning und somit auch DGBL Szenarien formuliert: Der Generationenkonflikt zwischen der in den letzten beiden Jahrzehnten entstandenen „Net-Generation“ und älteren Generationen. Im Anschluss betrachten wir zwei Konzepte, die versuchen den Entscheidungs- und Lernprozess des Spielers im Digital Game Based Learning zu modellieren und versuchen bisherige Studien einzuordnen.

4.7 Externe Einflussfaktoren: Generationenkonflikte

Wenn wichtige Lernprozesse und ihren Einfluss auf das Lernen mit Videospielen und Serious Games untersucht werden, wie dies mit den Konzepten der Metakognition und des Erfahrungslernens geschah, dann ist es wichtig, diese nicht isoliert zu betrachten. Eigenschaften und Vorlieben der Lernenden müssen bei der Analyse des Lernprozesses und des Wissenszuwachses beim Einsatz eines DGBL-Szenarios berücksichtigt werden. Falls technologisches Grundwissen und Fertigkeiten im Umgang mit neuen Medien und Videospielen nur wenig ausgeprägt sind, können diese technologischen Hürden den Erfolg eines auf Videospielen basierten Lernszenarios gefährden. Ein möglicher Einflussfaktor, der bei der Planung und Durchführung von DGBL Szenarien von Bedeutung ist soll an dieser Stelle diskutiert werden.

Mit dem Begriff der Net-Generation [Schulmeister, 2009] , Digital Natives [Prensky, 2001a] [Prensky, 2001b], Generation @ [Opaschowski, 1999] oder Generation Y [Noffke und Somekh, 2009] ist in dem letzten Jahrzehnt die Bezeichnung für eine Generation entstanden, die mit den digitalen Medien und dem Internet aufgewachsen ist. Die Protagonisten dieser Debatte führen an, dass diese Generation in ihrem Verhalten und Erwartungshaltungen stark von den neuen Medien geprägt wurde. Diese Entwicklung soll die Net-Generation so stark beeinflusst haben, dass sich die Vorlieben zum Lernen und Wissenserwerb erheblich verändert haben. Die Autoren folgern, dass sich die Methoden des Lehrens und Lernens in unseren Bildungssystemen verändern müssen, wenn sie die neue Generationen erreichen wollen. So erzeugte Prensky 2001 mit der Behauptung „*Our students have changed radically. Today's students are no longer the people our educational system was designed to teach*“ [Prensky, 2001a] viel Aufmerksamkeit.

Gründe werden in der veränderten Struktur und Verfügbarkeit von Informationen gesehen. Während traditionelle Medien, wie beispielsweise Bücher oder Filme, linear strukturiert sind, greift der Nutzer von Informationsangeboten im Internet nicht mehr sequenziell auf diese zu. Er ruft mehrere Informationen parallel zur gleichen Zeit auf, springt zwischen Themengebieten und Bereichen, die für diesen von Interesse sind. Mit der zunehmender Verbreitung von Handys und mobilem Internet, verlieren Informationen und Kommunikation ihre räumliche Bindung. Personen können zu fast jeder Zeit auf fast alle Informationen zugreifen und kommunizieren. Videospiele sind zu einem festen kulturellen

Bestandteil dieser Net-Generation geworden. Personen die mit Videospiele aufgewachsen sind, neigen dazu ihr Hobby auch mit voranschreitendem Alter auszuüben. Dies ist unter anderem ein Faktor für das steigende Durchschnittsalter von Spielern [BIU, 2010]. Entsprechend werden Videospiele von der Net-Generation zunehmend als Kulturgut akzeptiert. Der Umbruch zwischen der Net- und Non-Net-Generation wird von den meisten Autoren [Prensky, 2001b] [Opaschowski, 1999] bei einem Geburtsjahr um 1980 gesehen.

4.7.1 Generationenkonflikte und Digital Game Based Learning

In der Debatte um eine Net-/NonNet-Generation wird vermutet, dass Digital Game Based Learning als Lehrmethode besonders effektiv sein soll. Zum einen, weil es der kulturellen Realität der jungen Generation entspricht und zum anderen, weil es insbesondere ein selbstbestimmtes motivierendes Lernen ermöglichen soll [Tang et al., 2009]. In der Diskussion um Generationskonflikte und DGBL wird auch deutlich, dass Videospiele bei älteren Generationen oft nicht als Kulturgut akzeptiert sind und eher als Spielzeug für Kinder angesehen werden. Zu der eingangs erwähnten technologischen Hürde kommt das Problem der Akzeptanz: Falls ein Mittel zur Wissensvermittlung nicht akzeptiert wird, sind Effektivität und Erfolgchancen eines solchen Lernszenarios nur sehr beschränkt. Wir werden uns in dem konzeptionellen Teil dieser Arbeit entsprechend mit der Frage beschäftigen, wie wir in einer, bezüglich des Alters, heterogen zusammengesetzten Zielgruppe unter Berücksichtigung dieser Problemstellung Wissen vermitteln können.

4.7.2 Kritik an der Generationendiskussion

Die Einteilung in Net- und Non-Net Generation wurde in den letzten Jahren vermehrt kritisiert [van Eck, 2006] [Bennett et al., 2008]. Insbesondere die Aussagen von Prensky, der streng zwischen *digital natives* (Net-Generation) und *digital immigrants* (Non-Net-Generation) unterscheidet, stehen wiederholt in der Kritik. So vermutet er, dass der Unterschied zwischen den Generationen so grundlegend ist, dass sie unterschiedliche Sprachen sprechen. Dies hat zur Folge, dass unser bisheriges Bildungssystem für die Generation der *digital natives* untauglich sein soll. Eine andere Vermutung Prenskys ist fol-

gende: Neue Medien haben die Generation der digital natives so stark geprägt, dass sich selbst deren Gehirn physisch verändert hat [Prensky, 2001a]. Insbesondere diesen Thesen wurden mit Blick auf verschiedene Studien widersprochen [Schulmeister, 2009] [Bennett et al., 2008].

Es konnte bisher nicht gezeigt werden, dass die Unterschiede zwischen den Generationen so groß sind, wie dies in der ursprünglichen Debatte diskutiert wurde [Schulmeister, 2009]. Somit kann nicht grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass unser Bildungssystem grundlegend verändert werden muss. Bezüglich der Diskussion um Serious Games und DGBL, bleibt die Frage bestehen, welchen Design Paradigmen ein Serious Game prägen müssen, um generationsübergreifend erfolgreich zu sein.

4.8 Theoretische Modellierung von Lernprozessen im Digital Game Based Learning

In den letzten Kapiteln haben wir den theoretischen Hintergrund für Lernprozesse im Digital Game Based Learning und die Auswirkungen von Spielattributen auf Serious Games gelegt. Zusammenfassend sollen an dieser Stelle zwei theoretische Modelle vorgestellt werden, die den Lernprozess des Spielers verorten sowie verschiedene Einfüsse und Stadien in der *Nutzer - Spiel* Interaktion klassifizieren.

4.8.1 Modellierung nach Buckley und Anderson: General Learning Model

Der Ursprung des von Buckley und Anderson entwickelten *General Learning Model* (GLM) liegt in Andersons General Agression Model (GAM), die dieser während seiner Forschung um Gewalt und Videospiele entwickelte [Anderson und Carnagey, 2004]. Es modelliert den durch Videospiele induzierten Lernprozess als einen Zyklus aus wechselseitiger Beeinflussung von Spieler und Spiel [Buckley und Anderson, 2006] [Tang et al., 2009]. Er geht zunächst von einem Grundzustand von Spieler und Situation aus. Der Parameter der Situation umfasst das Spiel und die Umgebung in der es durchgeführt wird (Vgl. Abb 4.9). Dazu gehören der im Spiel enthaltene Lerninhalt sowie die Häufigkeit und Dauer des Spiels. Personen Variablen enthalten hingegen die Eigenschaften des Spielers, wie dessen Einstellungen, Fähigkeiten, Ziele und Gefühle. Beide Parameter bestimmen

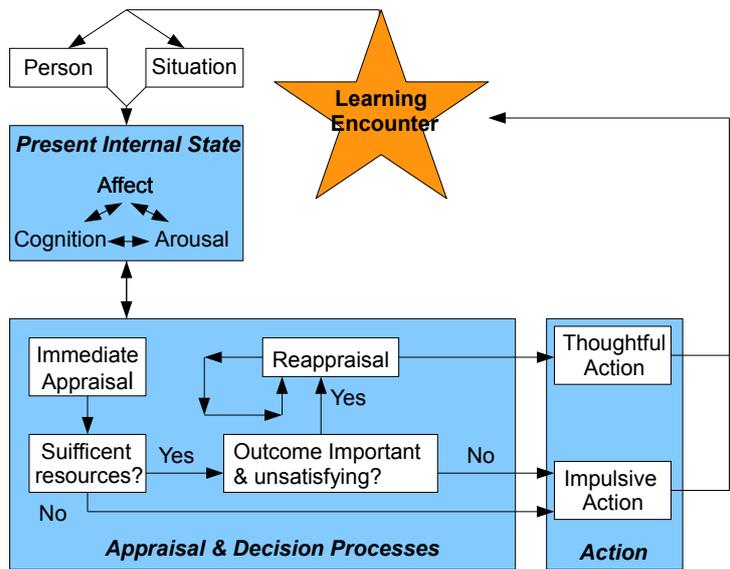


Abbildung 4.9: General Learning Model nach Buckley & Anderson [Buckley und Anderson, 2006]

maßgeblich den Erfolg des Lernszenarios und definieren im GML den sogenannten *Present Internal State*. Dieser ist nach Buckley durch die Attribute *Cognition*, *Affect* und *Arousal* innerhalb des Lernenden bestimmt. *Cognition* steht dabei für die kognitiven Eigenschaften des Lernenden, wie innere Einstellungen und Verhaltensmuster [Buckley und Anderson, 2006]. Gewalthaltige Spiele sollen einen signifikanten Einfluss auf die innere Einstellung gegenüber Gewalt haben [Barlett und Vowels. C., 2009]. *Affect* beschreibt die vom Spiel ausgelösten Gefühle und Emotionen beim Spieler. Personen nehmen dabei Attribute eines Spieles stärker wahr, wenn sie ihren Emotionen entsprechen. *Arousal* bezieht sich auf die Erregung des Spielers. Diese entsteht wenn der Spieler mit neuen Herausforderungen, z.B. mit neuen Lerninhalte oder einem hohen Schwierigkeitsgrad, konfrontiert wird. Diese drei Zustände innerhalb des *Present Internal State* beeinflussen sich dabei gegenseitig. Falls der Spieler geringe kognitive Fähigkeiten besitzt, kann das Spiel leichter durch Herausforderungen die Erregung des Spielers steigern oder den Spieler in einen resignierten Zustand versetzen.

Dieser interne Zustand bestimmt den Bewertungs- und Entscheidungsprozess des Spie-

lers (*Appraisal & Decision Processes*). Ist die aktuelle Aufgabe für den Spieler relevant und sieht er sich nach einer ersten Bewertung in der Lage die Situation zu lösen, wird der Spieler versuchen eine möglichst optimale Lösung zu finden. Anderenfalls wird der Nutzer nach diesem Modell seine Entscheidung impulsiv ohne gründliche Abwägung treffen (vgl. Abb. 4.9). Die vom Spieler durchgeführten Aktionen führen zu einer veränderten Spielsituation und werden abhängig von den gesetzten Zielen des Spielers die Parameter der *Situation* und *Person* verändern. Der Zyklus schließt sich. Zwischen der Aktion des Spielers und der Rückmeldung des Spiels verortet Buckley die Konfrontation des Spielers mit dem Lerngegenstand *Learning Encounter*.

Ähnlich dem Prozess des Erfahrungslernens wird Lernprozess als eine Zyklus modelliert, der aus den Phasen der Relektion und Aktion besteht. Aus der Veränderung des sogenannten *Present Internal State* entsteht wiederum ein Handlungsbedarf und der Prozess wiederholt sich. Es ist bemerkenswert, dass die Konfrontation mit dem Lerninhalt (hier *Learning Encounter*) beim DGBL zwischen Handlung und Konequenzen verortet ist. Für diese Einordnung des Lerneffektes spricht, dass der Spieler über die Gegenüberstellung von Handlung und Resultat, Feedback über den Erfolg seiner Entscheidungen erhält. Er kann die von ihm im Entscheidungsprozess aufgestellten Hypothesen und Theorien validieren oder widerlegen und neue Schlussfolgerungen ziehen. Im Modell des Erfahrungslernens wird allerdings angenommen, dass über den gesamten Prozess Wissen geschaffen werden kann und somit eine *Learning Encounter* stattfindet. Dies betrifft sowohl die Phasen des Bildens von Hypothesen, dem Reflektieren über bisherige Ereignisse, als auch bei der Entscheidungsfindung und dem Beobachten von neuen Ereignissen.

4.8.2 Modellierung nach Garris: Das Input Process Outcome Model

Das Input Process Outcome Modell von Garris versucht den Lernprozess und deren Einflussparameter in einem dreigeteilten Modell darzustellen [Garris et al., 2002]. Garris unterscheidet in ihrem Modell zwischen *Input*, *Process*, sowie *Outcome*. Der Abschnitt *Input* setzt sich aus dem *Instruction Content* sowie den *Game Characteristics* zusammen. Game Characteristics umfassen die Eigenschaften des Spiels, wie Spielmechaniken oder Grafiken. Im Gegensatz hierzu steht der Instructional Content des Lernszenarios, der sich auf Arbeitsanweisungen, beispielsweise innerhalb des Spiels oder von eines ex-

ternen Trainer bezieht.

Die Spielcharakteristika, sowie die Anweisungen bestimmen den Lernprozess, der bei der beim Spieler während des Spielens abläuft. Diesen definiert Garris im Teil des *Process* angelehnt an den Prozess des Erfahrungslernens in drei Schritten: *User Judgements*, *User Behavior* und *System Feedback*. Der Nutzer bewertet das System, indem er die derzeitige Situation beurteilt und über seine Erfahrungen reflektiert, führt entsprechend Aktionen aus und erhält wiederum ein Feedback vom Spiel. Dieser Ablauf, der auch den Kern der Theorie des Erfahrungslernens bildet [Kolb, 2000, Dewey, 1938], wird von Garris als *Game Cycle* bezeichnet. Dieser Game Cycle führt zu einem Wissenszuwachs,

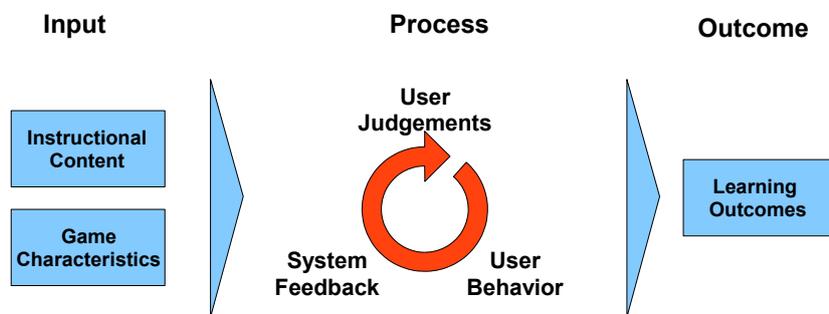


Abbildung 4.10: IPO Model nach Garris: Zusammenhang von Spiel, Lerninhalten, Lernprozess und Wissenszuwachs. [Garris et al., 2002]

den sogenannten *Learning Outcomes*. Diese definiert Garris in Anlehnung an die Bloom'sche Lernziel Taxonomie [Bloom, 1972] als Zuwächse von kognitiven, affektiven sowie psychomotorischen Fähigkeiten (Vgl. Abschnitt 4.1). Als wichtigen Bestandteil bezeichnet Garris das Debriefing, welches unter anderem Game Cycle und Learning Outcomes verbindet. Als Debriefing wird dabei das Feedback für den Spieler über den Erfolg, die Auswirkungen seiner Aktionen und des Spielverlaufes bezeichnet. Das Feedback kann unmittelbar und spielbegleitend gegeben werden oder im Anschluss an das Spiel durch einen Trainer. Einige Autoren vermuten, dass insbesondere das geeignete Debriefing essentiell für den Erfolg von DGBL Szenarien ist [Lederman, 1992] [Petranek und Corey, 1992] [Crookall und Thorngate, 2009].

	General Learning Model	Input-Process-Outcome Model
Modellierung des Lernprozesses	Zyklisch strukturiert, einzelne Phasen werden in einem Entscheidungsbaum modelliert, Lerneffekt wird zwischen der Aktion des Spielers und der Rückmeldung des Spiels verortet	Zyklische Struktur, Lernen läuft in den Phasen der Bewertung, Aktion und Feedback des Spiels ab
Wichtige Einflussfaktoren	Eigenschaften der Person, Spielparameter, Present Internal State des Spielers bestehend aus Affect, Cognition und Arousal. Parameter unterliegen durch das Handeln des Spielers und dessen Folgen einer ständigen Veränderung.	Instructional Content wie bspw. Arbeitsanweisungen innerhalb des Spiels oder von einem Trainer, Game Characteristics wie bspw. Game Mechaniken, Hardware etc.
Theoretische Grundlagen	Basiert fast vollständig auf dem General Aggression Model zur Einordnung von Gewalt in Videospiele, Anstelle einer Social Encounter die das Sozialverhalten beeinflusst, tritt die Learning Encounter	Lernprozess adaptiert das Konzept des Erfahrungslernens, Auswirkungen an Blooms Lernzieltaxonomie angelehnt
Quellen	[Buckley und Anderson, 2006] [Anderson und Carnagey, 2004] [Tang et al., 2009] [Barlett und Vowels. C., 2009]	[Garris et al., 2002] [Freitas und Oliver, 2006] [Mitgutsch, 2008] [Kolb, 1981, Kolb, 2000]

Tabelle 4.5: Gegenüberstellung: General Learning Model und Input Process Outcome Model

4.9 Einordnung der Modelle

Das General Learning Modell von Buckley & Anderson erfasst den Lernprozess ähnlich dem von Anderson & Carnagey entwickelten General Aggression Model (GAM) [Anderson und Carnagey, 2004]. Hierbei wird davon ausgegangen, dass der Lernprozess des Spielers ähnlich den Veränderungen des Sozial- und Aggressionsverhaltens erfasst werden kann [Buckley und Anderson, 2006]. Dieser wird als direkte Folge der Entscheidungsfindung und deren Auswirkungen im Spiel gesehen. In der Folge verändert sich durch die Aktionen des Spielers in einem zyklischen Prozess der Zustand von Spiel und Person.

Das Input Process Outcome (IPO) Modell von Garris ist ähnlich dem GLM/GAM zyklisch angeordnet, bezieht sich jedoch konkret auf den Prozess des Erfahrungslernens. Die zyklische Anordnung von den wesentlichen Elementen der Aktion, Folge und Reaktion bilden im GLM als auch im IPO das zentrale Konzept. Während das GML jedoch ähnlich einem Entscheidungsbaum aufgebaut ist, der streng durchlaufen wird, unterteilt Garris lediglich in 3 Phasen deren Intensität und Dauer abhängig von der aktuellen Situation sind. Ein zentraler Unterschied ist auch die Einbindung der Eigenschaften des Spielers: Während Garris auf eine konkrete Einordnung verzichtet und sich lediglich auf *Game Characteristics* sowie *Instructional Content* bezieht, repräsentiert der *Present Internal State* im GLM die Voraussetzungen und den aktuellen Zustand des Spielers. Dies kommt zum tragen, wenn innerhalb des Modells Eigenschaften der Lerner und deren Auswirkungen auf den Lernprozess und Lernerfolge eingeordnet werden sollen. Im Gegensatz hierzu berücksichtigt Garris nur den aktuellen Zustand des Spielers innerhalb einer Variante des Erfahrungslernens und nicht als feste Voraussetzung.

Zusätzlich zu einer Modellierung des Lernprozesses kann das IPO Modell zur Einordnung bisheriger Studien im DGBL dienen. Die bisher vorgestellten Studien lassen insbesondere die Auswirkungen verschiedener Game Characteristics auf die drei Lernzieltypen (kognitiv, affektiv, psychomotorisch) im Bereich der Learning Outcomes besser verstehen. Im Bereich der Lernprozesse haben erst wenige Studien versucht Einflüsse der Metakognition und des Erfahrungslernens mit Kolb und deren Auswirkungen auf den Prozess des Spielens und der Lernerfolge zu untersuchen. (In Kapitel 5.3 wird nach der Entwicklung eines erweiterten Forschungsmodell eine Einordnung bisheriger Studien stattfinden) Lernprozesse sind insbesondere unter Beachtung der verwendeten Spielmechaniken interessant,

da sie dazu beitragen können Serious Games und DGBL in Bezug auf den Prozess des Lernens besser zu verstehen

Zusätzlich zu dem GLM und IPO Modell, wurde für dieses Kapitel das Framework von Freitas & Oliver evaluiert [Freitas und Jarvis, 2007] [Freitas S., 2006], es bezieht sich jedoch auf die Voraussetzungen und deren Auswirkungen für DGBL (Context, Pedagogy, Learner, Representation) und weniger auf den ausgelösten Lernprozess. Da an dieser Stelle ein Hauptaugenmerk auf Frameworks zur Erforschung von Lernprozessen gelegt wird, wird es nicht weiter berücksichtigt.

4.10 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurden die theoretischen Grundlagen für die Konzeption eines eigenen Systems zur Evaluierung von Lernprozessen in Abhängigkeit von Designmerkmalen eines Serious Game gelegt.

Beginnend mit der an Kraiger [Kraiger et al., 1993] und Bloom [Bloom, 1972] angelehnten Definition von Lernen und der Differenzierung in kognitive, affektive sowie psychomotorische Lernziele haben wir die für Digital Game Based Learning wichtigen Lerntheorien des Erfahrungslernens und der Metakognition vorgestellt. Dem Konzept des Erfahrungslernens wird in der Diskussion um selbstbestimmtes und motiviertes Lernen mit Hilfe von Serious Games eine zentrale Rolle zugeordnet. Das Lernen läuft ausgelöst von einer konkreten Erfahrung zyklisch ab: Zunächst wird die Erfahrung vom Lernenden reflektiert und versucht eine erklärende Theorie aufzustellen. Diese wird in einem nächsten Schritt überprüft, welches wiederum eine neue Erfahrung für den Lernenden erzeugt und ggf. den Lernprozess erneut beginnen lässt. Nach Kolb [Kolb, 2000] hat dabei jede Person Stärken und Präferenzen für verschiedene Abschnitte in diesem Ablauf.

Zusätzlich zu dem Prozess des Erfahrungslernens erlangt die Forschung der metakognitiven Strategien und Fähigkeiten im Bezug auf Lernprozesse und Fortschritte im DGBL eine zunehmende Bedeutung. Mit Metakognition werden dabei insbesondere Fähigkeiten und Strategien zusammengefasst, die das eigene Lernen und Denken beeinflussen. Dazu gehören Regulationsfähigkeiten bei denen der Lernende realisiert, wenn seine Aufmerksamkeit nachlässt und ihn Gegenmaßnahmen ergreifen lässt. Viele Autoren sind der Meinung, dass metakognitive Fähigkeiten bei der Forschung um Videospiele eine große

Bedeutung zukommt: Der Spieler gefordert seine Handlungen und Entscheidungsstrategien zu überdenken um sich zu verbessern.

Bei der Forschung um Lernprozesse und deren Einflüsse auf DGBL ist es zudem wichtig die Auswirkungen einzelner Game-Design Attribute in Videospiele zu untersuchen. Hierzu wurden Studien betrachtet und insbesondere solche Game-Design Attribute vorgestellt, die einen signifikanten Einfluss auf Motivation, Spielerleben und die Lernprozesse besitzen. Hierzu gehörten unter anderem Fantasy, Mystery, Control, Sensory Stimuli, Rules/Goals sowie Challenge. Jedes dieser Design Attribute macht sich auf seine Weise die Grundmotive des menschlichen Handelns zunutze. Die Einflüsse dieser Attribute wurden im Anschluss in einigen DGBL Szenarien und den zugehörigen Studien verdeutlicht: Der Ego-Shooter *Americas Army* als Beispiel für affektive Lernziele zur Werbung neuer Rekruten mit starken kompetitiven Motivationselementen. *ELECT Bi-LAT*, ein Rollenspiel, das Soldaten Kompetenzen bezüglich des Verhaltens in fremden Kulturkreisen vermitteln soll und dabei affektive sowie kognitive Lernziele enthält. Im Gegensatz zu speziell für DGBL Szenarien entwickelte Serious Games steht das dritte vorgestellte DGBL Szenario. Dieses soll Schülern mit Hilfe eines kommerziellen Multiplayer Rollenspiels *Gersang* die Regeln der modernen Marktwirtschaft vermitteln. Das zuletzt vorgestellte Flugsimulation *XPlane* - wird hingegen vorwiegend zur Schulung von psychomotorischen, als auch von kognitiven Lerninhalten eingesetzt. Der Spieler wird innerhalb möglichst realistischer Situationen gefordert ein Flugzeug oder Helikopter so gut wie möglich zu beherrschen. Mit diesen Beispielen wurde somit vielfältige Einsatzgebiete und die Einbindung der verschiedenen Game-Design Attribute vorgestellt.

Nach der Diskussion wichtiger Spielelemente wurde ein Beispiel für eine Herausforderung im DGBL aufgezeigt: Der Net-Generation Konflikt und die Frage ob und unter welchen Game-Design Paradigmen DGBL für Generationen geeignet ist, die nicht mit Videospiele aufgewachsen sind.

Im Folgenden wurden drei Frameworks untersucht, welche die Einordnung und Zusam-

menhänge von Lernprozessen, Game-Design Attributen sowie Lernergebnissen verdeutlichen sollen. Diese erfüllen nicht alle gestellten Anforderungen, insbesondere in Bezug auf die Characteristica der Spieler und der Metakognition. Um aus, werden wir uns im nächsten Abschnitt mit der aus den vorgestellten Modellen ein eigenes Forschungsframework adaptieren um eine theoretische Basis für weitere praktische Studien zu schaffen.

5 Ein Framework zur Einordnung von Lernprozessen und Game-Design Attributen

Im letzten Kapitel haben wir verschiedene Frameworks betrachtet, welche den Lernprozess des Spielers in Abhängigkeit von Game-Design Attributen, sowie Lernerfolgen darstellen soll. Ein weiteres Ziel war die Einordnung bisheriger Forschungen und Studien um Zusammenhänge und Lücken in der Forschung aufzeigen und die eigenen Studien verorten zu können. In diesem Abschnitt wollen wir auf der Basis bisheriger Frameworks ein eigenes Konzept entwickeln um bisher vernachlässigte Komponenten und Lernprozesse besser erfassen zu können. Hierzu werden wir zunächst die Schwachstellen bisheriger Modelle etwas genauer hervorheben und zusätzliche Anforderungen an unser Framework setzen. Aus diesen Anforderungen werden wir ein eigenes Konzept entwickeln und versuchen vorhandene, sowie angedachte Studien einzuordnen.

5.1 Anforderungen: Was sind die Ziele und was sind die Mindestanforderungen an das Framework?

Bevor ein eigenes Framework entworfen wird, sollen an dieser Stelle Anforderungen an unser Modell formuliert werden. Zudem müssen wir uns von vorhandenen Modellen abgrenzen und somit auch die Notwendigkeit für ein neues Modell darlegen.

Ein zentraler Aspekt unserer Forschung ist die differenzierte Betrachtung von Lernprozessen in Abhängigkeit von Designattributen eines Serious Game. Der Zusammenhang soll die Aspekte der Metakognition und des Erfahrungslernens enthalten, da diese Elemente den Lernprozess in Serious Games kennzeichnen (Vgl. Kapitel 4). Der Lernprozess

und insbesondere der Wissenszuwachs (*Learning Outcomes*) sollen als Ergebnis dieses Prozesses gesehen werden. Es ist dabei wichtig verschiedene Phasen des Lernprozesses in Abhängigkeit von relevanten Game-Design Attributen zu bewerten. Auf diesem Weg sollen sich Einflüsse verschiedener Spielaspekte zum einen auf den Lernprozess und zum anderen auf kognitive, affektive und psychomotorische Lernziele einordnen lassen.

Bei der Diskussion um die Existenz und Problematik einer Net/Non-Net Generation wird deutlich, dass die Eigenschaften des Spiels und das Lernsetting als Einflussfaktoren für Lernprozess und Ergebnisse zu kurz greifen. So können insbesondere Eigenschaften des Spieles wie Generationszugehörigkeit, Technikaffinität, Akzeptanz von Spielen als Kulturgut eine zentrale Rolle auf den durch ein Spiel ausgelösten Lernprozess darstellen. Um negative Auswirkungen zu vermeiden und positive Einflüsse zu unterstützen, ist es notwendig entsprechende Tendenzen in der Zielgruppe des DGBL Szenarios festzustellen und dies in dem Game Design und dem DGBL Setting zu berücksichtigen.

Das IPO Modell und das GLM orientieren sich in ihrem Aufbau an dem Zyklus des Erfahrungslernens. Dies äussert sich durch die zyklische Anordnung aus Bewertung/Aktion des Spielers und einer daraus resultierenden neuen Situation. Metakognitive Einflüsse werden in diesen Lernabläufen zwar vermutet [Lane, 2007] finden jedoch in den Modellen keine Einbindung. Metakognitive Prozesse wie das Beobachten und Regulieren eigener Denkprozesse laufen jedoch parallel zum eigentlichen Lernprozess ab. Beide Modelle beziehen dieses Konzept nicht mit ein, obwohl Studien darauf hindeuten, dass gerade metakognitive Schlüssel Fertigkeiten bestimmend für den Erfolg, insbesondere in Bezug auf die Lernerfolge, eines DGBL Szenarios sind [Bokyeong et al., 2009].

Einflüsse der individuellen Eigenschaften des Spielers, werden nur im GLM berücksichtigt. Innerhalb des GLM werden diese parallel zu den Spieleigenschaften in den Lernzyklus integriert. Generell wird nicht zwischen festen Eigenschaften einer Person (Bspw. Traits oder Geschlechterzugehörigkeit) und Zuständen unterschieden, die sich im Laufe des Spiels ändern. Für unser Modell und unseren Forschungsansatz sind jedoch genau diese festen Attributen wie Geschlecht oder Generationenzugehörigkeit von Interesse.

Es wird deutlich, dass beide Modelle ein nur bedingt geeignetes Framework für die Forschung um den Einfluss von Game-Design Attribute, Lernprozesse und bieten. Positiv fällt jedoch insbesondere die Einbindung der Spielerereigenschaften im GLM und die

Teilung des IPO Modells in Input, Process und Outcome auf. Basierend auf dieser Gr-
undeinteilung werden wir nun ein geeignetes Konzept aufstellen.

5.2 Konzeption des Forschungs-Frameworks

Zusammenfassend muss das Modell/Forschungs-Framework folgende Attribute in Ver-
bindung setzen:

- Erfahrungslernen
- Metakognition
- Spielereigenschaften
- Game-Design Attribute
- Lernerfolge

5.2.1 Erfahrungslernen

Der Prozess des Erfahrungslernens nach Kolb besteht, wie wir in Kapitel 3 diskutiert haben, aus 4 Phasen. Jeder Lernende hat dabei innerhalb dieser Phasen verschiedene Präferenzen, welche Kolb in seiner Lernstiltaxonomie zusammenfasst. Der zyklische Ablauf ist grundlegend für das Verständnis von Lernprozessen im DGBL und bildet ähnlich dem GLM und dem IPO das Kernelement für das Lernmodell. Im Gegensatz zum GLM möchten wir uns direkt auf diesen beziehen und nicht versuchen ihn zusätzlich in einem Entscheidungsbaum zu modellieren. Dies hat folgende Gründe: Einerseits können wir uns direkt auf bisherige Theorien zum Thema Erfahrungslernen beziehen und müssen nicht indirekt über 3 Stufen gehen, wie dies Garris vorschlägt. Zum anderen lassen sich nach dem Lernstilmodell von Kolb Lernpräferenzen im Erfahrungslernen direkt zuordnen und somit ihre Auswirkungen auf die Lernergebnisse und Ziele untersuchen. Dies ist insbesondere wichtig, wenn wir Lern- und Spielergebnisse in Abhängigkeit von Kolbs Lernstilen betrachten.

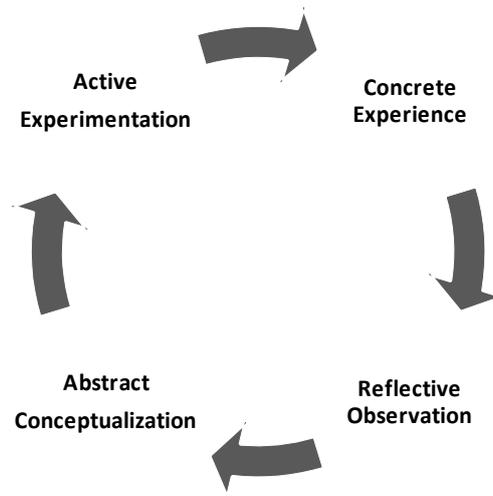


Abbildung 5.1: Erfahrungslernen im DGBL: Bestehend aus den Phasen der *Konkreten Erfahrung* (Concrete Experience), *Reflektierte Beobachtung* (Reflective Observation), *Abstrakte Begriffsbildung* (Abstract Conceptualization) und *Aktiven Experimentieren* (Active Experimentation) [Kolb, 1984]

5.2.2 Metakognition

Metakognitive Mechanismen und Prozesse, wie das Beobachten und Regulieren des eigenen Lernfortschrittes, finden im Hintergrund zeitgleich zur Aktivität des Lernens statt. In unserem Modell interpretieren wir den Lernprozess nach dem Konzept des Erfahrungslernens. Dieses bildet entsprechend im Modell der exekutiven Kontrolle nach Nelson & Narens (In [Bower, 1990]) den sogenannten Objekt-Level (Vergleiche Abbildung 5.2). Die metakognitiven Prozesse überwachen und regulieren, für den Lernenden oft unbewusst, diesen Prozess auf einem Metalevel (Vgl. Abbildung 4.2). In unserem Modell bildet dieses Level der metakognitiven Prozesse parallel zum Zyklus des Erfahrungslernens eine weitere Ebene. Die Modellierung der Metakognition als eine zusätzliche Ebene, soll jedoch keine strikte Trennung zwischen Kognitiven und Metakognitiven Prozessen suggerieren, (Vgl. Kapitel 2.3) da der Übergang zwischen Kognition und metakognitiven Prozessen fließend stattfindet und nicht immer klar getrennt werden kann.

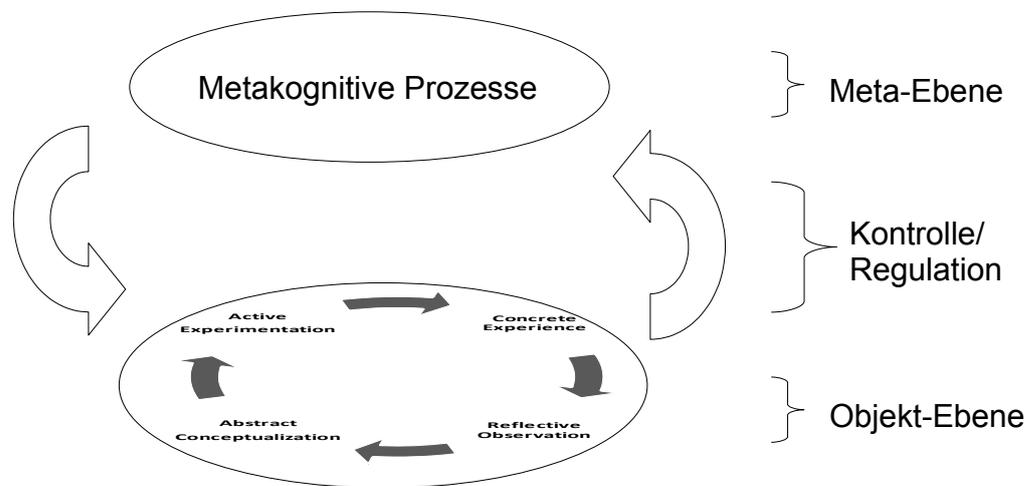


Abbildung 5.2: Zusammenwirken von kognitiven und metakognitiven Lernprozessen nach Nelson & Narens [Perfect und Schwartz, 2002]

5.2.3 Einflussfaktoren

Der mit Hilfe der Konzepte von Metakognition und Erfahrungslernen modellierte Prozess läuft nicht immer gleich ab. Die Priorität und Intensität innerhalb des Lernprozesses wird maßgeblich von äusseren, auf den Lernprozess einwirkenden, Faktoren bestimmt. Das GLM führt die Eigenschaften des Lernenden und des Videospiele inklusive der Einbettung in das Lernsetting auf. Das IPO Modell von Garris hingegen sieht die Charakteristik des Spiels (*Game Characteristics*) und des Lernsettings (*Instructional Content*) als zentrale Faktoren.

Wir schliessen uns in unserem DGB-Learning Prozess Modell der Argumentation von Garris an, die bei den Spieleigenschaften zwischen *Game Characterists* und *Instructional Content* differenziert. Ein besonderer Vorteil dieser Unterscheidung ist, dass in der Praxis ein Spiel mit speziellen *Game Characteristics* in verschiedenen Lernszenarien eingesetzt und beurteilt werden können. So können Spiele, die ursprünglich nur zu Unterhaltungszwecken entwickelt wurden, in Schulungen Anwendung finden. Zudem differenziert ein solches Modell ob DGBL in einem Anwesenheitstraining oder selbstständig online durchgeführt wird. Solche Unterscheidungen sind insbesondere wichtig, wenn Einflüsse der Trainingsart auf Lerneffekte im DGBL untersucht werden sollen.

Bei der Einbindung der Spielers bezieht sich das GLM auf solche Faktoren, die sich während des Spiels ändern. Dies ist bei der Aufmerksamkeit oder Motivation des Spielers der Fall. Wie wir in Kapitel 4.7 diskutiert haben, sind zudem die festen Voraussetzungen des Spielers (solche die sich nicht maßgeblich im Laufe des Spiels verändern) von Interesse. So kann beispielsweise die Frage gestellt werden, welchen Einfluss das Alter oder die Erfahrung mit Videospielen auf den Lernprozess hat. Dies ist insbesondere für die Entwicklung von Serious Games für spezielle Zielgruppen von Interesse. Im Zusammenhang mit dem Net-Generation Konflikt stellt sich die Frage, in wie weit *Game-Design Attribute* verändert werden können und welchen *Game-Design Paradigmen* sie unterliegen müssen um diesen Konflikt zu überwinden.

Entsprechend definieren wir in unserem Modell drei externe Einflussfaktoren:

- **Game Characteristics:** Charakteristiken und Attribute des Spiels und des Game Designs.
- **Instructional Content:** Lernsetting und Vorgaben an den Spieler von außen.
- **Player Characteristics:** Eigenschaften der Spieler wie Alter, Technikaffinität oder Geschlecht.

5.2.4 Lernergebnisse

Das primäre Ziel innerhalb eines DGBL Szenarios ist die Wissensvermittlung. Das geschaffene Wissen sollte idealerweise das Resultet eines selbstgesteuerten, instrinsisch motivierten Lernprozesses sein. Bei den beiden vorgestellten Modellen wird es unterschiedlich verortet. Während das GLM von Buckley&Anderson Lernen direkt an einer spezifischen Stelle im Lernprozess vorsieht, sieht Garris in ihrem IPO Modell den Wissenserwerb als Resultat des gesamten Prozesses ohne spezifisches Entstehungsmoment. Da wir uns innerhalb des Lernablaufes am Prozess des Erfahrungslernens orientieren, das das Eintreten des Lerneffektes nicht konkret verortet, fassen wir die Learning Outcomes als ein Gesamtergebnis des Lernprozesses nach Garris zusammen. Wir differenzieren dabei nach Lernzieltaxonomie von Kraiger und Bloom [Kraiger et al., 1993, Bloom, 1972] zwischen affektiven, psychomotorischen und kognitiven Wissen.

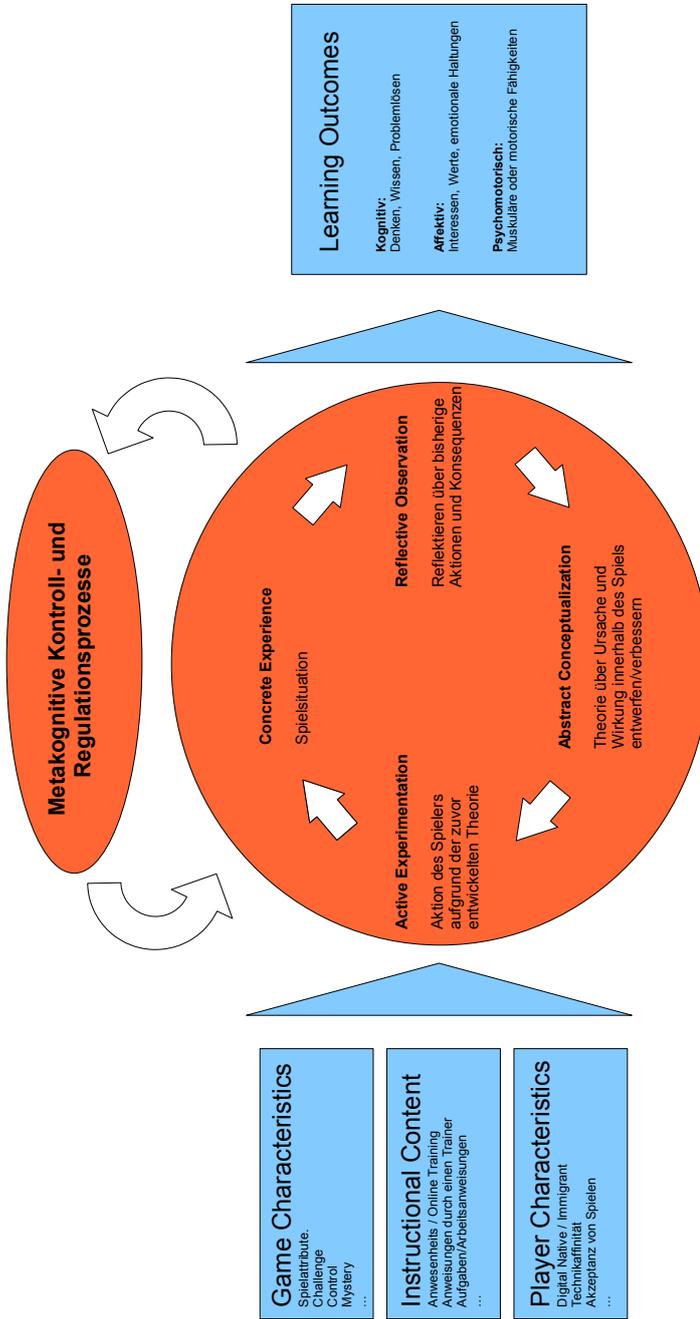


Abbildung 5.3: Forschungs-Framework dieser Arbeit: Parameter eines DGBL Szenarios bilden *Game Characteristics*, *Instructional Content* und *Player Characteristics*. Der ausgelöste Interaktionsprozess zwischen Nutzer und Spiel ist durch die Prozesse der *Metakognition* und des *Erfahrungslernens* charakterisiert. Er wird von den Parametern unseres Szenarios beeinflusst. Der innerhalb des Lernprozesses erzeugte Wissenszuwachs *Learning Outcomes* werden in *kognitive*, *affektive* und *psychomotorische* Aspekte differenziert.

5.3 Einordnung bisheriger Studien und Serious Games in das Framework

Im Anschluss wird eine Kurzübersicht über DGBL Szenarien und die verbundenen Studien gegeben, die für diese Arbeit untersucht wurden, um zu verdeutlichen, welche Zusammenhänge in unsere erweitertes Modell (Vgl. 12.2) bereits ausreichend erforscht sind und welche eine weitergehende Betrachtung erfordern. Wir fassen hierzu die für diese Arbeit untersuchten Spiele nach ihren Attributen, sowie den Untersuchungsergebnissen zusammen. Die Einordnung der primären Game-Design Attribute eines Spiels wurde anhand der Spielmechaniken getroffen. Gerät der Spieler häufig in Situationen in denen er sich Konflikten stellen muss (Conflict) oder zieht das Spiel einen Grossteil seiner Attraktivität aus Grafiken und Sounds (Sensory Stimuli)? Zusätzlich hierzu sind die Untersuchungsziele und Ergebnisse angegeben. Dies ist insbesondere wichtig um eine Studie in unser Forschungsframework integrieren zu können.

5.3 Einordnung bisheriger Studien und Serious Games in das Framework

Tabelle 5.1: Übersicht Serious Games und Untersuchungsergebnisse

Untersuchte Games (Serious)	Game-Design Attribute	Untersuchungsergebnisse
<p>Americas Army Erfüllen von militärischen Zielen in der Rolle eines Soldaten aus der Ego-Perspektive. Zwei Teams aus menschlichen Spielern treten gegeneinander an.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Rules/Goals • Conflict • Fantasy • Challenge • Sens. Stimuli 	<p>Prozeduraler Wissenzuwachs wurde erzielt.</p> <p>Deklarativer Wissenzuwachs erzielt.</p> <p>Fragen über Inhalte, die lediglich durch geschriebenen oder gesprochenen Text transportiert worden sind, wurden signifikant schlechter beantwortet.</p> <p>[Americas Army, 2002] [Belanich et al., 2004]</p>
<p>Sim City 2000 Der Spieler ist für den Aufbau und die Organisation einer Stadt zuständig.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Rules/Goals • Control • Fantasy • Challenge • Mystery 	<p>Studie betrachtet Zuwächse in Motivation und kognitiven Lernzielen.</p> <p>Lernszenario wurde von den Studenten sehr gut angenommen.</p> <p>Interesse an der geographischen Entwicklung von Städten wurde erhöht.</p> <p>[Adams, 1998] [Sim City, 1989]</p>

Tabelle 5.1 – Fortsetzung

Serious Games	Game-Design Attribute	Untersuchungsergebnisse
<p>Industrie Gigant II, Economics Zapitalism, Management Virtual U Aufbau eines profitablen Geschäfts bzw. einer funktionierenden Universität (Virtual U).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Rules/Goals • Control • Challenge • Fantasy 	<p>Lernszenario wurde von den Teilnehmern motiviert angenommen</p> <p>Personen bei denen das Spiel eingesetzt wurde erreichten signifikant bessere Leistungen als Gruppen bei denen dies nicht geschah.</p> <p>Teilnehmer unter 40 Jahren schnitten innerhalb des Spiels signifikant besser ab als Teilnehmer über 40 Jahren</p> <p>[Blunt, 2007] [Industriegigant II, 2002]</p>
<p>Mission: Algebra Der Spieler muss befreundete Raumschiffe durch das Lösen von Gleichungssystemen retten.</p> <p>Lode Runner 2D Jump&Run: Die Aufgabe des Spielers ist es Schätze zu bergen, während er Wachen ausweicht.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Rules/Goals • Control • Challenge • Fantasy • Sens. Stimuly 	<p>Es wurden die Auswirkungen von Spielattributen in Abhängigkeit von Spielerfahrung und Motivation untersucht.</p> <p>Motivation beim Spielen von Load Runner war bei Personen mit höherer Spielerfahrung niedriger</p> <p>Motivation änderte sich während des Spielverlaufs nicht.</p> <p>[Westrom und Shaban, 1992]</p>

5.3 Einordnung bisheriger Studien und Serious Games in das Framework

Tabelle 5.1 – Fortsetzung

Serious Games	Game-Design Attribute	Untersuchungsergebnisse
<p>Close Combat: First to Fight Ego-Shooter mit einem Fokus auf Stadt- und Häuserkämpfe</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conflict • Sens. Stimuly • Challenge 	<p>Die Untersuchung fokussiert den Leistungsunterschied zwischen Teilnehmern die durch das Spiel und solchen die lediglich das normale Training absolvierten.</p> <p>Die Teilnehmer der Gruppe, die das normale Training als auch das Spiel durchlaufen haben, erreichten bessere Resultate im Abschlusstest.</p> <p>Spieler, die sowohl das Spiel als auch das normale Training absolviert haben, schätzen ihre Lernergebnisse signifikant besser ein.</p> <p>[Woodman, 2006]</p>
<p>Food Pyramid Game Puzzle-Spiel zum Erlernen einer gesunden Nahrungszusammensetzung</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Challenge • Sens. Stimuli 	<p>Untersuchung fokussiert den Wissenszuwachs bei jüngeren Schülern.</p> <p>Die Teilnehmer erreichten eine signifikante Verbesserung ihres Wissens.</p> <p>[Serrano und Anderson, 2004]</p>

Tabelle 5.1 – Fortsetzung

Serious Games	Game-Design Attribute	Untersuchungsergebnisse
<p>Civilization 3 Rundenbasierendes Strategiespiel. Die Aufgabe des Spielers ist es eine Zivilisation durch verschiedene Zeitalter zu führen. Der Spieler steht in Konkurrenz zu anderen Zivilisationen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conflict • Mystery • Control 	<p>Die Studie untersucht die Verbesserung der Teilnehmer in den Bereichen Wissen, kognitive Strategien und Motivation.</p> <p>Deklaratives Wissen der Teilnehmer wurde signifikant verbessert</p> <p>Signifikante Verbesserung bei der Wissensorganisation und im Bereich der kognitiven Strategien.</p> <p>[Squire und Barab, 2004] [Civilization, 1991]</p>
<p>Life Challenge Spiel zur Vermittlung von Wissen über HIV bei Jugendlichen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Challenge • Fantasy • Sens. Stimuli 	<p>Die Studie untersucht die Verbesserung der Teilnehmer in den Bereichen Wissen und Motivation.</p> <p>Es konnte ein signifikanter Wissenszuwachs um das Thema HIV festgestellt werden.</p> <p>[Thomas et al., 1997]</p>
<p>Magalu Hermes Tiki-Tiki Roli Hangman Lernspiele die in den ersten beiden Schulklassen eingesetzt werden. Denkspiele, bei denen Objekte korrekt zugeordnet werden müssen oder Wörter ergänzt werden sollen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Challenge • Conflict • Control • Fantasy • Mystery • Rules/Goals 	<p>Die Studie untersucht ob Serious Games für diese Altersgruppe (Player Characteristics) geeignet ist.</p> <p>Die Spiele wurden als unterhaltsam und motivierend bewertet.</p> <p>Innerhalb der Klasse verbesserte sich die Dynamik und die Aufmerksamkeit der Schüler.</p> <p>[Rosas et al., 2003]</p>

Tabelle 5.1 – Fortsetzung

Serious Games	Game-Design Attribute	Untersuchungsergebnisse
<p>Zombie Division Der Spieler muss in der Rolle eines antiken Kämpfers Monster besiegen, indem er Aufgaben zur Bruchrechnung korrekt löst.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Challenge • Conflict • Control • Fantasy • Mystery • Rules/Goals 	<p>Es werden zwei Versionen verglichen: Eine enthält die Aufgabe der Bruchrechnung als intrinsisches Element, bei einer weiteren werden die Aufgaben nur auf das Spiel aufgesetzt und sind kein elementarer Bestandteil.</p> <p>Das intrinsische Game-Design zeigt bessere Ergebnisse beim Wissenszuwachs, als auch bei der Motivation des Spielers</p> <p>[Habgood et al., 2005] [Habgood, 2005]</p>
<p>Space Fortress II Der Spieler übernimmt die Kontrolle eines Raumschiffs und muss diverse Ziele zerstören</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conflict • Control • Fantasy • Rules/Goals 	<p>Untersuchung ob die Effektivität eines Lernszenarios durch ein Serious Game verbessert werden kann. Versuchspersonen, die zusätzlich zum normalen Training das Serious Game gespielt haben erreichten signifikant bessere Ergebnisse.</p> <p>[Day et al., 2001]</p>
<p>X-Plane Simulation von Flugzeugen und Raumschiffen in verschiedenen Einsatzszenarien</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Control • Sens. Stimuli • Rules 	<p>Untersuchung der <i>Game Characteristics</i> in Bezug auf die Eingabegeräte. Spieler, die realitätsnahe Eingabegeräte zur Verfügung hatten, zeigten signifikant bessere Ergebnisse als Gruppen, welche X-Plane mit Maus und Tastatur steuerten.</p> <p>[Proctor und Bauer, 2007] [X-Plane, 1994]</p>

Tabelle 5.1 – Fortsetzung

Serious Games	Game-Design Attribute	Untersuchungsergebnisse
<p>Europe 2045 Online Multiplayer Strategie. Simuliert politische Entscheidungsprozesse in der Europäischen Union. Der Spieler übernimmt die Verantwortung für ein Mitgliedland der EU.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Control • Challenge • Fantasy • Rules/Goals 	<p>Potenzielle Probleme innerhalb der <i>Game Characteristics</i> und <i>Instructional Content</i> wurden analysiert und Lösungen vorgeschlagen.</p> <p>[Sisler und Brom, 2008]</p>
<p>TKA Serious Game Serious Game, welches eine Knie Operation zur Ausbildung von Chirurgen simuliert.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Rules/Goals • Sens. Stimuli • Challenge 	<p>Technische Details, Probleme und Lösungen in der Umsetzung werden diskutiert.</p> <p>[Sabri et al., 2010]</p>
<p>Gersang Gersang ist ein Online Rollenspiel, in dem der Spieler die Rolle eines Kaufmannes einnimmt.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sens. Stimuli • Fantasy • Mystery • Challenge 	<p>In der Studie wird der Einsatz von Gersang in der Schule zur Vermittlung von marktwirtschaftlichen Prinzipien untersucht. Dabei stehen insbesondere die Auswirkungen metakognitiver Strategien auf den Lernerfolg im Vordergrund.</p> <p>Die Studie kommt zu dem Ergebnis, dass die Häufigkeit mit der metakognitive Strategien angewandt werden, signifikant mit der Leistungsverbesserung korreliert.</p> <p>[Bokyeong et al., 2009] [Gersang, 2002]</p>

Tabelle 5.1 – Fortsetzung

Serious Games	Game-Design Attribute	Untersuchungsergebnisse
<p>Global Conflicts: Palestine Der Spieler soll in der Rolle eines Journalisten über den Nah-Ost Konflikt recherchieren.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sens. Stimuli • Fantasy • Mystery 	<p>Die Studie betrachtet die durch das Spiel erreichten <i>Learning Outcomes</i> in Abhängigkeit zu anderen Lernszenarien. Personen, die mit Global Conflicts Palestine trainierten gaben an motivierter zu sein.</p> <p>[Buch und Egenfeld-Nielsen, 2007] [Global Conflicts Palestine, 2007]</p>

5.4 Fazit

Wir haben in diesem Abschnitt ein geeignetes Forschungs Framework für die weitere Forschung zu Wirkungen von Game-Design Attributen, Lernprozessen und Erfolg im Digital Game Based Learning entwickelt. Diese orientierten sich am Prozess des Erfahrungslernens, der Metakognition, den Charakteristiken des Spiels, des Spielers und der Lernumgebung.

Bei einem Vergleich bisheriger Studien und deren Eingliederung in unser Framework zeigte sich, dass verschiedene Spielmechanismen in Abhängigkeit vom (kognitiven, affektiven, psychomotorischem) Lernerfolg untersucht wurden. Obwohl viele Autoren annehmen, dass der Prozess des Erfahrungslernens und der Metakognition einen wichtigen Einfluss auf die Motivation und den Lernerfolg hat, existieren wenige Studien und nur unzureichende Ergebnisse zu diesen Gebieten. Um die Wirkungsweise verschiedener Attribute eines Serious Game weitergehend zu untersuchen, werden diese in Abhängigkeit des ausgelösten Lernprozesses und der Lernerfolge betrachtet.

Anmerkung: Die theoretische Analyse und das in diesem Kapitel entwickelte Modell wurde 2010 im Konferenzband der Edulearn 2010 veröffentlicht [Bufe und Krömker, 2010b].

6 Anforderungen und Hypothesen

Im letzten Kapitel haben wir theoretisches Modell entwickelt, welches als Forschungsframework dieser Arbeit zugrunde liegt. Forschungsbereiche für diese Arbeit waren der Prozess des Erfahrungslernens, Metakognition, sowie Charakteristiken des Spielers in Zusammenhang mit den Game-Design Attributen. Vor der Konzeption eines spezifischen Serious Game, werden werden an dieser Stelle Anforderungen an unser Game-Design und Forschungshypothesen formuliert.

6.1 Game-Design Attribute & Spieler Charakteristiken: Der Net-Generation Konflikt

Die Untersuchung des Einflusses der Spieler Charakteristiken auf DGBL, ist insbesondere vor dem Hintergrund der aktuellen Diskussion und Forschung um den Net-Generation Konflikt von Bedeutung (Vgl. Kapitel 4.7 Generationenkonflikte).

Wir betrachten in diesem Zusammenhang folgende Fragestellungen: Kann DGBL für beide Generationen gleichermaßen erfolgreich sein? Welche Game-Design Attribute sind erforderlich um DGBL auch für die Non-Net-Generation erfolgreich einzusetzen?

6.1.1 Anforderungen an das Game-Design

Die Net-Generation wird in erster Linie durch das Aufwachsen mit neuen Medien und den damit einhergehenden Veränderungen im (Lern-)Verhalten definiert. Dies hat folgende Auswirkungen auf eLearning und DGBL Szenarien: Während die Net-Generation mit Videospiele vertraut ist und sie gleichberechtigt neben anderen Medien als Teil ihrer Kultur wahrnimmt, ist dies bei der Non-Net-Generation nicht zwangsausfüllig der Fall [Opaschowski, 1999], [Prensky, 2003] [Schulmeister, 2009]. Wenn ein Videospiele bei-

de Spielergruppen motivieren möchte, müssen im Game Design also folgende Aspekte berücksichtigt werden:

Akzeptanz: Wie wir bei der Diskussion über ein für die Non-Net-Generation geeignetes DGBL Szenario festgestellt haben, ist ein zentraler Aspekt die Akzeptanz von Videospiele. Wird das eingesetzte Serious Game nicht als ein geeignetes Medium zur Wissensvermittlung akzeptiert, weil es als Kinderspielzeug oder als zu unangemessen/realitätsfremd gesehen wird, gefährdet dies den Erfolg des DGBL Szenarios.

Technologische Hindernisse: In sämtlichen eLearning Szenarien existiert für die Teilnehmer eine sogenannte technologische Hürde. Diese zeichnet sich durch die von der eingesetzten Technik ausgehenden Zusatzbelastung an den Lernenden aus, die zusätzlich zum eigentlichen Lerninhalt bewältigt werden muss. In einem Serious Game in dem der Spieler einen Avatar durch einen dreidimensionalen Raum bewegen muss, kann dies das Erlernen der Steuerung und die Orientierung im virtuellen Raum sein. Für Lernende mit einer nur geringen Erfahrung im Umgang mit Videospiele wird die Zusatzbelastung entsprechend höher ausfallen als bei erfahrenen Spielern. Folglich ist es insbesondere bei DGBL Szenarien für eine Non-Net-Generation Zielgruppe wichtig, diese Aspekte im Game-Design zu berücksichtigen.

Einsteigerfreundliches Gameplay: Ähnlich wie die technologischen Hindernisse darf das Gameplay eines Serious Game den Lernenden nicht überfordern. Je weniger Erfahrung ein Spieler im Umgang mit Videospiele besitzt, desto eher kann dieser durch zuviele Aufgaben und Herausforderungen innerhalb des Spiels überfordert werden. Eine Anforderung an ein gutes Game-Design ist es, die Herausforderung an den Spieler in einem Zustand zwischen Unterforderung (bspw. Langeweile durch einen zu geringen Schwierigkeitsgrad) und Überforderung (bspw. Frust durch ein zu schweres Spiel) zu halten [Schell, 2008, Zimmerman und Tsikalas Kallen E., 2008].

6.1.2 DGBL - Ist generationenübergreifendes, kooperatives Lernen möglich?

Die potentiellen Herausforderungen an ein DGBL Szenario für eine Non-Net-Generation Zielgruppe gewinnen zusätzlich an Gewicht, falls ein Serious Game generationsübergreifend eingesetzt werden soll. In einem solchen Lernszenario, das die Bedürfnisse beider Generationen berücksichtigen muss, kann es besonders schwer sein das richtige Maß bezüglich Herausforderung und Komplexität zu finden. Während technologische Hürden für alle Teilnehmer niedrig gehalten werden sollten, muss das Game-Design die Anforderungen an den Spieler so gestalten, dass Lernende der Non-Net-Generation nicht überfordert werden und bei Personen der Net-Generation keine Unterforderung entsteht.

Mit diesen Herausforderungen entstehen aber auch neue Möglichkeiten: So können unerfahrene und erfahrene Spieler zusammenarbeiten und sich gegenseitig innerhalb des Spiels ergänzen. Während alle Spieler gemeinsam Spielstrategien erarbeiten, kann so die anschließende Umsetzung innerhalb des Spiels von einem erfahrenen Spieler übernommen werden.

Es wird in Kapitel 7 in diesem Zusammenhang das Konzept und die Entwicklung des Serious Game FISS beschreiben, welches generationsübergreifend kooperativ gespielt werden soll. Dabei werden sich **Game-Design Attribute** von FISS an den in diesem Kapitel entwickelten **Game-Design Paradigmen** (*Akzeptanz, Niedrige technische Hürde, Einsteigerfreundliches Gameplay*) orientieren.

Im Anschluss wird der Erfolg dieser Game-Design Paradigmen in Abhängigkeit von Spiel- und Lernerfolg der verschiedenen Generationen untersucht.

6.2 Präferenzen im Prozess des Erfahrungslernens und ihre Auswirkungen auf DGBL

Der zweite wichtige Aspekt betrifft die Auswirkungen des Prozesses des Erfahrungslernens. Wir unterscheiden die Lernenden entsprechend der Lernstiltypen nach Kolb.

Wie begünstigen Game-Design Attribute eines Spiels bestimmte Lernstile oder benachteiligen wiederum andere? Da innerhalb der Lernstiltheorie von Kolb Lernstilpräferenzen in Abhängigkeit von Berufsgruppen gesetzt worden sind, können diese Erkenntnisse unter

anderem genutzt werden um ein Serious Game an spezielle Zielgruppen anzupassen. Zusätzlich können früh potentielle Probleme innerhalb eines DGBL Szenarios ausgemacht werden und Lernende mit anderen - bisher unzureichend berücksichtigten - Präferenzen stärker eingebunden werden.

6.2.1 Auswirkungen des Game-Design auf verschiedene Lernpräferenzen

Bisherige Studien zu den Lernpräferenzen/Lernstilen weisen auf den Zusammenhang zwischen Kompetenzen, bevorzugten Arbeitsweisen und Berufsgruppen hin (Vergleiche Tabelle 4.1). Eine Hypothese in Bezug auf das Lernen mit Videospiele ist, dass sich diese Präferenzen auf die Aufgaben innerhalb des Spiels fortsetzen. Dies kann beispielsweise zur Folge haben, dass Videospiele und Serious Games die das Führen und Verwalten von Einheiten als Hauptinhalt haben, insbesondere von Personen mit Präferenzen im akkomodierenden Stil bevorzugt werden. Ein Game-Design, welches soziale Aspekte wie das Erwerben von Vertrauen oder das Führen von Beziehungen als zentrales Element besitzen, könnten eher einen divergierenden Lernstil begünstigen (Vgl. Tabelle 6.1). Ein DGBL Szenario soll entsprechend mögliche Vorlieben seiner Zielgruppe in sein Konzept einfließen lassen. Diese Maßnahmen können nicht nur eine höhere Motivation unter den Lernenden schaffen, sondern auch die Lernleistungen steigern. Lernstilunabhängig soll das Game-Design von FISS die Reflektion über den Lerninhalt fördern, um einen intensiven Lernprozess zu ermöglichen. Wir fassen diese Game-Design Attribute unter dem Game-Design Paradigma *Unterstützung des Lernprozesses* zusammen.

6.3 Anforderungen an die Förderung metakognitiver

Prozesse und die Auswirkungen im DGBL

Parallel zum Erfahrungslernen bestimmen metakognitive Effekte den Lernprozess innerhalb von DGBL Szenarien. Die Intensität von metakognitiver Kontrolle und Regulation des kognitiven Prozesses hat einen signifikanten Einfluss auf den Lernerfolg [Perfect und Schwartz, 2002]. So wurde nachgewiesen, dass Spieler die häufig metakognitive Strategien einsetzen signifikant besser bezüglich des Lern- und Spielerfolges abschneiden [Bokyeong et al., 2009]. In dieser Studie werden metakognitive Kompetenzen

Lernstil	Bevorzugte Aufgaben/Tätigkeiten	Beispiele für geeignete Spielmechaniken
akkomodierender Stil	Realisierung von Aufgaben, Treffen von Entscheidungen	Managementsimulationen, Verwaltung von Personen und Ressourcen
divergierender Stil	persönliche Beratung, Etablierung von Beziehungen	Rollenspiele, Spiele, die Diplomatie und das Vermitteln zwischen verschiedenen Parteien fordern
assimilierender Stil	Modellierung und Analyse von Problemen	Spiele, die insbesondere abstraktes Denken und Problemlösen erfordern
konvergierender Stil	Praktisches und technisches Lösen von Problemen	Bewältigen von konkreten Hindernissen und Aufgaben, Spiele mit simulationslastigem Gameplay

Tabelle 6.1: Hypothese über die Auswirkungen der Lernstile auf die Game-Design Präferenzen

jedoch nur auf die Häufigkeit der Strategieverwendung reduziert. Verschiedene Lerneinstufungstest versuchen hingegen die metakognitiven Kompetenzen einer Person direkt zu erfassen [Wild et al., 1993].

Vor dem Hintergrund bisheriger Studien und Kompetenzen erwarten wir, dass sich metakognitive Fähigkeiten positiv auf den Lernerfolg im DGBL auswirken.

6.4 Zusammenfassung der Forschungshypothesen

Zusammenfassend lassen sich folgende Annahmen festhalten:

Hypothese 1: Serious Games, deren Aufbau sich an den bevorzugten Aufgaben eines Lernstils orientieren (Vgl. Tabelle 6.1) werden Lerninhalte erfolgreicher vermitteln.

Hypothese 2: Ein Serious Game, welches auf geeigneten Game-Design Paradigmen basiert ist trotz des Generationenkonfliktes für eine generationsübergreifende Zielgruppe geeignet.

Hypothese 3: Metakognitive Kompetenzen haben einen signifikanten Einfluss auf den Lernerfolg im DGBL.

7 Konzeption und Entwicklung eines Serious Game zur Schulung von Ingenieuren

Ausgangspunkt für die Untersuchung der Hypothesen bildet die Entwicklung des Serious Game „Fertigungs- und Instandhaltungs-Strategie Simulation“ - kurz FISS. FISS wurde Mitte 2008 in Kooperation der Universität Frankfurt und der Daimler AG entwickelt und wird seit Ende 2008 im internen Mitarbeiter Training von Daimler eingesetzt. Bei der Konzeption sollen speziell die im letzten Kapitel vorgeschlagenen Game-Design Paradigmen berücksichtigt werden-

7.1 Ausgangssituation

Das Mitarbeitertrainingsprogramm von Daimler wird seit 2007 in Zusammenarbeit mit der Professur für Graphische Datenverarbeitung an der Goethe Universität Frankfurt überarbeitet und weiterentwickelt. Bestehende Kurse wurden ergänzt und um das an der Goethe Universität Frankfurt entwickelte eLearning System *Lernbar* erweitert [Lernbar, 2011]. Das Training wird unter anderem durch interaktive Elemente wie Quizze oder Videos unterstützt. Das eLearning System *Lernbar* gliedert sich in drei Teilbereiche. Das Autorensystem, in dem der Autor unter der Verwendung verschiedener Templates einen Kurs erstellt. Den Player, der den Kurs wiedergibt und eine Online Plattform das sogenannte Lernbar-Portal, das die Inhalte für bestimmte Nutzergruppen online zur Verfügung stellt. Der Player läuft unter Verwendung des Adobe Flash Plugins im Browser des Nutzers.

Für das eines innerbetriebliche Training von Ingenieuren über Instandhaltungsstrategi-

en sollte ein Serious Game entwickelt werden, welches die Auswirkungen verschiedener Strategien aufzeigt und dem Spieler/Lernendem Freiraum zum Experimentieren gibt.

7.2 Anforderungen

In Zusammenarbeit mit den Ausbildungsleitern wurden verschiedene Anforderungen an das Spiel formuliert. Diese enthalten zum einen technische Aspekte, da sich FISS nahtlos in das vorhandene eLearning System der Lernbar integrieren soll. Zum anderen müssen Lernziele und Spielinhalte aufeinander abgestimmt werden um den gewünschten Lerninhalt zu vermitteln.

7.2.1 Lernziele

Das übergeordnete Lernziel ist das Verstehen der im Training vorgestellten Instandhaltungs-Strategien und Maßnahmen. Dabei sollen insbesondere folgende Lernziele innerhalb des Trainings erreicht werden:

- Risiken und Vorteile der zuvor im Training erlernten Reparaturstrategien verstehen. Erkenntnis, dass keine Generallösung oder Strategie existiert.
- Strategien zum Umgang und zur Vermeidung von Lieferengpässen.
- Identifizieren von kritischen Maschinen in einer Fertigungslinie und dem Einleiten von Gegenmaßnahmen.
- Anwendung verschiedener Wartungspläne und Verständnis ihrer Auswirkungen auf den Produktionsprozess.
- Effiziente Verwaltung von Personal.
- Gewinnorientierte Führung einer Fabrik.
- Ziele und Konflikte im Fabrikmanagement verstehen.

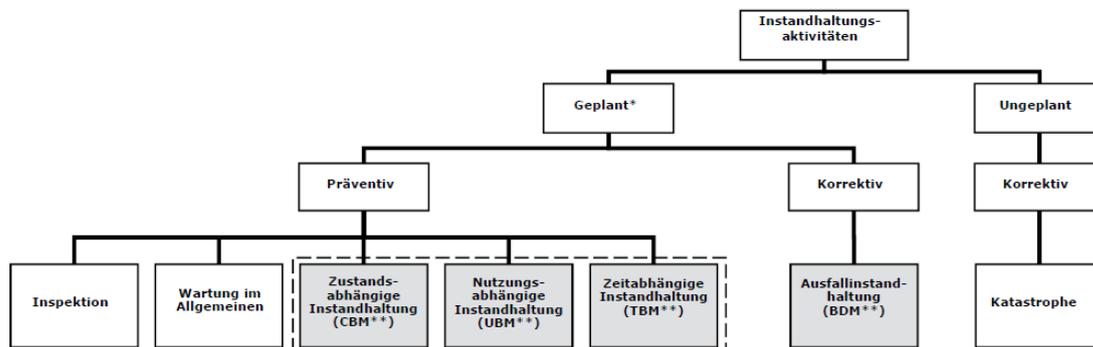


Abbildung 7.1: Beispiele für relevante Instandhaltungsstrategien.

7.2.2 Anforderung an den Spielinhalt

Der Spielinhalt soll die Lernziele in geeigneter Weise praxisnah vermitteln. Dabei soll ein realitätsnahes Setting gewählt werden. Da FISS primär im Anwesenheitstraining bei Daimler durchgeführt wird, müssen dem Trainer verschiedene Moderationstools zur Verfügung gestellt werden: Er muss in der Lage sein, in das Spiel einzugreifen und eigene Szenarien zur Verfügung stellen. Zudem muss die Möglichkeit bestehen, Pausen im Spielverlauf zu setzen und die Spiellänge von FISS zu bestimmen.

Damit innerhalb des Trainings verschiedene Strategien besprochen werden und allen Teilnehmern präsentiert werden können, soll der Trainer die Spielstände der Teilnehmer möglichst komfortabel speichern und am Ende des Trainings präsentieren können.

Der Aufbau der simulierten Produktionspipeline wurde von Daimler gestellt und besteht aus sechs Maschinen, wobei Maschine zwei und drei parallel produzieren.

7.2.3 Technische Anforderungen

Eine technische Anforderung an FISS ist insbesondere die Integration in das html/Flash/JavaScript basierende Framework *Lernbar*. Mit der Einbindung wäre FISS sowohl on- als auch offline im Training verfügbar. Sämtliche Strukturen zum Speichern eines Spielstandes oder von Konfigurationen sollen ohne zusätzliche Schreibrechte auf der Festplatte

auskommen, da dies im Trainingssetting nicht immer garantiert werden kann. Ebenso ist eine Internetverbindung nicht immer vorhanden und soll vom Spiel nicht vorausgesetzt werden.

Das Grafikdesign des Spiels sollte auf 13 Zoll Laptops in der von *Lernbar* bestimmten Auflösung von 1008x684 funktionieren und das Spielgeschehen so funktional wie möglich repräsentieren. Die benötigte Rechenleistung soll dabei möglichst niedrig ausfallen, da die eingesetzten Business-Laptops über wenig Leistung verfügen. (Typischerweise: Single Core Intel Centrino Plattform mit 1-2 Gigabyte Arbeitsspeicher, keine dedizierte Grafiklösung).

7.2.4 Spezielle Anforderungen der Zielgruppe

Da nicht alle Trainingsteilnehmer Erfahrungen im Umgang mit Videospielen und Simulationen besitzen, soll das Training keine spezifischen Kenntnisse voraussetzen und eine einsteigerfreundliche Bedienung bieten.

Desweiteren ist das Alter der Teilnehmer heterogen und variiert zwischen Mitte 20 bis Anfang 50. Aus diesem Grund muss der Net-Generation Konflikt berücksichtigt werden (Vgl. Game-Design Paradigmen Kapitel 6) bspw. sollen den Teilnehmern verschiedene Zugänge zum Spielablauf angeboten werden.

7.3 Konzeption

Die Herausforderung in der Konzeption von FISS besteht darin, die Lern- und Spielinhalte für die Zielgruppe geeignet, unter Beachtung der technischen Anforderungen zu realisieren. Im Zentrum der Konzeption steht dabei die Produktionspipeline, d.h. der Maschinenpark, der von dem Spieler effizient verwaltet werden soll.

7.3.1 Die Produktionspipeline

Maschinen: Das Kernelement des Spiels bildet eine Produktionspipeline, die aus mehreren Maschinen und Zwischenlagern besteht. Wir fassen jede Maschine dahingehend idealisiert auf, dass sie ein Ausgangsmaterial in ein (nicht näher spezifiziertes) Zielmaterial überführt. Dabei arbeitet jede Maschine unabhängig vom Rest der Fertigungslinie

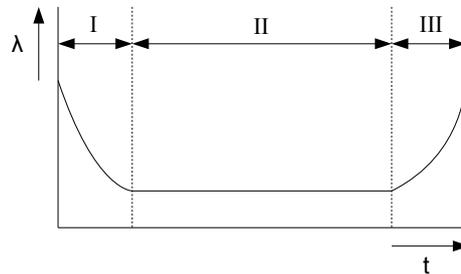


Abbildung 7.2: Die „Badewannenkurve“ λ : Ausfallrate in 1/Zeiteinheit t :Lebenszeit

weiter, bis sie einen Defekt erleidet oder ihr Produktionsmaterial ausgeht. Jede Maschine hat neben diesen beiden Zuständen (Funktionsbereit und Defekt) einen zusätzlichen Zustand in dem - geeignete Diagnose vorausgesetzt - vor einem kommenden Ausfall gewarnt wird. Der Zeitpunkt des Defekts hängt von der so genannten MTBF (Mean Time Between Failure) und der Produktionsgeschwindigkeit ab. Die MTBF gibt dabei die mittlere Zeit zwischen zwei Ausfällen an. So bedeutet eine MTBF von drei Tagen, dass die Maschine im Schnitt zwischen zwei Ausfällen drei Tage produziert. Folglich gilt: Je größer die MTBF, desto geringer die Ausfallrate ($MTBF = 1/\lambda$; $\lambda := \text{Ausfallrate}$). Falls eine Maschine über ihre Normauslegung hinaus belastet wird, hat dies in der Regel durch erhöhten Verschleiß eine negative Auswirkung auf die Ausfallrate.

Alle technischen Systeme wie die Simulierten Fertigungsanlagen unterliegen im Betrieb dem Verschleiß und der Alterung. Die damit verbundene Ausfallrate wird mit Hilfe der sogenannten Badewannenkurve beschrieben (Abb. 7.2). In dem Graphen ist die Ausfallrate gegen die Lebenszeit einer Anlage aufgetragen. Man erkennt drei Hauptphasen: Die Ausfallrate ist zu Beginn (Phase I) und zum Ende (Phase III) der Lebensdauer besonders hoch, während sie in der mittleren Phase (Phase II) niedriger und annähernd konstant bleibt. Um die Simulation zu vereinfachen, werden sich die Anlagen unserer Produktionskette in Phase II befinden. Falls eine Anlage nur unzureichend gewartet wird, kann sich deren MTBF mit der Zeit verkürzen und zu einer höheren Ausfallrate führen. Da die MTBF einer Maschine nur durch das Anlegen einer Historie statistisch ermittelt werden kann, ist sie im Spiel erst sichtbar, wenn der Spieler eine entsprechende Aktion veran-

lasst. Des Weiteren hat der Nutzer die Möglichkeit die Produktionsgeschwindigkeit zu beeinflussen oder die Maschine stillzulegen. Jede Aktion der Maschine erfordert zudem den Einsatz von Personal, welches die Maschine bedient oder Instandhaltungsmaßnahmen durchführt.

Zwischenlager: Eine wichtige Aufgabe der Spieler ist es Materialengpässe zu vermeiden: Sobald das Zwischenlager für Produktionsmaterial einer Maschine leer ist, kann diese nicht mehr produzieren, da ihr die Teile fehlen (Abb. 7.3). Der Spieler kann diesem Problem begegnen, indem er die Produktionsmaschinen regelmäßig wartet, ggf. aufrüstet und Materialpuffer zwischen den Anlagen aufbaut. Für eine zuverlässige Produktion kann es also nützlich sein Zwischenlager mit ungenutzten Teilen aufzubauen. Durch das



Abbildung 7.3: Maschine E kann die Stückzahl der Vorperiode mangels Rohmaterial nicht erreichen

ungenutzte Kapital entstehen Kosten in Form von Lageraufwand und Zinsen. Daher hat jedes ungenutzte Teil negative Auswirkungen auf den Gewinn. Eine Ausnahme bezüglich den Zwischenlagern bilden die erste und letzte Maschine in der Produktionspipeline. Während der ersten Maschine immer genug Rohmaterial zur Verfügung steht wird das von der letzten Maschine erzeugte Produkt direkt verkauft und erzeugt so den Umsatz der Fertigungslinie.

7.3.2 Instandhaltungsmaßnahmen

Die Instandhaltungsmaßnahmen in der simulierten Fabrik gliedern sich in zwei Teile: Präventive Pläne und Untersuchungen, die im laufenden Betrieb durchgeführt werden können und Aktionen die ein Abschalten der Maschine erfordern. Hierzu gehören Instand-

haltungmaßnahmen wie Reparaturen oder Verbesserungen einzelner Anlagen. Wichtig bei der Konzeption der einzelnen Aktionen war neben möglichst realitätsnahen Auswirkungen die Relevanz innerhalb des Spiels. Jede Aktion, soll in der Realität, wie auch im Spielverlauf eine wichtige Bedeutung besitzen um vom Spieler verwendet zu werden. Auf der anderen Seite sollte eine Aktion keine anderen Maßnahmen dominieren und diese somit überflüssig machen.

Maßnahmen bei laufendem Betrieb:

Die wichtigsten Instandhaltungsmaßnahmen, die im laufenden Betrieb durchgeführt werden und im Training behandelt wurden, umfassen das Erstellen von Anlagenhistorien, Wartungsplänen und technischen Spezifizierungen, sowie dem Veranlassen von Anlagenüberprüfungen. Alle Pläne, die während des laufenden Betriebs erstellt wurden, verlieren im Spielverlauf an Aktualität und sollten daher regelmäßig erneuert werden. Jede dieser Maßnahmen benötigt zur Durchführung eine Arbeitskraft, die für eine bestimmte Spielzeit an diese Aufgabe gebunden ist.

Anlagenhistorie: Die Anlagenhistorie dient in einer realen Fabrik zur Dokumentation des Anlagenverhaltens und erlaubt eine gezielte Planung von Wartungs- und Verbesserungsmaßnahmen. Die Auswirkungen im Spiel umfassen das Aktualisieren der dem Spieler angezeigten MTBF. Zudem wird der Anlagenzustand in einer Historie festgehalten und eine vorbeugende Instandhaltung ermöglicht. Diese kann durchgeführt werden kann sobald sich ein kommender Ausfall ankündigt.

Wartungsplan: Ein Wartungsplan dient zur Planung von Instandhaltungsmaßnahmen, damit diese optimal durchgeführt werden können. Die Auswirkungen im Spiel umfassen somit reduzierte Kosten und eine geringere Arbeitszeit für kommende Reparaturen und Anlagenerweiterungen.

Anlagenüberprüfung: In einer realen Fertigungslinie werden Anlagenüberprüfungen genutzt um die Zuverlässigkeit einer Maschine und potentielle Defekte zu identifizieren. Hierdurch können Maschinenausfälle rechtzeitig erkannt und Wartungsarbeiten durchgeführt werden, bevor eine Maschine ausfällt. In der Simulation führt eine aktuelle Anlagenüberprüfung ebenfalls zu einer Früherkennung von Ausfällen: Falls ein Anlagenausfall in den kommenden Spielrunden droht, wird dies dem Spieler signalisiert. Dieser kann im

Anschluss - eine aktuelle Anlagenhistorie vorausgesetzt, vorbeugende Instandhaltungsmaßnahmen veranlassen.

Technische Spezifizierung: In der Realität wird eine Anlage technisch spezifiziert um Potential für Anlagenverbesserungen aufzudecken und die Zuverlässigkeit durch das Austauschen einzelner Komponenten zu erhöhen. Folglich bildet die technische Spezifizierung einer Anlage im Spiel die Voraussetzung zur Verbesserung einer Maschine. Im Gegensatz zu Anlagenhistorie, Wartungsplan und Anlagenüberprüfung bleibt eine technische Spezifizierung solange aktuell, bis die Anlage verbessert wurde.

Maßnahmen die einen Stillstand der Maschine erfordern

Maßnahmen, die nicht im laufenden Betrieb durchgeführt werden können, umfassen unter anderem Reparaturen und Anlagenverbesserungen. Durch geeignete Vorbereitungen, einen Wartungsplan oder eine Anlagenüberprüfung, lassen sich diese effizienter durchführen. Bei der Planung dieser Aktionen kann der Spieler ähnlich der Situation in einer realen Fabrik entscheiden, wieviel Personal er einer Aufgabe zuteilt. So ist es möglich, eine Arbeit von einer einzelnen Person durchführen zu lassen oder ein sogenanntes funktionsübergreifendes Team einzusetzen. Das funktionsübergreifende Team besteht aus drei Arbeitern die über verschiedene Qualifizierungen verfügen, wodurch Maßnahmen schneller durchgeführt werden können.

Reparatur: Eine Reparatur wird nach dem Eintreten eines Ausfalls durchgeführt. Wir nehmen in der Simulation an, dass eine Reparatur eine feste Zeitspanne benötigt, die nicht durch unvorhergesehene Ereignisse variiert. Nach einer Reparatur kann eine Maschine gemäß ihrer Ausfallwahrscheinlichkeit jederzeit wieder ausfallen. Falls der Spieler also *Pech* hat, kann die Maschine im schlimmsten Fall einen Tag nach der Reparatur einen erneuten Defekt erleiden. Dies war ausdrücklich erwünscht und ist Voraussetzung einer realitätsnahen Modellierung.

Notdürftige Reparatur: Eine notdürftige Reparatur kann schneller und kostengünstiger durchgeführt werden. Dies kann unter Anderem zur Vermeidung von kurzfristigen Materialengpässen notwendig sein. Ein Nachteil ist jedoch, dass die Maschine nach einer notdürftigen Reparatur schneller wieder ausfallen kann. Dies hat im Spiel zur Folge, dass die MTBF bis zur nächsten Instandhaltung reduziert ist.

Vorbeugende Instandhaltung: Die vorbeugende Instandhaltung kann durchgeführt werden, sobald ein kommender Ausfall prognostiziert wurde. Diese ist kostengünstiger und zeiteffizienter als eine Reparatur, die erst korrektiv, nach einem Ausfall, durchgeführt wird. Voraussetzung für eine *Vorbeugende Instandhaltung* ist eine vorangegangene, aktuelle Anlagenüberprüfung.

Anlagenverbesserung: Um die Ausfallrate der einzelnen Maschinen zu reduzieren und die MTBF zu erhöhen, können Teile einer Anlage ausgetauscht werden. In FISS kann der Spieler die MTBF in drei Schritten erhöhen, indem er eine kleine, mittlere oder große Anlagenverbesserung veranlasst. Die Voraussetzung zu einer Anlagenverbesserung ist eine aktuelle technische Spezifikation, die im laufenden Betrieb stattfinden kann. Eine Anlagenverbesserung ist teurer und aufwändiger als eine normale Instandhaltung, da sie das Beheben vorhandener Mängel beinhaltet.

7.3.3 Personalverwaltung

Alle Instandhaltungsmaßnahmen sowie das Bedienen der Maschinen erfordern den Einsatz von Personal. Während es in einer Fabrik eine Vielzahl von unterschiedlichen Beschäftigten und Qualifikationen gibt, beschränken sich FISS auf drei Qualifikationsstufen, sowie zwei Beschäftigungsmodelle. Der Spieler muss entscheiden, welches und wieviel Personal eingestellt oder aber auch entlassen wird. Eine weitere Einschränkung in FISS ist ein unbegrenzter Personalmarkt. Dies hat zur Folge, dass der Spieler immer genug geeignete Bewerber zur Anstellung in der Fabrik findet.

Beschäftigungsmodelle: Festangestellte vs Externe Mitarbeiter

Ähnlich einer realen Situation hat der Spieler in FISS die Wahl sein Personal in verschiedenen Beschäftigungsverhältnissen anzustellen.

Festangestellte: Eine Festanstellung gliedert sich innerhalb des Spiels in drei Phasen. In der ersten Phase muss die neu beschäftigte Person zunächst über einen gewissen Zeitraum angeleitet werden. In dieser kann sie keine Aktionen durchführen und erhält dennoch Lohn. Nach dieser Phase können dem Arbeiter, je nach Qualifikation, verschiedene Aufgaben in der Fabrik zugewiesen werden. Falls das Beschäftigungsverhältnis beendet werden soll, muss eine Abfindung geleistet werden. Zudem kann eine Entlassung

durch Ereignisse innerhalb des Spiels verzögert oder verweigert werden.

Externe Mitarbeiter: Externe Mitarbeiter sind angelehnt an reale Verhältnisse relativ einfach einzustellen und zu entlassen. Idealerweise wird in FISS deshalb auf die Anlernphase, sowie eine Abfindung verzichtet. Diese Flexibilität muss sich der Spieler jedoch durch das Zahlen von höheren Löhnen erkaufen. Externe Mitarbeiter sind folglich zum Ausgleich von kurzfristigem Personalbedarf geeignet.

Qualifikationsstufen: Bediener, Schlosser und Ingenieure

In FISS wird zwischen drei Qualifikationsstufen unterschieden: Anlagenbediener, Schlosser und Ingenieure. In der Simulation kann ein höher qualifizierter Arbeiter auch Aufgaben von geringer qualifizierten Personal durchführen.

Anlagenbediener: Anlagenbediener stellen die am geringsten qualifizierte Beschäftigungsklasse und sind am günstigsten zu unterhalten. Ihre Aufgaben umfassen neben dem Bedienen der Maschinen auch das Führen von Anlagenhistorien und Funktionsüberprüfungen. Reparaturen und Wartungsarbeiten können sie in einem funktionsübergreifenden Team unterstützen.

Schlosser: Arbeiter mit einer Qualifikation als Schlosser können alle Tätigkeiten eines Bedieners erfüllen. Aufgrund ihrer höheren Qualifikation ist ihre Beschäftigung zudem kostspieliger. Zusätzlich sind Schlosser in der Lage, Wartungspläne zu erstellen und Reparaturen und Instandhaltungen durchzuführen.

Ingenieure: Die höchste Qualifikationsstufe bilden Ingenieure. Sie sind am teuersten und können alle Aufgaben innerhalb des Spiels wahrnehmen. Hierzu zählt insbesondere das technische Spezifizieren von Maschinen und die anschließende Verbesserung der Anlage.

Aufgrund der unterschiedlichen Qualifikationen und Kosten ist der Spieler gefordert geeignetes Stammpersonal einzustellen, um zum einen möglichst kosteneffizient zu arbeiten und zum anderen auch auf unvorhergesehene Ereignisse und Anlagenausfälle reagieren zu können.

7.3.4 Gameplay

Modellierung der Zeit

Zwei Spielmechaniken, um Zeit in einem Videospiel darzustellen, bilden Runden- und Echtzeit-Modelle.

In einem *Echtzeit-Modell* läuft die Zeit kontinuierlich - jedoch nicht notwendigerweise in Realzeit - ab: Während der Spieler seine Entscheidungen und Aktionen trifft, läuft das Spiel weiter. Die Spieler und ggf. Computergegner treffen so ihre Entscheidungen gleichzeitig. Hierbei ist es insbesondere wichtig Entscheidungen schnell zu treffen und auszuführen, wenn der Spieler erfolgreich sein möchte. Ein Beispiel für Videospiele, die auf Echtzeit-Modellen basieren sind Autorennspiele wie *Need for Speed* [Need For Speed, 1994], Shooter wie *Crysis* [Crysis, 2008] aber auch Echtzeitstrategiespiele wie die *Command&Conquer* Serie [Command and Conquer, 1995]. Echtzeit referenziert bei Videospiel in der Regel auf einen kontinuierlichen Zeitablauf und nicht das Ablaufen von Spielaktionen in Realzeit.

Im Gegensatz zum Echtzeit-Modell stehen rundenbasierende Spiele. In rundenbasierenden Spielen läuft die Zeit in einer diskreten Anzahl von Schritten ab. In jedem Schritt kann der Spieler Entscheidungen treffen. Eine Runde kann beispielsweise durch eine Aktion des Spielers oder dem Ablauf einer festgelegten Aktionszeit beendet werden. Beispiele für rundenbasierende Spiele sind klassische Brettspiele wie Schach oder Strategiespiele wie *Civilization* [Civilization, 1991]. In der Regel existiert so im Gegensatz zu Echtzeit Modellen ein geringerer Zeitdruck für den Spieler. Der Spieler kann also mehr Zeit in die Planung und Durchführung seiner Strategie investieren. Es wird vermutet, dass insbesondere rundenbasierende Spiele in der Lage sind den Spieler besser zum Reflektieren seiner Handlungen zu bewegen und so den Lernerfolg im DGBL steigern [Soren Johnson, 2009].

Die FIS-Simulation wird entsprechend als rundenbasierendes Strategiespiel umgesetzt. Der Spieler trifft seine Entscheidungen, wie das Durchführen von Instandhaltungsarbeiten oder dem Einstellen von Personal. Durch das Bestätigen seiner Aktionen wird ein virtueller Arbeitstag, ein sogenannter Produktionszyklus, ausgelöst: Maschinen produzieren, werden repariert oder fallen aus. Diese Art des Gameplay vereinfacht die zeitliche

Übersicht und Vergleichbarkeit der angewendeten Strategien. FISS lässt den Spielern Zeit, in der Entscheidungen diskutiert und reflektiert werden können. Aufgrund der für das Training zur Verfügung stehenden Zeit wurde die Rundenanzahl bis Spielende auf 40 festgesetzt.

Zusätzlich wird jede Runde ein Zeitlimit besitzen, das eine Entscheidung nach einer gewissen Zeit erzwingt. Dieses Limit ist zu Beginn des Spiels großzügig bemessen und verschärft sich mit dem Ablauf von FISS. Hierdurch ist gewährleistet, dass die Teilnehmer zu Beginn genug Zeit haben mit FISS vertraut zu werden und gegen Ende eine zusätzliche Herausforderung entsteht sowie ausufernde Diskussionen unterbunden werden.

Spiele im Team

FISS soll im Team von 3-5 Personen gespielt werden, wobei jeder Spieler eine andere Rolle und Ziele erhält. Dies ist unter anderem aus folgenden Gründen sinnvoll: Es erlaubt eine lebhaftere Diskussion bei der Findung von Strategien, wodurch der Lerninhalt besser reflektiert werden kann. Die Teilnehmer können sich gegenseitig bezüglich des Lerninhaltes als auch bei der Bewältigung von technischen Hürden unterstützen. Durch die Einteilung in verschiedene Rollen und das Zuweisen verschiedener Ziele innerhalb des Teams, werden Konflikte im Fabrikmanagement und ihre möglichen Auswirkungen auf die Instandhaltung, sowie die Effizienz einer Fertigungslinie erfahrbar. Die Teilnehmer können vier verschiedene Rollen mit individuellen Leistungszielen und Aufgaben innerhalb der Fabrik einnehmen.

Werkleiter: Der Werkleiter ist für den Gewinn der Fabrik verantwortlich und hat, falls keine Einigung zwischen den Spielern erzielt werden kann, eine Entscheidungshoheit. Damit der Werkleiter sein Ziel erreichen kann, muss er im Laufe des Spiels 4,5 Mio Euro Rohgewinn erzielen und eine Rentabilität von wenigstens 12% vorweisen. Falls nur drei Spieler an der Simulation teilnehmen, bleibt die Rolle des Werkleiters unbesetzt.

Produktionsleiter: Ziel des Produktionsleiters ist es die Produktionsanlagen in einem möglichst guten Zustand zu halten und zu optimieren. Dabei muss er sicherstellen, dass das Produktionsvolumen gehalten und die Verfügbarkeit der Maschinen erhöht wird. Seine Zielvereinbarung sieht vor, dass eine GAE (Gesamt-Anlagen-Effizienz) von mindestens

80% erreicht werden muss. Falls ein Team aus 5 Personen besteht, wird die Position des Produktionsleiters mit unterschiedlichen Zuständigkeitsbereichen doppelt besetzt. Dabei ist jeder Produktionsleiter für unterschiedliche Bereiche der Fertigungslinie zuständig.

Betriebsingenieur: Die Aktualität der Anlagen ist die Hauptaufgabe des Betriebsingenieurs. Um dies zu gewährleisten, muss er durch Verbesserungen dem stetigen Anlagenverschleiß entgegenwirken. Seine Zielvereinbarung sieht eine Verbesserung der Anlagen MTBF um mindestens 25 Zeiteinheiten vor.

Instandhaltungsleiter: Der Instandhaltungsleiter ist für die Ausfallvorbeugung und Reparatur von defekten Maschinen zuständig. Zur Erfüllung seiner Zielvereinbarung muss er die durchschnittlichen Instandhaltungskosten der Fertigungslinie unter einem Wert von 30 Euro pro Stück halten.

Mit dieser Rollenverteilung werden nicht nur Zuständigkeiten geklärt, sondern auch Konflikte geschaffen, die innerhalb des Spiels gelöst werden müssen. Diese entstehen unter anderem durch die Verwendung von Kapital um die unterschiedlichen Zielvereinbarungen zu erfüllen. Folgendes Szenario wäre denkbar: Der Betriebsingenieur möchte in die Verbesserung von Anlagen investieren. Dies steht jedoch im Konflikt zu den Zielen des Werk- und Produktionsleiters, da diese den Gewinn, sowie die Verfügbarkeit der Maschinen maximieren wollen und das Durchführen von Verbesserungen Geld und Produktionszeit in Anspruch nimmt.

Die hierdurch angeregten Diskussionen dienen nicht zur Vermittlung von Wissen über mögliche Konfliktpunkte im Fabrikmanagement, sondern auch einer aktiven Auseinandersetzung mit dem Lerninhalt. Die Lernenden sind gefordert über die Auswirkungen von Entscheidungen auf

Spielablauf: Spiel-, Präsentations- und Einführungs-Phasen

Für die Einbindung von FISS in das Training ist ein Trainingstag vorgesehen. Damit innerhalb der FIS Simulation auch langfristige Strategien zum Tragen kommen, wird an diesem Tag auf mehrere kurze Spiele zugunsten einer zusammenhängenden Spieleinheit verzichtet. Um in dieser Zeit das Spiel zu erlernen und über verschiedene Strategien im Plenum diskutieren zu können, unterteilt sich der Spielverlauf in drei Phasen.

Einführungsphase: Am Beginn der Trainingseinheit steht die Einführungsphase. In

dieser sollen sich die Spieler mit der Bedienung und den Möglichkeiten von FISS vertraut machen und das Spiel erlernen. Hierzu werden zunächst die Grundaktionen und Ziele innerhalb von FISS erklärt und anschließend in einigen Proberunden durchgespielt. Um die Zugänglichkeit für die Teilnehmer zu erhöhen, kann auf einen Papierspielplan, der das Spielgeschehen abbildet, zurückgegriffen werden. In dieser Phase haben die Spieler die Möglichkeit Fragen zu FISS mit dem Trainer zu klären. Diese Phase soll ca. 30-45 Minuten nicht überschreiten. Mit dem Beenden dieses Abschnittes werden die Spielstände zurückgesetzt und die Teilnehmer beginnen erneut.

Spielphase: In der Hauptspielphase die ca. 4 Stunden in Anspruch nimmt wird FISS von den Teilnehmern selbstständig gespielt. Um Fragen bezüglich des Spielinhaltes oder der Instandhaltungsstrategien zu klären sind Trainer im Einsatz. Die Spielphase kann in vordefinierten Intervallen vom Trainer unterbrochen werden, damit Pausen und Präsentationsphasen zu möglich sind.

Präsentationsphasen: Gegen Mitte und am Ende des Spiels stehen die Präsentationsphasen. Während dieser Phasen pausiert das Spiel während die Teilnehmer ihre aktuellen Spielergebnisse vor der Übungsgruppe und den Trainern vorstellen. Dabei müssen die Teilnehmer ihre Strategien erläutern und Vorhersagen über die Erfüllung ihrer Zielvereinbarungen treffen. Der Trainer hat die Möglichkeit die verschiedenen Gruppen anhand ihrer Ergebnisse und getroffenen Entscheidungen zu vergleichen. Ein wichtiger Teil der Präsentationsphase ist die Reflektion der bisherigen Strategien in Abhängigkeit ihres Erfolgs mit den anderen Teilnehmern zu diskutieren. Jede der beiden Präsentationsphasen ist auf ca. 45 Minuten festgesetzt.

Diese Einteilung des Spielverlaufes dient folgenden Faktoren: Der Spieleinstieg wird durch die Einführungsphase und den Papierspielplan erleichtert. Trainer stehen während des Spiels bereit um bei der Durchführung zu helfen und direktes Feedback zu geben. Die Reflektion über den Lerninhalt wird durch die Präsentationsphasen und Diskussionen gefördert.

7.3.5 Technik und Visualisierung

FISS soll in Adobe Flash implementiert werden, um eine nahtlose Integration in das vorhandene Lernbar-Framework zu ermöglichen. Das visuelle Design soll möglichst einfach

mit Hilfe zweidimensionaler Grafiken gehalten werden, um zum einen die Hardwareanforderungen so niedrig wie möglich zu halten und zum anderen einen verspielten Eindruck zu vermeiden (Vgl. Kapitel 5 Generationenkonflikte).

Neben detailliertem Feedback über den Status der Fabrikationslinie soll speziell die Entwicklung der Kennzahlen für die Erfüllung der Zielvereinbarungen hervorgehoben und ihre Verläufe als Graphen visualisiert werden. Anhand dieser Graphen können die Leistungen der einzelnen Teams verglichen werden.

7.3.6 Administrationsmöglichkeiten

Um das DGBL Szenario geeignet zu leiten und auch einzelne Gruppen gezielt pädagogisch unterstützen zu können, müssen dem Trainer verschiedene Eingriffsmöglichkeiten innerhalb von FISS zur Verfügung stehen. Diese Optionen sollen in einem Trainermodus, durch ein Passwort gesichert, zur Verfügung gestellt werden. In Zusammenarbeit mit den Leitern des Daimler Trainingsprogramms wurden folgende Aspekte erarbeitet:

Definieren von Spielpausen: Vor Beginn des Trainings soll der Trainer Spielpausen zur zeitlichen Organisation setzen können, um beispielsweise eine Mittagspause einzuplanen. Der Trainer muss zudem die Simulation bei einzelnen Gruppen pausieren können, damit pädagogische Gespräche ohne Zeitdruck einer ablaufenden Runde zu ermöglicht werden.

Anzeigen und Manipulieren der Entscheidungshistorie: Zur Verdeutlichung der Auswirkungen einzelner Entscheidungen auf den Verlauf einer Instandhaltungsstrategie, soll der Trainer die Möglichkeit haben bisherige Entscheidungen einer Gruppe aufzurufen und ggf. rückgängig zu machen. So kann er zum einen alternative Lösungswege vorschlagen, oder aber Teams die sehr schlecht abschneiden wieder in Runden vor einer kritischen Entscheidung zurücksetzen.

Speichern und Laden von Spielständen: Das Sichern und Laden von Spielständen ist notwendig, um zum einen innerhalb der Präsentationsphasen die Strategien und Entscheidungen aller Teams zu vergleichen und vor der Trainingsgruppe zu diskutieren. Zusätzlich können die Trainer mit dem Laden vorhandener Spielstände Beispiele für die Auswirkungen verschiedener Strategien präsentieren.

Präsentationsmodus zur Moderierung der Präsentationsphase: Zum Vergleichen der Ergebnisse innerhalb der Präsentationsphasen, soll der Trainer über einen geeigneten Präsentationsmodus verfügen, der die Ergebnisse verschiedener Gruppen miteinander vergleicht.

Anpassen des Schwierigkeitsgrades: Der Trainer soll vor dem Training die Möglichkeit haben, sämtliche Parameter, die den Schwierigkeitsgrad des Spiels beeinflussen vor dem Training aufgrund seiner bisherigen Erfahrung an die aktuelle Trainingsgruppe anpassen können.

7.3.7 Zusammenfassung Konzeption

Mit diesem Konzept von FISS soll ein Spiel entwickelt werden, dass den gestellten Anforderungen genügt und den gewünschten Lernerfolg bezüglich der gesetzten Lerninhalte erzielt. Dabei wurden insbesondere solche Game-Design Aspekte berücksichtigt, die in unserer Analyse bisheriger Studien signifikante Auswirkungen auf den Lernerfolg hatten. Zusätzlich floss der Generationenkonflikt zwischen Net- und Non-Net Generation in den einzelnen Game-Design Entscheidungen ein und bildet einen wichtigen Untersuchungsgegenstand für spätere Studien.

FISS ist ein rundenbasierendes, Mehrspieler-Strategiespiel, in dem eine Fertigungslinie verwaltet, ausgebaut und effizient geführt werden soll. Diese Bereiche umfassen die Verwaltung von Maschinen, Personal, Wartungsplänen sowie Reparatur und Verbesserungsarbeiten. Teams, bestehend aus 3-5 Trainees, stehen dabei während des Trainings in Konkurrenz zueinander. Aber auch innerhalb des Teams können die individuellen Ziele jedes Spielers Konflikte auslösen.

Das DGBL Szenario besteht, zusätzlich zu den Spielphasen, aus regelmäßigen Reflektionsphasen, in denen bisherige Entscheidungen reflektiert und die bisher erreichten Ergebnisse der Gruppen besprochen und verglichen werden. Tabelle 7.1 fasst abschließend Anforderungen und deren Integration in das Konzept zusammen. Im nächsten Abschnitt werden wir die Umsetzung des erstellten Konzeptes von FISS vorstellen.

	Anforderung	Game-Design
Lerninhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Wissen über Wartungsstrategien vertiefen • Vorteile von Wartungsplänen und Auswirkungen im Fertigungsprozess • Effizientes Führen einer Fertigungslinie • Potentielle Hindernisse im Management erkennen und vermeiden 	<p>Die Spieler müssen eine virtuelle Fertigungslinie leiten und sich dabei die zuvor erlernten Wartungsstrategien zunutze machen. Sie sind gefordert, Anwendungssituation zu erkennen, die richtigen Maßnahmen zu treffen und ggf. eigene modifizierte Vorgehensweisen anzuwenden. Dabei erfahren sie potentielle Management Konflikte, indem sie eine spezifische Rolle im Management mit eigenen Zielen einnehmen.</p>
Lernfördernde Motivationale Aspekte	<ul style="list-style-type: none"> • Challenge • Rules/Goals • Fantasy • Sensory Stimuli • Control 	<p>Challenge wird zwischen den Teams und innerhalb seines Teams aufgebaut. Jeder Spieler verfolgt innerhalb seines Teams eigene Zielvorgaben. Die Teams vergleichen sich in den Präsentationsphasen. Jeder Spieler hat innerhalb seiner fiktiven Rolle (Fantasy) klare Handlungsoptionen und Zielvorgaben (Rules/Goals). Durch seine Rolle wird der Spieler in eine Position versetzt, in der er Macht ausübt und die Kontrolle über eine Fabrik besitzt (Control).</p>

Tabelle 7.1: Zusammenfassung: Berücksichtigung der Anforderungen im Konzept von FISS

	Anforderung	Game-Design
Technische Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> • Einbindung in das <i>Lernbar-Framework</i> • Geringe Anforderungen an die Hardware • Begrenzte Rechte bei der Ausführung auf den Zielrechnern 	Umsetzung mit Hilfe von Flash\html sowie javascript. Einbettung in einen Lernbarkurs. Verwendung von einfachen, klar strukturierten 2D Grafiken.
Zielgruppe	<ul style="list-style-type: none"> • Akzeptanz • Niedrige technische Hürde • Einsteigerfreundliches Gameplay 	<p>Akzeptanz: Integration in einen realen Kontext, Wenig verspieltes Design, Realistisches Verhalten der Maschinen</p> <p>Technische Hürde: Spieler unterstützen sich in Gruppen gegenseitig, Testspiel mit Hilfe eines haptischen Spielplans, Eingriffs- und Administrationsmöglichkeiten des Trainers.</p> <p>Gameplay: Regeln werden im Spiel schrittweise erweitert. Rundenbasierendes Gameplay</p>
Didaktische& Organisatorische Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> • Strukturierung und Anpassung des Szenarios durch den Trainer • Entscheidungen und Auswirkungen sollen reflektiert werden • Teams sollen die Spielergebnisse präsentieren können 	Implementation eines Administrator Modes, der das Zurücksetzen von Entscheidungen unterstützt, sowie einen Präsentationsmodus zum Vergleichen von Spielständen bietet. Trainer hat die Möglichkeit vor Beginn des Trainings Pausen und den Schwierigkeit des Spiels einzustellen

Tabelle 7.2: Zusammenfassung: Berücksichtigung der Anforderungen im Konzept von FISS (Fortsetzung)

7.4 Umsetzung

Das Konzept von FISS wurde wie geplant auf der Basis von Adobe Flash und Action Script 3 umgesetzt. FISS wurde in einen eigenen *Lernbar-Kurs* integriert.

7.4.1 Gameplay

Der Lernbarkurs führt das Regelwerk ein und erklärt neue Handlungsmöglichkeiten, die im Laufe des Spiels freigeschaltet werden. Die Spieler erhalten innerhalb der FIS-Simulation einen Hinweis und einen Link zum Lernbarkurs, falls der Zeitpunkt für eine Pause erreicht wurde. Während die Trainees die weiteren Hinweise und Hintergrundinformationen zu FISS lesen, pausiert das Spiel und wird durch einen Link, der im Lernbarkurs bereitgestellt wird, wieder reaktiviert. Zusätzlich werden die Trainees nach Runde 5 und Runde 20 aufgefordert ein Passwort anzugeben, dass der Trainer herausgibt. Dies dient zur Sicherstellung, dass die Spieler nach der Trainingsphase und nach der Mittagspause gemeinsam das Spiel fortsetzen.

7.4.2 GUI und Design

FISS bietet dem Spieler 3 unterschiedliche Ansichten für den Spieler, sowie einen speziellen Moderationsmodus für den Trainer. Die Ansicht der Fertigungslinie, zeigt den Nutzern den derzeitigen Stand der Fertigungslinie und der in Auftrag gegebenen Aktionen. In dieser Hauptansicht führt der Spieler seine Aktionen aus, leitet Instandhaltungsmaßnahmen ein und weist seinem Personal neue Aufgaben zu. Die beiden anderen Ansichten dienen zur Analyse der Fertigungslinie und zurückliegender Entscheidungen. Hier wird zum einen eine Übersicht über den aktuellen Stand der Zielvereinbarungen im Team zur Verfügung gestellt und zum anderen umfangreiche Kennzahlen für eine detaillierte Auswertung der derzeitigen Situation.

Hauptansicht Fertigungslinie

Die Hauptansicht zeigt die Fertigungslinie, die sich gemäß der Hauptaufgaben (Steuerung der Fertigungslinie, Veranlassen von Instandhaltungsaktionen und Verwaltung von Personal) in drei Teilbereiche gliedert (Abbildung 7.4).

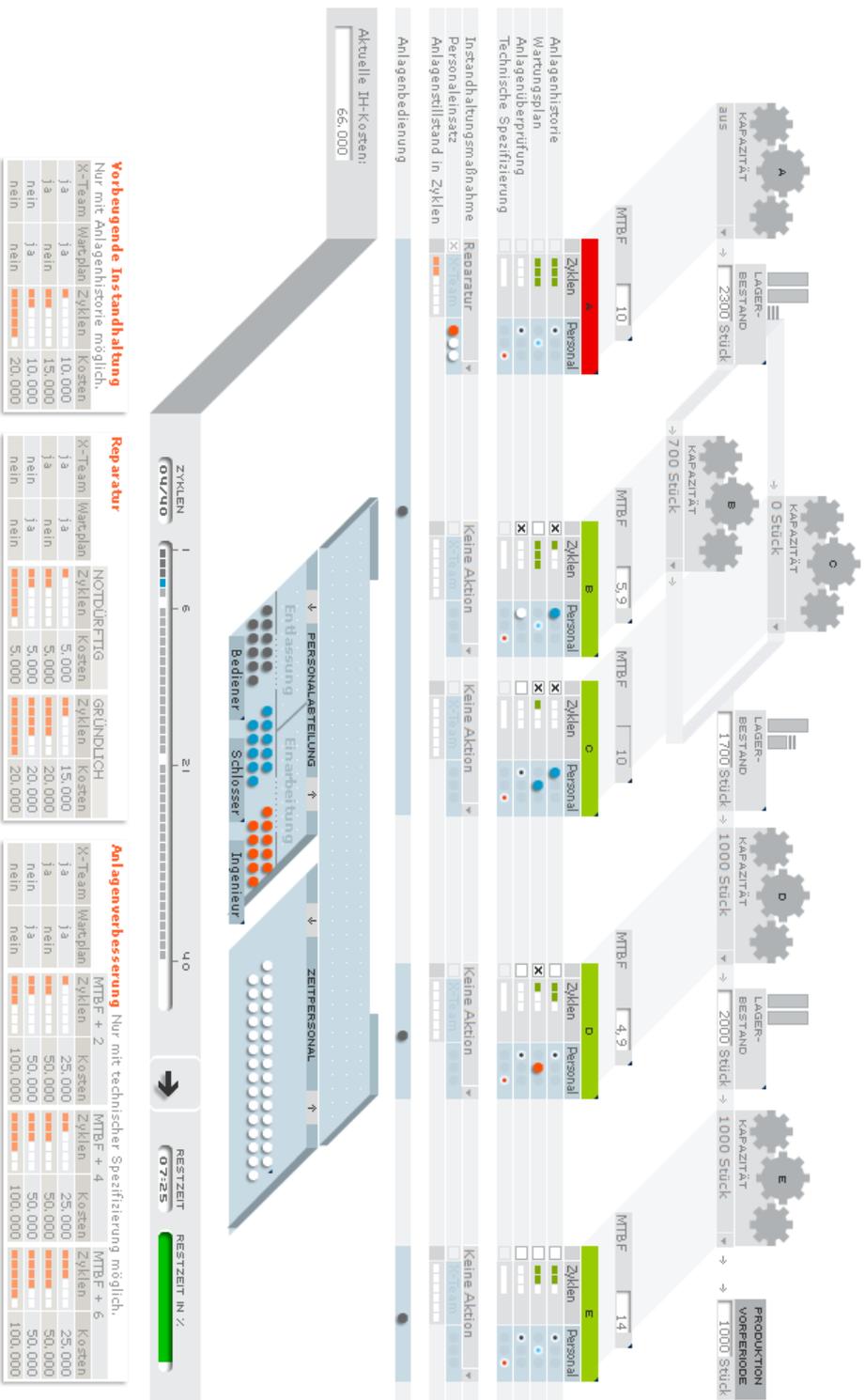


Abbildung 7.4: Hauptansicht von FISS - Beschreibung von oben nach unten: Fertigungslinie bestehend Maschinen und Zwischenlagern; Instandhaltungsmaßnahmen und Personaleinteilung; Personalverwaltung und Spielsteuerung; Übersicht über Kosten und Auswirkungen verschiedener Aktionen

Die **Produktionspipeline** visualisiert die einzelnen Maschinen, die Lager und den Materialfluss (Abbildung 7.5). Das Produktionsvolumen kann eingestellt und die Zwischenlager überwacht werden. Die Anlagen werden hierbei durch Zahnräder visualisiert, diese rotieren falls die Anlage produziert. Die Zwischenlager geben den aktuellen Füllstatus als und durch eine Visualisierung als Blöcke an, damit potentielle Engpässe durch Spieler schnell erkannt werden können.

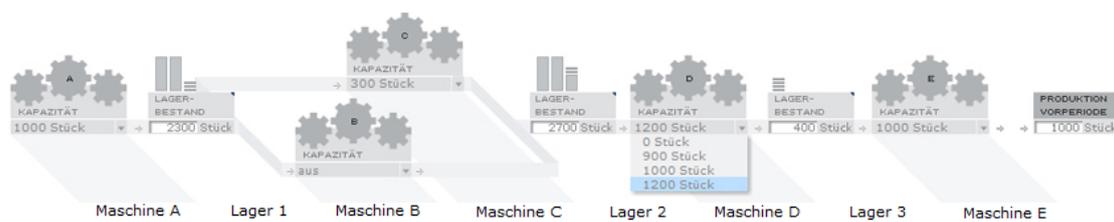


Abbildung 7.5: Ansicht: Fertigungsline

Instandhaltungspläne und Aktionen Für jede Maschine wird die MTBF und der jeweilige Maschinenzustand angezeigt (Abbildung 7.6). Die MTBF ist nur dann aktuell, wenn in den letzten drei Spielrunden die Anlagenhistorie erstellt worden ist. Der Maschinenzustand wird durch drei Farben gekennzeichnet: *Grün* - die Maschine ist Produktionbereit, *Rot* - die Maschine ist ausgefallen oder steht für Instandhaltungsmaßnahmen still, *Gelb* - falls eine Anlagenüberprüfung in den letzten drei Runden stattgefunden hat, warnt dies von einem kommenden Ausfall. Durch das „Ankreuzen“ eines Instandhaltungsplans wird dieser in der kommenden Runde aktualisiert und ist für drei Runden gültig. Das Personal wird beim Auswählen einer solchen Aktion automatisch zugewiesen und mit Hilfe verschiedener farbiger Kreise visualisiert. Die Farbe einer Figur visualisiert dabei die Qualifikation des Arbeiters.

Neben den Instandhaltungsplänen kann der Nutzer in einem Drop-Down Menü verschiedene Instandhaltungsaktionen anwählen, die einen Stillstand der Anlage erfordern (Vergleiche Tabelle 7.3).

Den letzten Abschnitt bildet die **Personalverwaltung** und Spielsteuerung. In dem Feld,

des sogenannten Personalpools wird das zur Verfügung stehende Personal repräsentiert (Abbildung 7.7). Diesem Personal werden im Laufe einer Spielrunde Aufgaben zugewiesen. Es muss aber auch im Falle eines Nicht-Einsatzes bezahlt werden. Personal kann durch Drag&Drop in markierte Bereiche zugewiesen, entlassen und eingestellt werden. Im Gegensatz zu dem Zeitpersonal, das ohne Zeitverzug engagiert und entlassen werden kann, steht das reguläre Personal, welches jeweils eine zusätzliche Runde zum Einarbeiten oder Entlassen benötigt.



Abbildung 7.6: Ansicht: Instandhaltungspläne und Aktionen

Aktion	Anforderung	Auswirkung
Vorbeugende Instandhaltung	Gültige Anlagenhistorie	Setzt den Ausfallzeitpunkt der Anlage zurück.
Notdürftige Reparatur	Eingetretener Maschinenausfall	Setzt den Ausfallzeitpunkt mit der Hälfte der MTBF zurück.
Reparatur	Eingetretener Maschinenausfall	Setzt den Ausfallzeitpunkt zurück.
MTBF +2/4/6	Technische Spezifizierung	Erhöht die MTBF einer Anlage um 2/4/6 und setzt den Ausfallzeitpunkt zurück.

Tabelle 7.3: Übersicht: Instandhaltungsaktionen

Nachdem das Team seine Entscheidungen getroffen und alle Aktionen veranlasst hat, kann das Ende der Runde mit Hilfe des „Weiter“ Buttons bestätigt werden. Falls es das Team nicht schafft innerhalb einer vom Trainer festgesetzten Zeit seine Entscheidungen

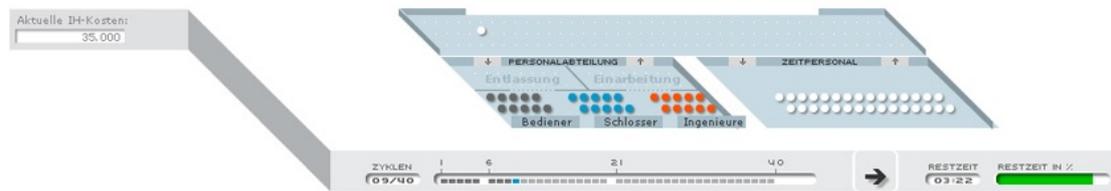


Abbildung 7.7: Ansicht: Personal und Spielverwaltung

zu treffen, wird automatisch die nächste Runde mit allen momentan gesetzten Einstellungen eingeleitet. Damit die Spieler sehen, wieviel Zeit bis Rundenende verbleibt wird zusätzlich ein Countdown angezeigt.

Übersicht der für die Teilnehmer-Rollen relevanten Leistungsdaten

Damit die Spieler innerhalb ihres Teams den derzeitigen Erfüllungsstand ihrer Leistungsziele einsehen können, präsentiert diese Ansicht den Verlauf und die Zielwerte in sechs verschiedenen Graphen (Abbildung 7.10). Diese Daten, werden in den Präsentationsphasen genutzt um die Leistungen der Teams zu vergleichen.

Detaillierte Ansicht der aktuellen Kennzahlen

Die letzte Ansicht liefert detaillierte Informationen über den Verlauf des Spiels und aller relevanten Kennzahlen einer Fabrik (Abbildung 7.10). Diese wird von den Spielern genutzt um den bisherigen Spielverlauf zu analysieren und eine Handlungsbasis für die nächsten Entscheidungen zu schaffen.

Traineransicht

Die Traineransicht von FISS beinhaltet modifizierte Varianten der Hauptansicht und der Teilnehmerleistungsdaten. Die Traineransicht kann durch Eingabe eines Passworts aktiviert werden. Zudem werden in einer Menüleiste am unteren Bildschirmrand folgende Aktionen auswählbar: Spielstand laden/speichern sowie verwalten. Die Hauptansicht



Abbildung 7.8: Ansicht: Wichtige Kennzahlen in FISS

Zyklus	Produktionsmenge (in Stück)		Rohgewinn (in .000€)		Rentabilität (in %)	Anlagen Effektivität (GAE) (in %)			Instandhaltungskosten (€ / Stück)			Gesamtverbesserung MTBF (in Zyklen)	MTBF (in Zyklen)				
	im Zyklus	kumuliert	im Zyklus	kumuliert	kumuliert	Maschine A - C	Maschine D - E	Gesamt	im Zyklus	kumuliert	kumuliert pro Stück	kumuliert	A	B	C	D	E
1	1.000	1.000	130	130	13 %	100 %	100 %	100 %	24.000	24.000	24	0	10	6	10		14
2	1.000	2.000	128	258	12,9 %	100 %	100 %	100 %	29.000	53.000	27	-0,1	10	5,9	10	4,9	14
3	1.000	3.000	586	844	28,1 %	100 %	100 %	100 %	49.000	102.000	34	-0,2		5,9	10	4,9	14
4	1.000	4.000	120	964	24,1 %	100 %	100 %	100 %	53.000	155.000	39	-0,3	10	5,8	10	4,8	14
5	1.000	5.000	131	1.095	21,9 %	100 %	100 %	100 %	43.000	198.000	40	-0,4	10	5,8	10	4,8	14
6	600	5.600	-281	813	14,5 %	100 %	93 %	93 %	52.000	250.000	45	-0,5	10	5,7	10	4,7	14
7	400	6.000	-494	320	5,3 %	90 %	85 %	85 %	64.000	314.000	52	-0,6	10	5,7	10	4,7	14
8	0	6.000	-898	-578	-9,6 %	78 %	75 %	75 %	68.000	382.000	64	-0,7	10	5,6		4,6	14
9	1.000	7.000	552	-25	-0,4 %	70 %	77 %	77 %	82.000	464.000	66	3,2		9,6	10	4,6	14
10	1.000	8.000	593	568	7,1 %	63 %	80 %	80 %	53.000	517.000	65	3,1	10		10	4,5	14
11	1.000	9.000	587	1.155	12,8 %	65 %	81 %	81 %	59.000	576.000	64	3	10	9,5	10	4,5	14
12	1.000	10.000	586	1.742	17,4 %	65 %	83 %	83 %	64.000	640.000	64	2,9	10	9,4	10	4,4	14
13	0	10.000	-903	839	8,4 %	66 %	76 %	76 %	88.000	728.000	73	4,8	10	9,4		6,4	14
14	1.200	11.200	310	1.148	10,3 %	63 %	80 %	80 %	74.000	802.000	72	6,7	10	11,3	10	6,3	14
15	200	11.400	-672	476	4,2 %	66 %	76 %	76 %	49.000	851.000	75	6,6	10	11,3	10	6,3	14
16	0	11.400	-917	-441	-3,9 %	63 %	71 %	71 %	97.000	948.000	83	8,5	10	10	10	8,2	14
17	1.200	12.600	768	327	2,6 %	65 %	74 %	74 %	74.000	1.022.000	81	10,4	12	11,2	10	8,2	14
18	1.200	13.800	751	1.078	7,8 %	66 %	76 %	76 %	103.000	1.125.000	82	14,3	12	11,1	12		14
19	1.000	14.800	113	1.191	8 %	64 %	77 %	77 %	74.000	1.199.000	81	18,2	12	15,1	12	10,1	14
20	1.200	16.000	809	2.000	12,5 %	62 %	80 %	80 %	49.000	1.248.000	78	18,1	12		12	10	14

Abbildung 7.9: Ansicht: Detailliertes Protokoll über den Spielverlauf

Diagramme vergleichen

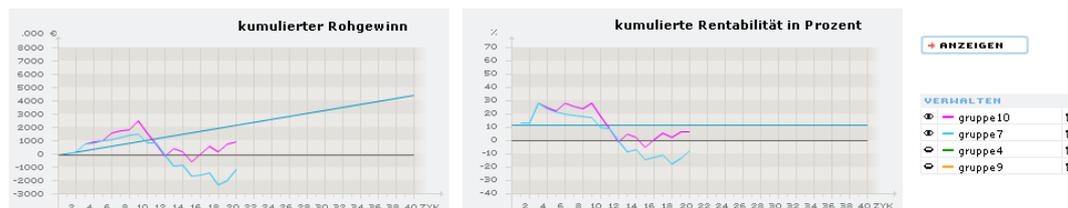


Abbildung 7.10: Traineransicht: Gegenüberstellung mehrerer Spielstände im Trainer-Modus

enthält jetzt Möglichkeit Entscheidungen rückgängig zu machen und zu älteren Spielrunden zurückzuspringen, um Entscheidungen einzusehen und ggf. zu manipulieren. Jede Fertigungseinheit zeigt zudem ihren exakten Ausfallszeitpunkt an. Die Übersicht der Teilnehmerleistungsdaten erhält eine zusätzliche Funktion mit der sich mehrere Spielstände importieren und nebeneinander anzeigen lassen. Dies unterstützt den Trainer bei der Gestaltung und Moderation der Präsentationsphasen.

7.4.3 Modellierung der Ausfallzeiten

Um die Ausfallzeiten der Maschinen möglichst realitätsnah zu modellieren, werden diese unter Verwendung von exponential verteilten Pseudo-Zufallszahlen erzeugt. Die Exponentialverteilung ist eine allgemein übliche Approximation um die Lebensdauer von Ma-

schinen und Bauteilen zu simulieren, wenn Alterserscheinungen vernachlässigt werden können.

Eine besondere Eigenschaft der Exponentialverteilung, in Analogie zur diskreten geometrischen Verteilung, ist deren Gedächtnislosigkeit. Dies bedeutet, dass das Eintreten eines Ausfalls in der Zukunft unabhängig von der bisherigen Zeit seit dem letzten Ausfall ist. Als Beispiel kann folgende Situation in Betracht gezogen werden: Zwei Maschinen, A und B, verfügen über dieselbe MTBF, d.h ihre mittlere Zeit zwischen zwei Ausfällen ist identisch. Angenommen Maschine A ist bereits 100 Stunden fehlerfrei in Betrieb, während B dies bereits seit 1000 Stunden ist. Dann ist die Wahrscheinlichkeit, dass Maschine A innerhalb der nächsten 5/10/100/200 Stunden ausfällt identisch mit der Ausfallwahrscheinlichkeit von Maschine B für den entsprechenden Zeitraum [Hesse, 2003].

In Bezug auf FISS ergibt sich dabei folgendes Problem: Das Spiel muss „wissen“, wann eine Maschine in der Zukunft ausfällt, um ein Team, das eine Anlagenüberprüfung durchgeführt hat vor einem kommenden Ausfall zu warnen. Dies hat zur Folge, dass wir nicht zu Beginn jeder Runde entscheiden können, ob die Maschine ausfällt, welches einer natürliche Simulation der, geometrischen, bzw. im kontinuierlichen der Exponentialverteilung entsprechen würde. Aus diesem Grund wird bei jeder Instandhaltung eine geeignete exponential-verteilte Zufallszahl generiert werden, die - unsichtbar für den Spieler - den nächsten Ausfall bestimmt. Da die mit Flash generierten (Pseudo-)Zufallszahlen uniform verteilt sind, müssen wir diese durch eine geeignete Methode in einen exponential-verteilten Wert transformieren. Hierzu bietet sich das aus der Mathematik bekannte Verfahren der Inversionsmethode an. Sie erlaubt die auf $(0, 1)$ gleichverteilten Zufallsvariable Y mit Hilfe der Funktion $F(Y = y) = -\frac{\ln(y)}{\lambda}$ in eine exponentialverteilte Zufallsvariable $X = F(Y)$ zu überführen [Hesse, 2003]. Wir überprüfen eine Stichprobe ($n=5000$) von auf diese Weise erzeugten exponentialverteilten Zufallszahlen und sehen, dass diese Methode mit dem von Flash erzeugten Pseudozufallszahlen gute Ergebnisse liefert. (Vergleiche Abb. 7.11)

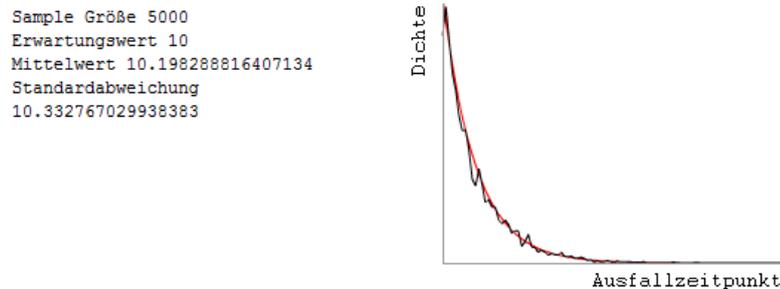


Abbildung 7.11: Dichte der Exponentialverteilung (rot), Dichte der Stichprobe des Pseudozufallsgenerators (schwarz)

7.4.4 Laden und Speichern

Das Laden und Speichern der Spielstände stellt eine besondere Herausforderung dar. Zum einen kann nicht davon ausgegangen werden, dass FISS über Schreibrechte auf dem System des Spielers verfügt. Zum anderen ist eine bestehende Internetverbindung zur Kommunikation mit einem potentiellen Server nicht immer gegeben.

Die vorhandenen Rechte zum Ausführen unserer Flash Datei erlauben jedoch das Setzen von sogenannten Flash Cookies, den Local Shared Objects (LSO). Diese erlauben es einem Flash Film Daten auf dem Zielrechner zu speichern und später wieder auszulesen. Diese werden nicht wie normale Cookies vom Browser, sondern vom Flash Plugin verwaltet. Der Flash Film kann dabei in der Regel nur auf die LSOs der eigenen URL zugreifen. Zum Speichern der Daten wurde in jedem spielrelevanten Objekt eine Methode implementiert, die den eigenen Zustand auslesen und setzen kann. Diese wird von unserem Load/Save Manager genutzt um die Daten in ein LSO zu schreiben. Da ein LSO nur direkt referenziert werden kann, werde diese einheitlich als Prefix + „Nummer“.sol gespeichert und aufgerufen werden. Diese Methode erlaubt es dem Trainer Spielstände und Beispielszenarien einfach in einem Spiel zu Laden und zu Speichern. FISS speichert nach der Trainingsphase automatisch jede Runde seinen aktuellen Status, damit der Spielstand bei einem unabsichtlichen Beenden von FISS wieder geladen werden kann.



Abbildung 7.12: Traineransicht: „Spielstand laden“ Dialog im Trainer-Modus

7.4.5 Modifikations- und Lokalisierungsschnittstellen

Eine wichtige Voraussetzung war eine leichte Anpassbarkeit von FISS durch den Trainer, um das Spiel für verschiedene Ziel und Trainingsgruppen modifizieren zu können. Aus diesem Grund werden sämtliche Spielparameter und Lokalisierungstexte aus externen Quellen geladen. Bei dem Format wurde die Extensible Markup Language (XML) genutzt. Die Konfiguration und die Lokalisierungsdaten werden in zwei unterschiedlichen Xml Dateien gespeichert. Damit der Trainer die Daten einfach anpassen kann, wurden zudem entsprechende vorkonfigurierte Microsoft Excel Tabellen mitgeliefert (Vergleiche Abb. 7.13), deren Exportfunktion eine gültige Konfigurations- bzw. Lokalisierungsdatei erzeugt.

Veränderbare Werte umfassen die Kosten für sämtliche Aktionen, das Verhalten der Maschinenausfallzeiten, Spielpausen und Restriktionen in verschiedenen Spielphasen für den Spieler. Mit Hilfe dieser Konfigurationseinstellungen kann der Trainer zudem eigene Szenarien mit spezifischen Zielen und Aufgaben definieren. Solche Szenarien könnten die Sanierung einer maroden Fertigungslinie , oder das Beheben von plötzlichen Lieferengpässen beinhalten.

Eine Lokalisierung von FISS ist bisher nicht angedacht, da das Spiel vorrangig in Deutschland eingesetzt werden soll. Falls zu einem späteren Zeitpunkt entschieden werden wird,

Daimler: Dome - Default Settings		
ID	VALUE	Comment
Trainer_PW	idkfa	Trainer Passwort
machineA_capacity	0;900;1000;1200	Produktionskapazität Maschine A: [AUS];[UNTERKAPAZITÄT];[NORMALKAPAZITÄT];[ÜBERKAPAZITÄT]
machineA_defectrate	0;0.9;1;1.5	Abnutzung von Maschine A bei entsprechender Kapazität
machineA_mtbf	1000	MTBF Maschine A in Zyklen * 100
machineA_hp	300	Verbleibende Zeit bis Ausfall in Tagen * 100 (300 = 3 Tage bei normaler Kapazität)
machineA_caplev	2	Startkapazität der Maschine 0 = [AUS]; 1 = [UNTERKAPAZITÄT]; 2 = [NORMALKAPAZITÄT]; 3 = [ÜBERKAPAZITÄT]
machineA_mtbfloss	0	MTBF Verlust pro Zeiteinheit
machineA_history	3	Gültigkeitsdauer der Anlagenhistorie in Zyklen
machineA_maintainance	3	Gültigkeitsdauer des Reparaturplans in Zyklen
machineA_check	3	Gültigkeitsdauer der Anlagenüberprüfung in Zyklen
Einstellungen Maschine B		
machineB_capacity	0;600;700;800	Produktionskapazität Maschine B: [AUS];[UNTERKAPAZITÄT];[NORMALKAPAZITÄT];[ÜBERKAPAZITÄT]
machineB_defectrate	0;0.9;1;1.2	Abnutzung von Maschine A bei entsprechender Kapazität
machineB_mtbf	600	MTBF Maschine A in Zyklen * 100
machineB_hp	600	Verbleibende Zeit bis Ausfall in Tagen * 100 (300 = 3 Tage bei normaler Kapazität)
machineB_caplev	2	Startkapazität der Maschine 0 = [AUS]; 1 = [UNTERKAPAZITÄT]; 2 = [NORMALKAPAZITÄT]; 3 = [ÜBERKAPAZITÄT]
machineB_mtbfloss	5	MTBF Verlust pro Zeiteinheit
machineB_history	0	Gültigkeitsdauer der Anlagenhistorie in Zyklen
machineB_maintainance	3	Gültigkeitsdauer des Reparaturplans in Zyklen
machineB_check	0	Gültigkeitsdauer der Anlagenüberprüfung in Zyklen

Abbildung 7.13: Traineransicht: Konfiguration von FISS

die Texte innerhalb des Spiels zu ändern oder eine lokalisierte Fassung zu entwickeln, wird der Aufwand durch diese Maßnahmen minimiert.

7.4.6 Papierspielplan zur Einführung von FISS

Die ersten Runden von FISS werden von einem Papierspielplan begleitet. Die Instandhaltungsmaßnahmen werden mit Hilfe von Aktionskarten gesetzt und Personal durch Spielfiguren dargestellt. Das Layout des Spielplans ist analog zur digitalen Version von FISS aufgebaut um den Einstieg auch für unerfahrene Nutzer zu erleichtern.

Zusätzliches Ziehen von Figuren und Setzen von Aktionen auf dem Spielplan machen die Auswirkungen und Zusammenhänge des Spiels deutlicher, als die Bedienung über Maus und Tastatur. Es erleichtert die Diskussion zwischen den Teilnehmern, da die technologische Hürde reduziert wird und so auch bei nicht technologisch versierten Teilnehmern Hemmungen zur aktiven Teilnahme am Spiel abgebaut werden. Nach den ersten Spielrunden ist es den Teilnehmern freigestellt, den Papierspielplan weiter zu benutzen oder sich nur auf die digitale Version zu beschränken.

7.4.7 Anpassung des Schwierigkeitsgrades

Ein wichtiger Faktor für die Motivation der Spieler ist ein geeigneter Schwierigkeitsgrad, damit das Erreichen der Ziele weder langweilt noch überfordert. Damit eine Diskussion



Abbildung 7.14: FISS Papierspielplan im Training: Aktionen werden über das Setzen von Spielsteinen und Aktionskarten durchgeführt.

zwischen den verschiedenen Rollen in der Fabrik entsteht, soll der Schwierigkeitsgrad so hoch sein, dass es zwar möglich ist, dass alle Teilnehmer ihre Leistungsziele erreichen aber dies nicht die Regel darstellt. Das Spiel soll also den Teilnehmern einen eher höheren Schwierigkeitsgrad entgegenbringen, damit diese gezwungen werden, sich intensiv mit ihren Strategien und Rollen auseinanderzusetzen.

Es wurden über 100 Spiele vor dem ersten Einsatz im Mitarbeitertraining von Trainern und Entwicklungsteam durchgeführt. Darüber hinaus hat der Ausbilder für jedes Training die Möglichkeit seine Version von FISS entsprechend seiner Zielgruppe anzupassen und den Schwierigkeitsgrad einzustellen.

7.5 Einordnung der Game-Design Paradigmen

Wie in der Konzeption des Forschungs Frameworks diskutiert wurde, soll FISS generationsübergreifend erfolgreich Wissen vermitteln. Um dieses Ziel zu erreichen wurde vorgeschlagen, dass das Game-Design eines Serious Game an folgenden Game-Design Paradigmen ausgerichtet werden soll: Unterstützung des Lernprozesses, Akzeptanz, ein einfacher Spieleinstieg und eine Begünstigung motivationaler Faktoren. Entsprechend richtet sich die Konzeption und Umsetzung von FISS nach diesen Paradigmen. Im Abschluss an die Implementation von FISS werden diese zusammenfassend in Tabelle 7.4 betrachtet.

7.6 Ergebnisse nach einem ersten Training mit FISS

Bevor die Studien um den Einsatz der FIS-Simulation vorgestellt werden, soll ein erster Eindruck des Trainings wiedergegeben werden. Die geschilderten Eindrücke entstanden durch die Betreuung des Trainings, sowie direktes Feedback von Ausbildern und Spielern. In den nächsten Kapiteln werden die Ergebnisse der auf quantitativen Erhebungen basierenden Studien vorstellen.

Das Training mit FISS wird nach einer ersten Einschätzung der Trainer und Schulungsteilnehmer gut bis sehr gut aufgenommen. Nach der anfänglichen Testphase diskutierten die Teilnehmer lebhaft über verschiedene Strategien und deren mögliche Auswirkungen

Game-Design Paradigmen	Umsetzung
Unterstützung des Lernprozesses Förderung der Reflektion eigener Handlungen und deren Auswirkungen	In regelmäßigen Abständen werden die Ergebnisse verschiedener Strategien und Teams vorgestellt und reflektiert. Hilfsmittel wie das Anzeigen der Entscheidungshistorie helfen bei der Analyse
Unterstützung schwächerer Teams	Trainer erhält innerhalb des Administrationsmodus die Möglichkeit Spielzüge rückgängig zu machen und Fehler aufzuzeigen.
Förderung des selbstgesteuerten intrinsisch motivierten Lernens	Freie Aktionsmöglichkeiten innerhalb des Spiels. Motivation durch entsprechende Spielmechaniken

Tabelle 7.4: Umsetzung der Game-Design Paradigmen in FISS.

auf den Spielerfolg. Als Diskussionsgrundlage diente zu Beginn vorrangig der Papierspielplan, auf diesem experimentierten die Teams mit verschiedenen Aktionen und diskutierten ihre Wartungsstrategien. Nach den ersten Spielrunden trat der Papierspielplan in den Hintergrund und die Aktionen wurden fast ausschließlich innerhalb der digitalen Version durchgeführt.

In den Präsentationsphasen zur Halbzeit und zum Ende des Spiels stellten die verschiedenen Teams ihre Ergebnisse vor, wobei jede Rolle insbesondere ihre Kennzahlen rechtfertigen musste und zur Halbzeit Prognosen für das Endergebnis liefert sollte. Die Teilnehmer diskutierten und rechtfertigten die erreichten Kennzahlen untereinander - für besonders gute Ergebnisse wurde applaudiert. Am Ende des Trainings hatte viele Teams gute Ergebnisse erzielt, allerdings hat kein Team alle Teilziele erreichen können. Zudem gaben einige Teilnehmer an die Leistungsziele ihrer Rolle zugunsten der Fabrik zurückgestellt zu haben.

Auf einem Testsystem des aus fünf Spielergruppen bestehenden Trainings stürzte der Browser ab, der zum Spielen von FISS benötigt wird. Da eine automatische Sicherung des Spielstandes nach jeder Runde innerhalb von FISS implementiert wurde hatte dies

Game-Design Paradigmen	Umsetzung
<p>Zugänglichkeit Einfacher Zugang zu FISS, auch für unerfahrene Spieler</p> <p>Schnelles Erlernen der Spielregeln</p>	<p>Testrunden zu Beginn des Spiels und zusätzlicher haptischer Papierspielplan.</p> <p>Spielregeln werden innerhalb des Spiels erklärt</p> <p>Einfaches Regelset zu Beginn des Spiels. Erweiterung mit Voranschreiten des Spielverlaufes</p>
<p>Akzeptanz Visual Design</p>	<p>Wenig verspieltes, aufgeräumtes Design. Klare Gliederung der Spielstrukturen</p>
<p>Gameplay</p>	<p>Das Gameplay referenziert die tatsächlichen beruflichen Tätigkeiten der Teilnehmer.</p>
<p>Realitätsgrad</p>	<p>Modellierung des Maschinenverhaltens nach einem realitätsnahen mathematischen Modell.</p>
<p>Motivationale Faktoren Challenge</p>	<p>Die Spieler stehen sowohl innerhalb ihres Teams, als auch teamübergreifend in Konkurrenz.</p>
<p>Fantasy</p>	<p>Der Spieler nimmt in FISS eine Rolle an, die er sonst in einer Fabrik nicht ausüben würde. In dieser wird er vor neue Herausforderungen gestellt.</p>
<p>Control</p>	<p>Der Spieler kann in seiner neuen Rolle Macht ausüben und die Geschicke eines wichtigen Systems direkt kontrollieren.</p>

Tabelle 7.5: Umsetzung der Game-Design Paradigmen in FISS (Fortsetzung)

jedoch keine Auswirkungen auf das Training.

Nach dem Training bekundeten viele Teilnehmer Interesse an einer Version, die privat gespielt werden kann. Der Papierspielplan wurde zudem von einigen Teilnehmern kritisiert, weil der Einsatz zu Beginn aufwändig ist und er gegen Ende nicht mehr genutzt wird. Kein Teilnehmer kritisierte den hohen Schwierigkeitsgrad als frustrierend oder unrealistisch.

7.7 Ausblick: Weiterentwicklung

Die FIS-Simulation wurde in einem Anwesenheitstraining mit verschiedenen Spielergruppen und Trainern durchgeführt, die ihre Teams unterstützen. Eine mögliche Weiterentwicklung von FISS kann in zwei Richtungen gehen. Zum einen ein Ausbau des Mehrspieler Modus und zum anderen ein speziell angepasster Einzelspieler Modus.

Der Mehrspieler Modus kann die einzelnen Fertigungslinien in ein direktes Verhältnis zueinander setzen, so dass diese auf einem gemeinsamen Markt miteinander um Absatzzahlen und Gewinne konkurrieren. Es wäre möglich mehrere Fertigungslinien, die jeweils von einem eigenen Team gespielt werden, in einen Verbund zu setzen. In diesem würde ein Team Teile produzieren, die von einem anderen Team weiterverarbeitet werden. Das bedeutet, dass die Wirkzusammenhänge der Produktion realitätsnaher wiedergeben und den Teilnehmern somit besser nähergebracht werden können. Zudem ist es sinnvoll einen Modus anzubieten, in dem die Spieler vernetzt, online, miteinander kommunizieren und spielen können. Hierdurch kann FISS auch im Rahmen eines ortsunabhängigen Online Trainings durchgeführt werden.

Der Einzelspieler Modus kann zur Vorbereitung und zur Wiederholung des Trainings von jedem Teilnehmer selbstständig durchgeführt werden. Die bisherigen Möglichkeiten FISS online im Einzelspieler Modus zu spielen, beschränken sich auf die Version die auch im Training eingesetzt wurde. Der Nachteil der dabei entsteht ist, dass das Anwesenheitstraining die Rolle des Trainers und der Mitspieler vorsieht, damit erfolgreich gespielt werden kann. Daher ist die im Lernbar Portal zu spielende Version nicht explizit für einen Einzelspieler Modus vorgesehen. Es fehlen die wichtigen Elemente der Präsentationsphasen, Rollenkonflikte und der Trainerunterstützung. Hier kann eine speziell angepasste Version Vorteile bieten, wenn das Training wiederholt oder alleine unabhän-

gig vom Anwesenheitstraining durchgeführt werden soll. Fehlende Mitspieler können von FISS simuliert werden und repräsentiert durch Avatare, Feedback geben oder den Spieler zu bestimmten Handlungen auffordern. Falls sich der Spielverlauf nicht wie gewünscht entwickelt, kann dem Spieler zudem eine dynamische Hilfefunktion Handlungsmöglichkeiten aufzeigen.

8 Erfahrungslernen und Digital Game Based Learning

Im letzten Kapitel wurde eine Anforderungsanalyse, Konzeption und Umsetzung der Serious Game FISS aufgestellt. Ein Ziel dieser Arbeit ist es den Lernprozess, der durch Serious Games ausgelöst wird, besser zu verstehen. Hierzu wurde in Kapitel 5 ein Lernprozess Modell entwickelt, welches als Forschungsframework für diese Arbeit dienen soll. Bei der Analyse bisheriger Erklärungsansätze um Einflüsse auf den Erfolg von Serious Games zeigte sich, dass der Prozess der Erfahrungslernens von grundlegender Bedeutung ist. In einer Zusammenfassung unserer Forschungshypothesen über das Design von Serious Games und die Auswirkungen auf Lernprozess und Lernerfolg wurde davon ausgegangen, dass ein Game-Design, welches den Präferenzen eines Lerntyps im Erfahrungslernens entspricht deren Lernerfolg gegenüber anderen Lerntypen steigert. Sollte sich diese Vermutung bestätigen, können Serious Games an den bevorzugten Lernprozess einer Zielgruppe angepasst werden, um den Lerneffekt zu verbessern. Zusätzlich können Lerntypen besser eingebunden werden, die schwächer in einem DGBL Szenario sind und Spiele für spezielle Zielgruppen zugeschnitten werden.

Um diese Zusammenhänge näher zu beleuchten wird das Serious Game FISS speziell unter dem Gesichtspunkt der Game-Design Aspekte und dem Erfolg bezüglich verschiedener Präferenzen im Erfahrungslernen untersucht.

8.1 Einordnung der Studie in den Forschungskontext

Wie sich bei der Analyse bisheriger Studien gezeigt hat, wurden Auswirkungen der Präferenzen im Erfahrungslernen nur unzureichend untersucht, obwohl viele theoretische Arbeiten annehmen, dass gerade die Lernpräferenzen oder Lernstile nach Kolb im Erfah-

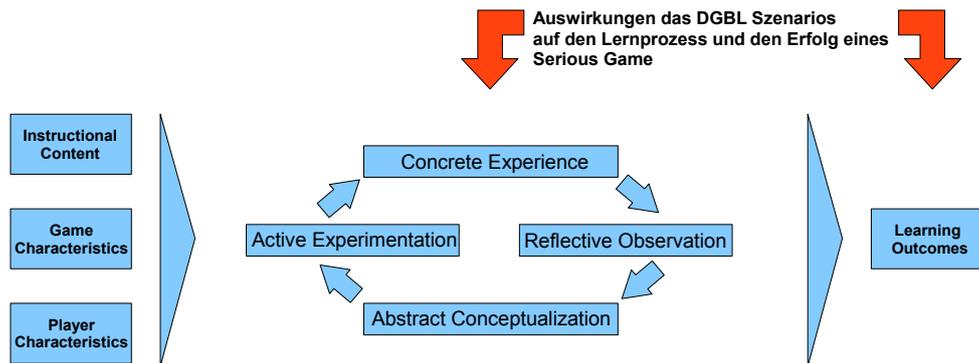


Abbildung 8.1: Untersucher Ausschnitt aus dem Forschungs Framework: Wie wirkt sich das gewählte Szenario auf das Erfahrungslernen und den Lernerfolg im DGBL aus?

rungslernen von entscheidender Bedeutung für den Lernprozess sind.

Die Aussage der eingangs aufgestellten Forschungshypothese ist, dass ein Serious Game, welches von einem Lernstil präferierte Tätigkeiten unterstützt, bei dieser Gruppe einen stärkern Lernerfolg induziert. Der Lernerfolg wird dabei in Abhängigkeit von zwei Aspekten betrachtet: Zum einen die Präferenzen im Erfahrungslernen, dem Lernstil, und zum anderen dem Game-Design des Serious Game. Da in dieser Studie ein konkretes DGBL Szenario untersucht wird, beschränken sich die Aussagekraft zunächst auf die vorliegenden Game-Design Merkmale. Wie wir in dem letzten Kapitel der Konzeption und Implementierung jedoch festgestellt haben, basiert FISS auf den typischen Merkmalen rundenbasierender Strategiespiele. Mit FISS sollen vorwiegend kognitive Lernziele vermittelt werden. Ergebnisse in Abhängigkeit der Designmerkmale können also repräsentativ für dieses Genre zur Vermittlung von kognitiven Lernzielen gesehen werden.

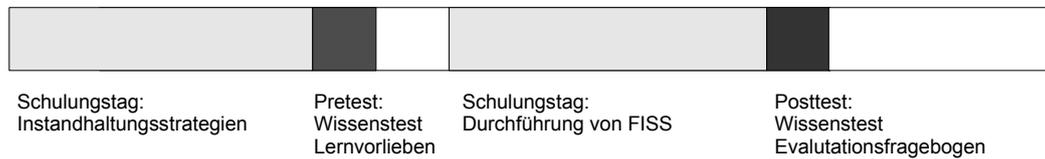


Abbildung 8.2: Studiendesign: Auswirkungen des Game-Design auf den Prozess des Erfahrungslernens

8.2 Studiendesign

Um im Rahmen dieser Studie Aussagen über den Wissenszuwachs in Abhängigkeit der Lernpräferenzen zu treffen, müssen bei jedem Teilnehmer drei Parameter erfasst werden: Das Vorwissen des Teilnehmers, das Wissen nach dem DGBL Szenario mit FISS, und anderen die Präferenzen im Erfahrungslernen, welche Kolb als Lernstile definiert.

Um diese Parameter zu ermitteln wählen wir ein Pre-/Posttest Untersuchungsdesign (Vgl. 8.2). Zur Erfassung des Vorwissens und der Lernpräferenzen werden mit den Teilnehmern am Abend vor dem Tag der Durchführung ein Leistungstest zum Vorwissen, sowie der Lernstiltest durchgeführt. Am Abend nach dem Training mit FISS wird der abschliessende Leistungstest und ein zusätzlicher Evaluationsfragebogen von den Teilnehmern bearbeitet. Der zusätzliche Evaluationsbogen soll erfassen, wie zufrieden die Teilnehmer mit dem FISS DGBL Training waren, um Hinweise für Verbesserungen und eine Ermittlung von Fremdeinflüssen zu erhalten. Um die Ergebnisse entsprechend auswerten zu können, müssen die Testergebnisse zwischen den Befragungen miteinander verknüpft werden. Hierzu erhält jeder Teilnehmer einen anonymen Identifikationscode der auf jedem Fragebogen und Test angegeben wird. Zusätzlich erhält jeder Teilnehmer eine schriftliche, sowie mündliche Zusicherung, dass die Daten anonym verarbeitet und nicht zur direkten Bewertung einer Person an Daimler weitergegeben werden. Dies ist für den Teilnehmer wichtig, da er im Laufe seiner Fortbildung Prüfungen bestehen muss.

8.3 Hypothesen

Wenn wir konkrete Hypothesen innerhalb unserer Studie formulieren wollen, müssen wir zunächst die zentralen Designelemente und Aufgaben innerhalb der FIS-Simulation betrachten. FISS erfordert das Lösen von verschiedenen Aufgabenbereichen, die alle Lernstile ansprechen: Management und Verwaltung sprechen akkomodierende Stile an, das Verhandeln zwischen den einzelnen Positionen innerhalb des Fabrik Managements begünstigt divergierende Stile. Die Analyse von Problemen in der Fertigungslinie und das Ausarbeiten von Lösungsstrategien entspricht den Präferenzen des assimilierenden Stils, während konvergierende Stile das Lösen von konkreten Hindernissen und Problemen präferieren. Aufgrund dieses Game-Design ist zu vermuten, dass alle Teilnehmer von dem Einsatz der Simulation profitieren werden.

Für eine genauere Untersuchung der Lernstile empfiehlt es sich im Modell des Erfahrungslernens nach Kolb zwischen den Achsen des *Aktiven Experimentieren/Reflektierte Beobachtung* sowie *Konkrete Erfahrung/Abstrakte Begriffsbildung* zu differenzieren. Lernende mit Stärken in den Bereichen des *Reflektierten Beobachtens* und der *Abstrakten Begriffsbildung* tendieren nach Kolb [Kolb, 1981] [Kolb, 2000] dazu möglichst exakte und allgemeingültige Lösungen anzustreben und setzen somit ihren Fokus auf die Bildung einer möglichst guten Theorie. Da die Simulation jedoch Zufallereignisse, wie Maschinenausfälle auslöst, also für die Teilnehmer nicht deterministisch ist, können Lernstile mit einem Fokus auf Theoriebildung gegenüber anderen Lernstilen tendenziell im Nachteil sein, weil eine theoretisch richtige Strategie in einem konkreten Beispiel versagen kann. Es kann folglich keine Theorie gefunden werden, die immer funktioniert. Dieser Effekt wird insbesondere verstärkt, da FISS im Training nur einmal komplett durchgespielt wird und sich dieser Effekt nicht über mehrere Spielwiederholungen vermindert. Diese Beobachtungen führen zu folgenden Hypothesen:

- **H1:** Die Teilnehmer zeigen eine Leistungsverbesserung nach der Durchführung von FISS.
- **H2:** Teilnehmer mit Stärken im Bereich des *Aktiven Experimentieren* verbessern sich überdurchschnittlich.

- **H3:** Teilnehmer mit Stärken im Bereich der *Konkreten Erfahrung* verbessern sich überdurchschnittlich.

8.4 Durchführung der Studie

Die Erhebungen wurden im vierten Quartal 2008, im zweiten Quartal 2009, sowie im zweiten Quartal 2010 im Mitarbeiter Training von Daimler durchgeführt, um eine ausreichende Stichprobengröße zu erhalten.

Die Tests zum Erfassen der Leistung wurden dabei speziell auf die Lernziele der FISS Simulation ausgerichtet, welche auf den Lernzielen der vorherigen Lerneinheit über Instandhaltungstechniken aufbauen. Er besteht aus 10 Multiple Choice Items mit jeweils 4 Antwortmöglichkeiten, die in der Zusammenarbeit mit den Team-Leitern des Mitarbeitertrainings entwickelt worden sind.

Zur Erhebung des Lernstils wurde eine deutsche Version des Kolb LSI von Haller&Novack [Haller und Nowack, 2006] verwendet. Dieser wurde zusammen mit dem ersten Leistungstest vor dem Training mit FISS durchgeführt um die Lernstilpräferenzen der Teilnehmer zu erheben. Zur Auswertung der Ergebnisse wurde die Verbesserung zwischen den Leistungstests in Abhängigkeit der Achsenwerte im Lernstilmmodell erfasst.

8.5 Ergebnisse

Leistungstest

Zu Beginn der Auswertung des Leistungstests wurden alle Items bezüglich ihrer Schwierigkeit und Trennschärfe überprüft. Diejenigen Items die unbefriedigende Ergebnisse aufwiesen, wurden aus der Testbewertung entfernt. Der Test sollte speziell die Variable „Verstehen und Anwenden von Wartungsstrategien“ messen, welche das Lernziel der vorangehenden Trainingseinheit bildete. Insgesamt enthielt der Test nach der Analyse 9 Items mit einer Maximalpunktzahl von 24. Eine Analyse der internen Konsistenz (Cronbachs alpha) des Leistungstests ergab einen Wert von 0,7. Dieser stellt einen guten Wert bezüglich der Reliabilität des Tests dar [Cortina, 1993].

Bei der Auswertung des Leistungstests wurden 52 Teilnehmer erfasst, wobei lediglich 45 Datensätze vollständig waren. Dies ist dann erfüllt, wenn Pre-, Posttest sowie der

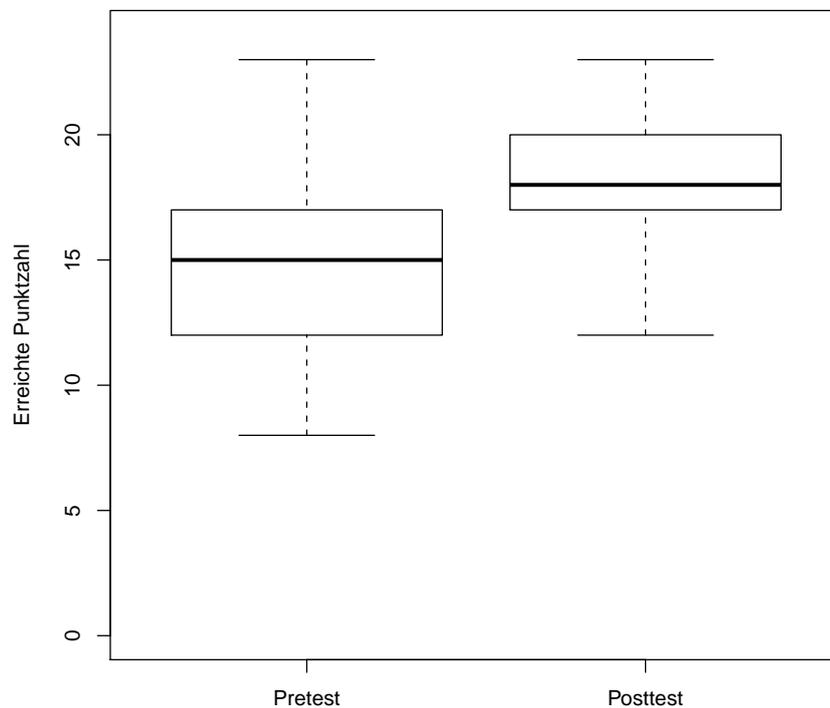


Abbildung 8.3: Leistungsunterschiede zwischen Pre- und Posttest (n=45)

Lernstilfragebogen eines Teilnehmers vorliegen und sich über einen korrekten, teilanonymisierten, Schlüssel zuordnen lassen.

Zwischen Pre- und Posttest ergab sich eine Verbesserung von 15 Punkten im Pre- auf 18 Punkte im Posttest. Dies entspricht einer Verbesserung von 20%. Die Verbesserung ist hoch signifikant mit $p < 0,001$ (t-Test). Die Effektstärke nach Cohen ($d = 1,02$) bestätigt einen starken Effekt.

8.5.1 Lernstilverteilung

Mit Hilfe des Lernstiltests bekommt jeder Teilnehmer einen Wert bezüglich seiner Vorliebe zwischen *Reflektierter Begriffsbildung (RB)* / *Aktiven Experimentieren (AE)* und *Abstrakter Begriffsbildung (AB)* / *Konkreter Erfahrung (KE)* zugeordnet. Diese Werte verorten den Teilnehmer in einem zweidimensionalen Koordinatensystem und bestim-

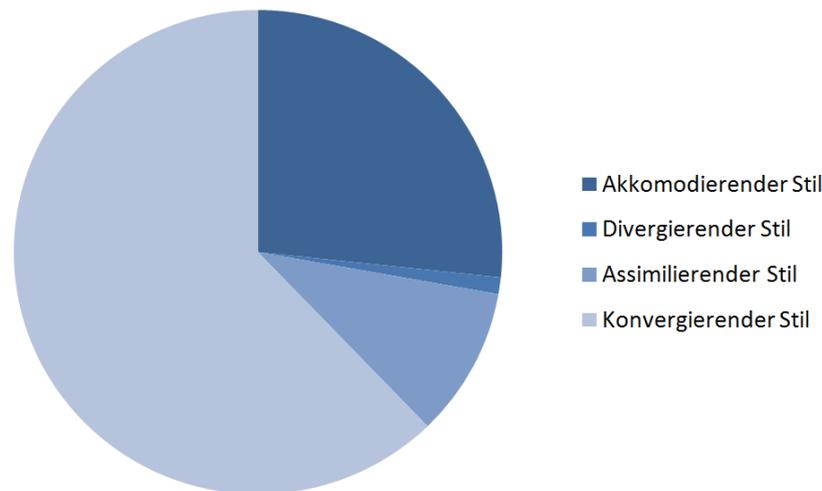


Abbildung 8.4: Anteil der Lernstile

Lernstil	Anzahl	Anteil
Akkomodierender Stil	12	26,6 %
Divergierender Stil	0,5	1,1 %
Konvergierender Stil	28	62.2 %
Assimilierender Stil	4,5	10%

Tabelle 8.1: Lernstilverteilung

men je nach Quadrant dessen Lernstil. Teilnehmer, die auf einer Achse zwischen zwei Quadranten liegen, werden jeweils zur Hälfte den angrenzenden Lernstilen zugeordnet. Die Ergebnisse zeigen eine Dominanz des konvergierenden und des akkomodierenden Lernstils (Tabelle 8.1). Dieses Ergebnis zeigte sich unter anderem in bisherigen Studien von Kolb zu den Lernstilvorlieben in Abhängigkeit verschiedenen Berufsgruppen. Hier zeigte sich, dass Ingenieure und Manager stets Vorlieben speziell im Bereich der konvergierenden bzw. akkomodierenden Stile besitzen [Kolb, 2000]. Es ist zudem bemerkenswert, dass in der Stichprobe kein divergierender Lernstil in reiner Form erscheint, obwohl auf der Achse *Aktives Experimentieren/Reflektiertes Beobachten* (AE/RB) - sowie der *Abstrakte Begriffsbildung / Konkrete Erfahrung* (AB/KE) Achse positive und negative Werte vertreten sind. Die Lernstilverteilung auf diesem Koordinatensystem ist in Abbildung 8.5 angegeben.

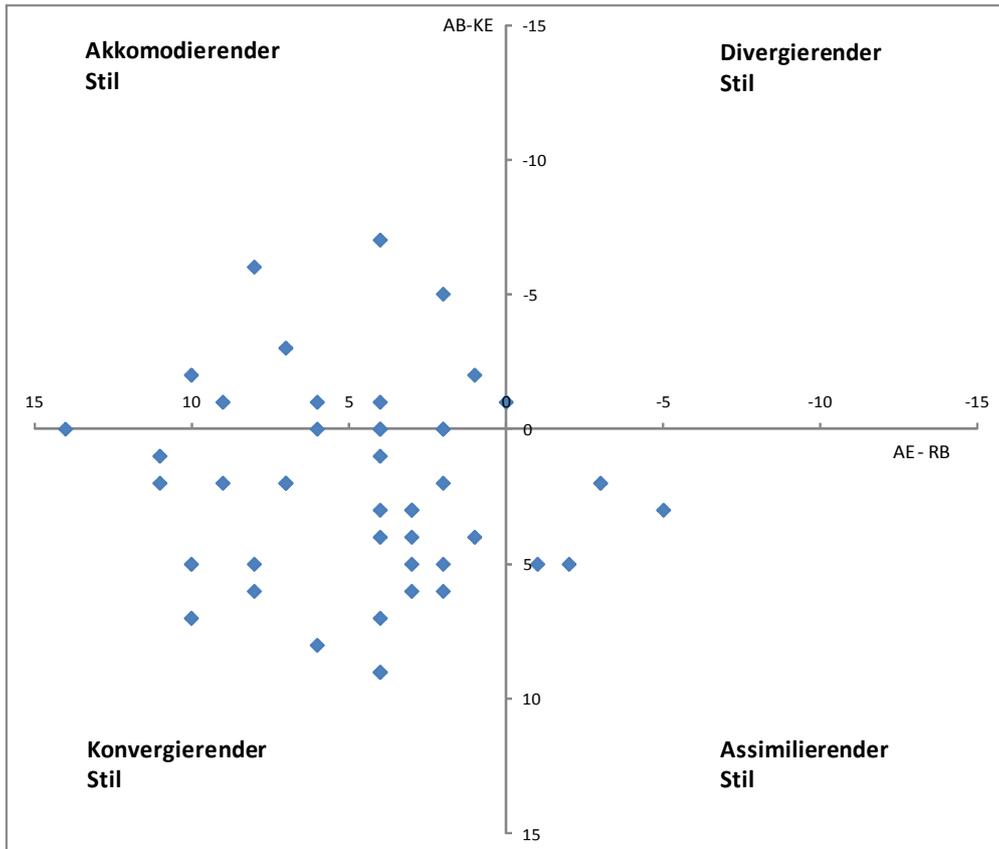


Abbildung 8.5: Lernstilverteilung der Stichprobe: Eine Dominanz des konvergierenden und akkomidierenden Stils wird deutlich.

Lernstil	Durchschnittliche Verbesserung
Akkomodierender Stil	4
Divergierender Stil	1
Konvergierender Stil	2,2
Assimilierender Stil	2,6

Tabelle 8.2: Lernstile und Verbesserungen zwischen den Leistungstests

8.5.2 Lernstilvorlieben und Leistungsverbesserung

Um Zusammenhänge zwischen Leistungsverbesserungen und Lernstilen zu betrachten, reicht es nicht, die absoluten Lernstile in Abhängigkeit ihrer erbrachten Leistungen zu untersuchen. Die Stärke der Ausprägung eines Lernstils ist für den Lernprozess und die Vorlieben des Lernenden entscheidend. Die Ausprägung eines Lernstils wird durch die Position auf dem Koordinatensystem (Abbildung 8.5) wiedergegeben: Je weiter die die Werte einer Testperson in einem Quadranten liegen, desto stärker ist der entsprechende Lernstil ausgeprägt. Mischtypen zwischen verschiedenen Lernstilen sind in der Nähe der Achsen verortet. Entsprechend kann aus den Achsen AE/RB sowie AB/KE auf Korrelationen mit den Leistungsverbesserungen der Teilnehmer überprüft werden, um einen Zusammenhang erkennen zu lassen.

Zusammenhang AE/RB-Leistungsverbesserung

Ein Vergleich der AE/RB-Achse ($n=45$) mit dem Lernerfolg der Teilnehmer zeigte keine signifikante Korrelation (0,005 nach Pearson). Es konnte kein unmittelbarer Zusammenhang zwischen den Vorlieben des zwischen *Aktiven Experimentieren* sowie *Reflektiertem Beobachten* und den Leistungsverbesserungen nachgewiesen werden (Abbildung 8.6).

Zusammenhang KE/AB-Leistungsverbesserung

Im Gegensatz zur Abhängigkeit der AE/RB Werte zu den Leistungsverbesserungen der Teilnehmer kann bei Betrachtung der KE/AB Achse eine Korrelation nachgewiesen werden. Leistungsverbesserung und Vorliebe zwischen *Konkreter Erfahrung* sowie *Abstrakter Begriffsbildung* bilden eine mittlere, negative Korrelation (-0.49 nach Pearson). Diese ist signifikant mit $p < 0.01$ (Abbildung 8.7). Entsprechend dieser Korrelation tendieren Teil-

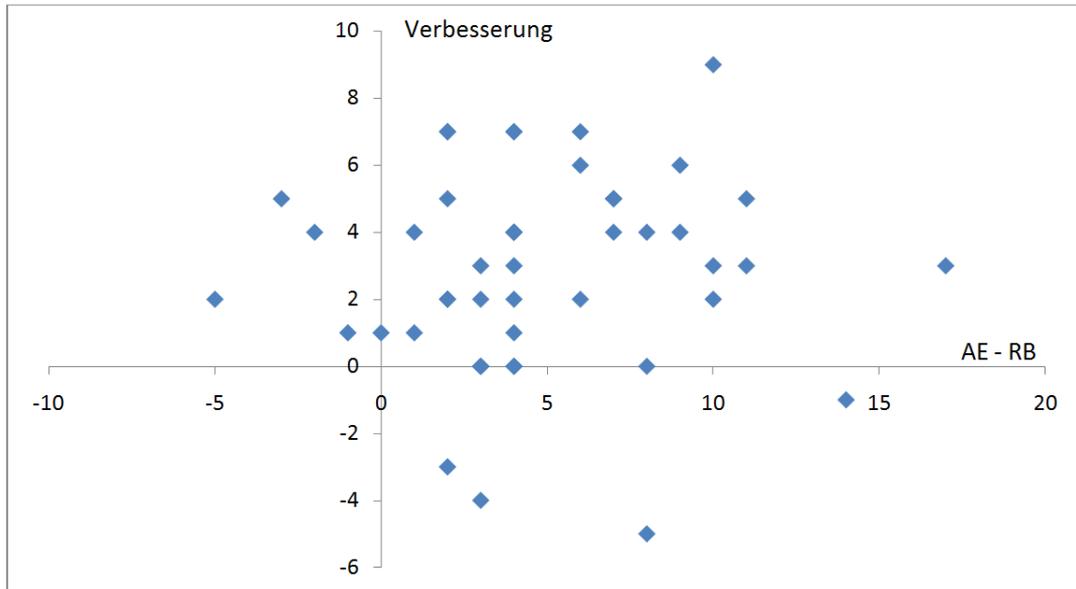


Abbildung 8.6: Verbesserung in Abhängigkeit der AE/RB Präferenz

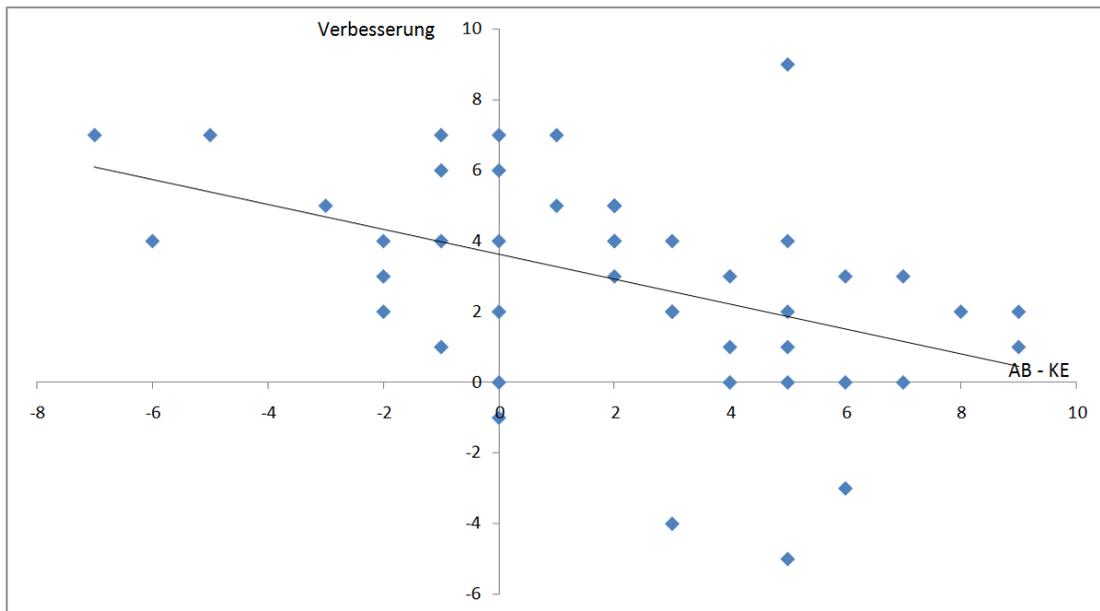


Abbildung 8.7: Verbesserung in Abhängigkeit der AB/KE Präferenz

nehmer, deren Lernstil Stärken im Bereich der *Konkreten Erfahrung* aufweist, zu einer stärkeren Leistungssteigerung zwischen den beiden Tests.

8.6 Interpretation und Einordnung der Ergebnisse

Die erste Auswertung der Leistungstests bestätigt die erste Vermutung: Nach der Durchführung einer Trainingseinheit mit FISS verbesserten sich die Teilnehmer stark signifikant. Dies bestätigt die erste Hypothese **H1**. Auch der Lernstiltest bringt zunächst ein erwartetes Ergebnis: Die Teilnehmer präferieren die für ihren Berufszweig typischen Lernstile. Folglich dominiert in der Lernstilverteilung der für Ingenieure typische konvergierende Lernstil. Bei genauerer Untersuchung der Ergebnisse und den zusammenhängenden Lernstilpräferenzen zeigen sich Korrelationen zwischen den Vorlieben in den Prozessen der *Abstrakten Begriffsbildung* sowie der *Konkreten Erfahrung* und den erbrachten Leistungen. Je stärker ein Teilnehmer Präferenzen im Bereich der *Konkreten Erfahrung* aufwies, desto größer war die zu erwartende Leistungsverbesserung zwischen Pre- und Post-Test (Vergleiche Abbildung 8.7). Dies bestätigt die dritte Hypothese **H3**, welche besagt, dass Lernende mit Stärken im *Konkreten Erfahren* im DGBL Szenario mit FISS überdurchschnittlich stark profitieren.

Im Gegensatz hierzu konnte Hypothese **H2** nicht belegt werden. Es konnte keine Korrelation zwischen den Leistungsverbesserungen und den *RB/AE (Reflektierte Beobachtung / Aktives Experimentieren)* Vorlieben der Teilnehmer des DGBL Trainings nachgewiesen werden. Bei der Untersuchung ergab sich weder eine starke Korrelation, noch ein hohes Signifikanz Niveau.

Auf das Forschungs-Framework (Vergleiche Kapitel 5 Abbildung 5.1) bezogen, sollte diese Studie das Game-Design eines Spiels in Zusammenhang zum Prozess des Erfahrungslernens und dem erzielten Lernerfolg untersuchen. Die eingangs formulierte Hypothese, dass Präferenzen im Prozess des Erfahrungslernens den Erfolg spezifischer Game-Design Aspekte beeinflussen, konnte in dieser Studie im Fall der nicht deterministischen Rundenstrategiespiele wie FISS belegt werden. Im Gegensatz zu anderen Studien, die die Auswirkungen von DGBL und Präferenzen im Erfahrungslernen untersuchen wurde der Fokus nicht nur auf den Lernstil gelegt, sondern primär auf die AB/KE sowie die RB/AE Präferenzen im Erfahrungslernen. Folglich konnten die Ergebnisse dieser Studie differen-

zierter untersucht und Zusammenhänge aufgedeckt werden.

8.7 Zusammenfassung

In dieser Studie wurde der Lernerfolg durch eine DGBL Training mit dem Serious Game FISS untersucht. Ein zentrales Ziel ist die Darstellung von Zusammenhängen zwischen Präferenzen im Lernprozess und den Eigenschaften eines Serious Game. FISS ist aufgrund seines Game-Design ein typisches rundenbasiertes, nicht-deterministisches Strategiespiel. Die Ausgangshypothese für die Studie ist dabei folgende Vermutung: Ein Serious Game, welches in seinem Game Design Handlungs- und Denkmuster begünstigt, die bestimmten Lernpräferenzen entsprechen, wird bei Teilnehmern mit dieser Ausrichtung einen größeren Lernerfolg induzieren.

Zur Untersuchung des Lernerfolgs wurde vor und nach der Trainingseinheit ein Leistungstest durchgeführt. Die Präferenzen im Lernprozess wurde zusätzlich zum Pre-Test mit einer deutschen Version des Learning Style Inventory von Kolb erfasst.

Die Auswertung der Ergebnisse zeigt eine starke mittlere Leistungsverbesserung zwischen Pre- und Post-Test. Die Präferenzen im Lernprozess deckten sich mit bisherigen Studien, welche die Lernpräferenz - den sogenannten Lernstil - in einer starken Abhängigkeit zu dem ausgeübten Beruf sehen. Diese Studie zeigt, dass der Grossteil der Teilnehmer, den für Ingenieure typischen, *konvergierenden Lernstil* bevorzugt. Die Betrachtung der Lernstile in Abhängigkeit zum Lernerfolg ergab, dass Präferenzen im Prozess des *Konkreten Erfahrens* (KE) mit den Leistungsverbesserungen korrelieren: Je eher die Teilnehmer Vorlieben im Bereich der KE besitzen, desto höher ist die zu erwartende Leistungsverbesserung. Folglich profitieren der akkomodierende sowie der divergierende Lernstil am Stärksten vom DGBL Training mit FISS. Dies bestätigt die eingangs formulierte Hypothese für den Bereich der nicht-deterministischen Rundenstrategiespiele.

8.8 Diskussion und Ausblick

In dieser Studie über das Game-Design und die Einflüsse auf Präferenzen im Prozess des Erfahrungslernens konnten alle Hypothesen bis auf H2 bestätigt werden. Der Zusammenhang zwischen den RB/KE Werten und dem Leistungszuwachs ist entweder zu

schwach und damit für dieses Szenario irrelevant oder er hat sich dieser Studie nicht gezeigt. Nach den bisherigen Erkenntnissen kann also davon ausgegangen werden, dass das Game-Design von FISS weder Lernende mit Präferenzen in RB und KE weder bevorzugt noch benachteiligt. Im Gegensatz dazu kann eine signifikante mittlere Korrelation zwischen den AB/KE Werten und der Leistungsverbesserung gefunden werden.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass von einem Serious Game wie FISS nicht alle Spielertypen gleichermaßen profitieren, sondern Spieler mit speziellen Denk- und Handlungsmustern einen überdurchschnittlichen Lernerfolg erzielen. Wenn also ein Serious Game für eine Zielgruppe mit dominanten Lernpräferenzen entwickelt werden soll, ist es wichtig diese Aspekte in das Game-Design einfließen zu lassen. Eine dominierende Lernpräferenz ist gegeben, sobald die Zielgruppe in einem bestimmten Berufsfeld beschäftigt ist. Es ist also sinnvoll Serious Games für die Lernvorlieben spezieller Zielgruppen zu entwickeln. Zusätzlich können mit diesen Ergebnissen Personen, die weniger begünstigten Lernstilen angehören, durch zusätzliche Maßnahmen und Materialien besser integriert werden. Die in dieser Studie erzielten Ergebnisse können stellvertretend für das Genre der nicht-deterministischen Rundenstrategiespiele angesehen werden. Folglich ist es wichtig weitere Spielgenres und Anwendungsarten von DGBL zu untersuchen.

Innerhalb des Forschungsframeworks über die Auswirkungen spezifischer Lernprozesse auf DGBL wurde begonnen die Lücke zwischen Game-Design, Erfahrungslernen und Lernerfolg genauer zu untersuchen. Das Prinzip des Erfahrungslernens ist dabei ein für dieses Verständnis wichtiger Teil. In dem Framework wurde zudem der Prozess der Metakognition, sowie äussere Zielgruppeneinflüsse, wie der Generationenkonflikt hervorgehoben.

Die weitere Forschung kann in zwei Richtungen erfolgen. Zum einen sollten weitere Spieltypen und Einsatzszenarien von DGBL unter dem Gesichtspunkt des Erfahrungslernens untersucht werden. Zum anderen sollte der Einfluss der übrigen Aspekte im Framework geklärt werden, um weitere Ergebnisse über die Auswirkungen der Lernprozesse zu erhalten.

Wir werden zunächst nach Möglichkeiten suchen den wichtigen Prozess der Metakognition und die metakognitiven Eigenschaften der Lernenden zu erfassen. Mit diesen kann der durch das Spiel erreichte Lernfortschritt genauer analysiert werden.

Anmerkung: Die Ergebnisse dieser Studie wurden auf der 7. e-Learning Fachtagung der Gesellschaft für Informatik in Berlin veröffentlicht und mit dem Best Paper Award ausgezeichnet [Bufe und Krömker, 2009]. Eine erweiterte Fassung erschien zudem 2010 in der Fachzeitschrift i-com [Bufe und Krömker, 2010c].

9 Auswirkungen metakognitiver Fähigkeiten auf den Lernerfolg im Digital Game Based Learning

Nachdem wir im letzten Abschnitt Präferenzen im Prozess des Erfahrungslernens in Bezug auf den Lernerfolg untersucht haben, werden wir in dieser Studie mit den Auswirkungen metakognitiver Fähigkeiten im rundenbasierenden Serious Game FISS untersuchen.

9.1 Einordnung der Studie in das Forschungsframework

Der Prozess der Metakognition ist neben dem Konzept des Erfahrungslernens der zweite wichtige Einflussfaktor bei der Modellierung des Lernprozesses. Innerhalb des Forschungsmodells sollen die Stärke der metakognitiven Fähigkeiten in Abhängigkeit zu dem Erfolg - den erreichten Learning Outcomes - eines Serious Game gesetzt werden. Die bisher betrachteten Studien konnten, dass die Lernleistung steigt, sobald die Spieler metakognitive Strategien wie „laut denken“ oder „Selbstreflektion“ während des Spiels anwenden [Bokyeong et al., 2009]. Im Gegensatz zu dem Erfassen von direkt beobachtbaren Strategien versuchen einige Autoren die metakognitiven Fähigkeiten eines Individuums über Interviews oder Tests zu ermitteln [Wild und Schiefele, 1994].

9.2 Studiendesign

Zunächst muss festgelegt werden welches Inventar genutzt werden soll, um den die Ausprägung der metakognitiven Fähigkeiten bei den Teilnehmern zu erfassen. Eines der ersten Inventare, welche metakognitive Kompetenzen und Strategien berücksichtigt ist das „Motivated Strategies for Learning Questionnaire“ (MSLQ) [Pintrich et al., 1991] [Wild

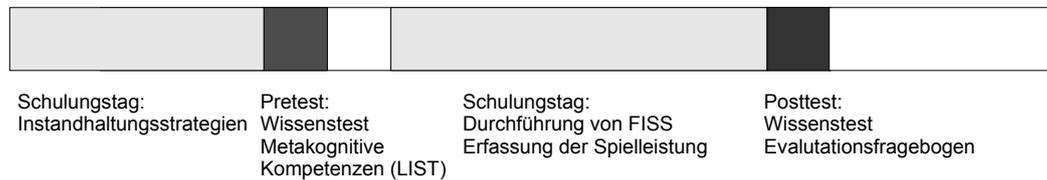


Abbildung 9.1: Forschungsdesign: Auswirkungen Metakognitiver Kompetenzen auf den Lernerfolg im Digital Game Based Learning

und Schiefele, 1994]. Dieses wurde 1994 von Wild und Schiefele erweitert und ins Deutsche übersetzt und in mehreren Studien validiert [Boerner et al., 2005]. Dabei wurde jedoch die Skala zur Erfassung der metakognitiven Strategien wiederholt kritisiert.

Basierend auf dieser Kritik wurde eine modifizierte Version des LIST entwickelt, welches die metakognitiven Strategien der Teilnehmer besser erfasst und 2005 in einer Studie mit berufstätigen Studierenden validiert [Boerner et al., 2005].

Zur Erfassung einer möglichen Leistungsverbesserung wurde wie in der Studie über die Lernpräferenzen im Erfahrungslernen nach Kolb ein Pre- Posttest Design gewählt: Am Abend vor der Durchführung des Mitarbeitertrainings mit FISS wird ein Test zum Erfassen des Vorwissens durchgeführt. Nach Abschluss der Lerneinheit wird am nächsten Abend ein zweiter Leistungstest von den Teilnehmern bearbeitet. Dieser Leistungstest ist identisch mit dem in der ersten Studie angewendeten Test und überprüft die verschiedenen Lernziele, die innerhalb des Trainings erreicht werden sollen. Er besteht aus 10 Multiple Choice Items und wurde in Zusammenarbeit mit der Trainingsleitung konzipiert. Die hierbei gewonnen Daten über die Leistungsverbesserung der Teilnehmer können mit den Ergebnissen im LIST verglichen werden, um Zusammenhänge zu erkennen. Zusätzlich zu der Leistungsverbesserung werden die Ergebnisse innerhalb des Spiels erfasst. Hierzu werden die Spielstände der Teilnehmer gespeichert und im Anschluss analysiert. Die Fragebögen, Testd und Spielstände werden über eine teilanonymisierte Identifikati-

onsnummer verknüpft.

Den Teilnehmern wird schriftlich zugesagt, dass ihre Daten vertraulich und anonym behandelt werden. Dies ist insbesondere wichtig, da die Angestellten innerhalb der Fortbildung Klausuren absolvieren müssen. Diese müssen bestanden werden, wenn die Fortbildung anerkannt werden soll.

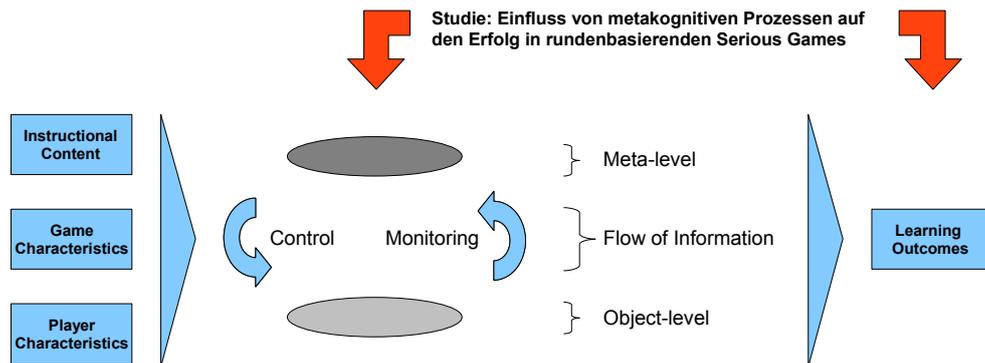


Abbildung 9.2: Untersucher Ausschnitt aus dem Lernmodell: Einflüsse von metakognitiven Prozessen auf den Lernerfolg

9.3 Hypothesen

Aufgrund der bisher betrachteten Studien wird angenommen, dass Spieler mit hohen metakognitiven Fähigkeiten ihre Spiel-Strategien innerhalb der FIS-Simulation besser kontrollieren können sowie ihre Denk und Lösungsansätze in einem höheren Maß reflektieren. Dies wird zum einen in einem besseren Spielergebnis resultieren, da durch das Überwachen und Regulieren der eigenen kognitiven Prozesse, falsche Denkansätze schneller erkannt und korrigiert werden. Zum anderen wird die Ausprägung der metakognitiven Fähigkeiten eines Teilnehmers auch einen positiven Einfluss auf die Leistungsverbesserung durch das Training besitzen. Folglich liegen dieser Studie folgende Hypothesen zu Grunde:

- **H1:** Teilnehmer mit ausgeprägten metakognitiven Fähigkeiten und Strategien werden eine höhere Leistung innerhalb des Spiels zeigen.
- **H2:** Teilnehmer mit ausgeprägten metakognitiven Fähigkeiten werden eine stärkere Leistungsverbesserung aufweisen.
- **H3:** Die Teilnehmer werden nach der Durchführung des Trainings einen signifikanten Leistungszuwachs zeigen.

9.4 Ergebnisse

Die Erhebung der Daten wurde im Mitarbeitertraining der Daimler AG im dritten Quartal 2009 durchgeführt. Die Durchführung ist, im Vergleich zu der Studie über Präferenzen im Erfahrungslernen, bis auf den Einsatz der metakognitiven Selbsteinschätzung statt des LSI und dem zusätzlichen Aufzeichnen der Spielstände identisch.

9.4.1 Leistungstest

Zunächst werden die Leistungsverbesserung zwischen Pre- und Posttest untersucht. In einem ersten Schritt wurden die Testitem bezüglich ihrer Schwierigkeit und Trennschärfe überprüft, Items die unbefriedigende Ergebnisse aufwiesen, wurden aus der Testbewertung entfernt. Insgesamt enthielt der Test nach der Analyse 9 Items mit einer Maximalpunktzahl von 24. In der ersten Untersuchung wurden 35 Datensätze erfasst und ausgewertet. Eine Untersuchung des Tests ergab eine gute interne Konsistenz (Cronbach Alpha: 0,7)

Die Teilnehmer verbesserten sich im Durchschnitt von 14,8 auf 16,8 Punkte, welches einer Verbesserung von 14% entspricht. Diese Verbesserung ist hoch signifikant mit $p < 0.01$.

9.4.2 Metakognitive Selbsteinschätzung und Leistungsverbesserungen

Die Teilnehmer schätzen sich mit Hilfe eines Fragebogens zur Erfassung Metakognitiver Strategien selbst ein. Das eingesetzte Inventar erfasst, in wieweit eine Person beim Aneignen von Wissen auf metakognitive Strategien setzt [Boerner et al., 2005]. Der Test

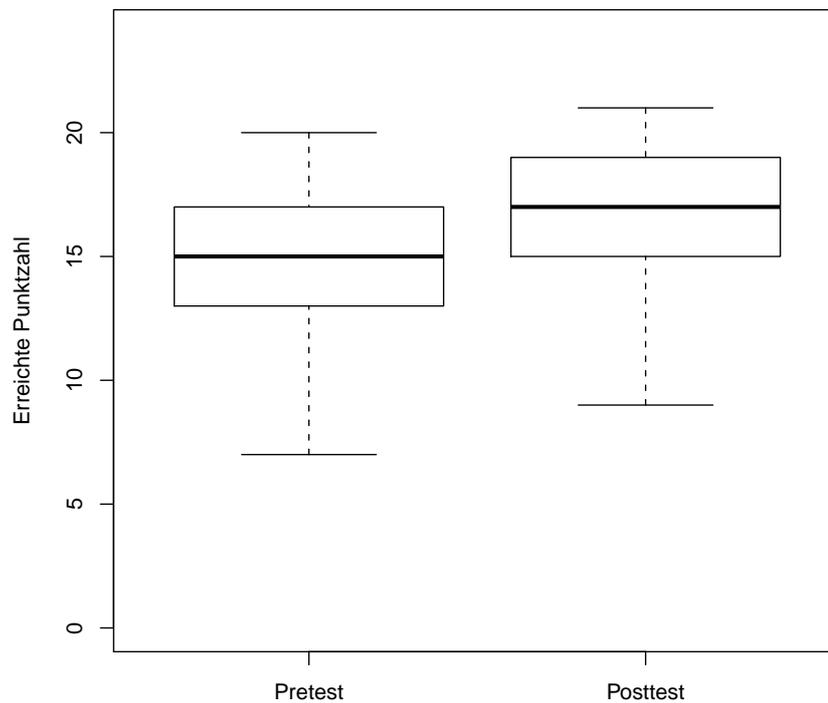


Abbildung 9.3: Leistungsunterschiede zwischen Pre- und Posttest ($n=35$). Die Verbesserung ist hoch signifikant mit $p < 0.01$.

besteht aus 20 Items, bei dem der Teilnehmer auf einer sechsstufigen Skala bewertet, wie stark dieser spezifische metakognitive Strategien beim Lernen einsetzt. Er gibt somit eine Selbsteinschätzung bezüglich seiner metakognitiven Fähigkeiten ab, bei der zwischen 0 und 100 Punkte erreicht werden können.

Die Teilnehmer schätzen sich dabei im Mittel auf ein Niveau von 65,5 Punkten mit einer Standardabweichung von 14,1 Punkten. In Abhängigkeit zu den Leistungsverbesserungen konnte jedoch keine signifikante Korrelation gefunden werden (-0.07 nach Person, $p < 0.65$). Eine signifikante Korrelation der metakognitiven Selbsteinschätzung, bezüglich des Pre- und Posttests, ist nicht festgestellt worden.

	Leistung Pretest	Leistung Posttest	Leistungsverb.
Metakognitive Einschätzung	-.10	-.16	-.07

Tabelle 9.1: Korrelationen: Metakognitive Selbsteinschätzung und Verbesserungen

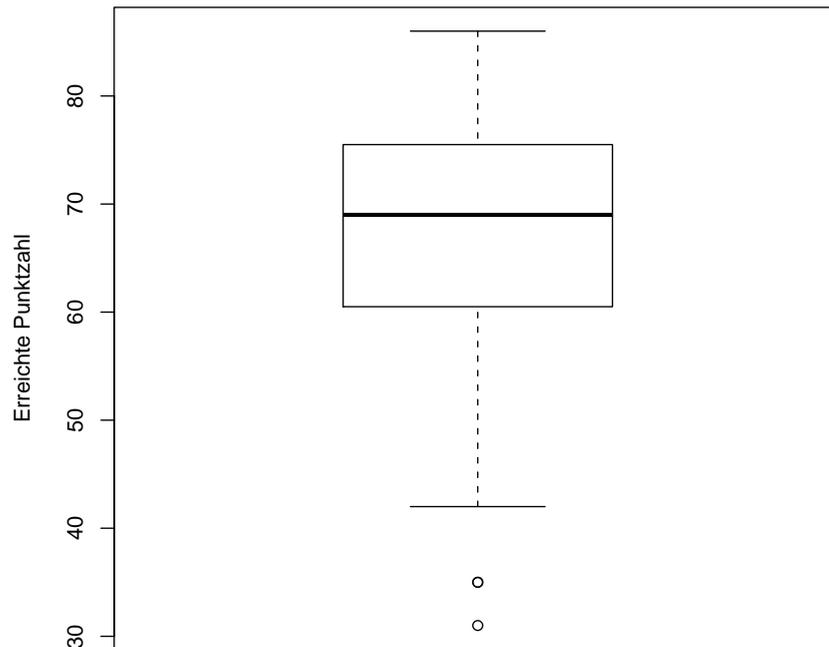


Abbildung 9.4: Selbsteinschätzung der Teilnehmer (n=35)

9.4.3 Metakognitive Selbsteinschätzung - Leistung innerhalb des Spiels

Zum Erfassen der Spielleistung wurden die Spielstände der verschiedenen Gruppen am Ende der Simulation gesammelt und analysiert. Jeder Spieler wird an den Zielen seiner Rolle im Spiel gemessen. Beobachtungen haben gezeigt, dass die Ziele der Rollen unterschiedlich schwer zu erreichen sind. Daher werden die Ergebnisse relativ zum bisher erreichten Mittelwert aus 82 anderen Spielrunden, die in der Mitarbeiterfortbildung entstanden sind verglichen. Jeder Spieler wurde dabei mit einem Wert zwischen 0 (schlechtes Ergebnis) und 1 (sehr gutes Ergebnis) bewertet. In Abhängigkeit zu der metakognitiven

Selbsteinschätzung kann jedoch keine Korrelation nachgewiesen werden.

9.5 Interpretation und Einordnung der Ergebnisse

Die Studie bestätigt einen signifikanten Leistungszuwachs zwischen Pre- und Posttest durch die Durchführung von FISS. Dies bestätigt die erste Hypothese. Innerhalb dieser Vorstudie konnten jedoch keine Zusammenhänge zwischen der metakognitiven Selbsteinschätzung der Teilnehmer und den erreichten Ergebnissen innerhalb des Spiels und der Leistungsverbesserung hergestellt werden.

Dies kann verschiedene Gründe haben: Zum einen legen verschiedene Pilotstudien nahe, dass die Testmacht bei der Anwendung des Metakognitionsbogens auf den Leistungszuwachs relativ niedrig ist und somit eine Stichprobe erfordert die um ein vielfaches Größer ist. Zum anderen bieten sich für zukünftige Studien zusätzliche Methoden an, um einen Zusammenhang zwischen Leistung und metakognitiven Fähigkeiten im DGBL aufzuzeigen. Dies könnte beispielsweise erfolgen, wenn die Häufigkeit der Anwendung von metakognitiven Strategien im Vergleich zu der Leistungsverbesserung und Spielleistung der Teilnehmer gesetzt wird.

Die bisher erreichten Ergebnisse erlauben jedoch keine Rückschlüsse auf unser Framework. Aufgrund bisheriger Studien (Vgl. [Bokyeong et al., 2009]) gibt es Anhaltspunkte, dass die metakognitiven Eigenschaften einer Person einen wichtigen Einfluss auf erzielten Lernfortschritte in DGBL Szenarien wie FISS besitzen.

9.6 Ausblick und weitere Schritte

Für weitere Rückschlüsse auf Auswirkungen von metakognitiver Fähigkeiten im DGBL sind weitere Forschungen und Studien notwendig. Eine Erhöhung der Stichprobengröße erscheint jedoch vor dem Hintergrund der bisher erbrachten Ergebnisse im Rahmen des Einsatzes von FISS wenig erfolgversprechend. FISS wird bisher nur 2-3 mal jährlich in Trainingsgruppen von ca 20-30 Personen eingesetzt, welches zusätzlich langjährige Studien erforderlich machen würde. Zur weiteren Untersuchung der metakognitiven Effekte könnte entweder ein anderes, stärker frequentiertes Szenario herangezogen werden (Vgl. Radon [Israr und Bufe, 2011]) Zusätzlich könnten andere Möglichkeiten genutzt werden,

um die metakognitiven Leistungsfähigkeit zu ermitteln, wie zum Beispiel über die Häufigkeit des Einsatzes von metakognitiven Fähigkeiten.

Neben den bisher untersuchten Einflüssen des Erfahrungslernens und der Metakognition wird im Anschluss der Generationskonflikt als Repräsentant für äußere Einflussfaktoren betrachtet.

10 Attribute eines Serious Game und Generationenkonflikte

Neben den Studien über die differenzierte Untersuchung der Lernprozesse in Abhängigkeit verschiedener Design Merkmale, wurde FISS entwickelt, um eine Zielgruppe zu trainieren, die ein stark unterschiedliches Alter aufweist. Während die jüngsten Teilnehmer des Trainings um die 25 Jahre sind, befinden sich die ältesten Schulungsteilnehmer in einem Alter von 45-50 Jahren.

In den letzten Jahren geriet die Annahme, dass verschiedene Generationen, ausgelöst durch moderne Technologien, grundlegend verschieden lernen und ein inkompatibles Lernverhalten besitzen zunehmend in Kritik. Jedoch existieren altersbedingte Differenzen in der Nutzung von Videospiele: Jüngere Generationen, die mit Videospiele aufgewachsen sind, tendieren dazu diese auch mit voranschreitendem Alter zu nutzen. Videospiele sind auf diesem Weg zu einem kulturellen Artefakt neben Büchern und Filmen geworden [Gee, 2007]. Obwohl die Industrie in den letzten Jahren zunehmend erfolgreich versucht neue Zielgruppen, wie ältere Personen zu erreichen, werden Videospiele oft lediglich als Spielzeug für Kinder und nicht als Teil ihrer Kultur gesehen [Prensky, 2001a]. Unabhängig von dem technischen Vorwissen kann dies eine Hürde für das Lernen mit Serious Games darstellen: Falls ein Lernszenario von den Teilnehmern nicht akzeptiert wird, kann es nur schwer erfolgreich Wissen vermitteln.

Diese Problemstellung war bei der Konzeption und Anforderungsanalyse von FISS in den Game-Design Paradigmen berücksichtigt worden und soll nun in einer Fallstudie untersucht werden. Sind die gewählten Spielmechaniken geeignet um Lernende verschiedener Generationen erfolgreich innerhalb eines DGBL Trainings zu schulen?

10.1 Einordnung in das Framework

Im Gegensatz zu den beiden bisherigen Studien fokussiert diese Untersuchung nicht die Lernprozesse, sondern untersucht innerhalb unseres Forschungsframeworks den externen Faktor der „*Player Characteristics*“. Es wird untersucht unter welchen Bedingungen „*Game Characteristics*“ und „*Instructional Content*“ unter dem Aspekt des Net-Generation Konflikts erfolgreich sein können. Sie dient also der Überprüfung, ob unsere Anforderungen bezüglich dieses Lernszenarios erfolgreich waren. Zudem ist diese Studie wichtig um den Einfluss der *Player Characteristics* auf *Game Characteristics* und *Learning Outcomes* besser zu verstehen.

In dieser Untersuchung wird der Einfluss des Net-Generation Konflikts auf drei verschiedene Faktoren untersucht:

Zunächst wird der Leistungszuwachs betrachtet werden, d.h. ist es einem Serious Game möglich Lerninhalte einer Non-Net-Generation genauso wie der Net-Generation zu vermitteln? Die ist ein wesentlicher Indikator für den Erfolg des DGBL Szenarios. Zusätzlich wird der Einfluss der Generation auf den Spielerfolg verglichen. Ein Unterschied im Spielerfolg kann sich durch Unterschiede in der Erfahrung mit Spielen, der Technik, der Akzeptanz und dem Interesse an Serious Games begründen.

Abschliessend soll eine Evaluation Aufschluss geben, in wie weit die verschiedenen Altersgruppen in dem DGBL motiviert wurden und als wie geeignet ein Serious Game zum Vermitteln von Wissen einschätzt wird.

10.2 Studiendesign

Zentrales Untersuchungsobjekt dieser Studie sind die Eigenschaften des Game-Design und der Einfluss des Alters auf den Erfolg im Serious Game FISS. Es ist also wichtig einen Teilnehmer einer Generation zuordnen zu können. Doch wie soll eine klare Trennung zwischen Non-Net-Generation und Net-Generation möglich sein? Der Übergang zwischen Net und Non-Net-Generation wird in der Literatur bei den Jahrgängen 1978-1980 [Prensky, 2001b] [Opaschowski, 1999] vermutet. Diese Übergangsgeneration, die nicht eindeutig zugeordnet werden kann, muss gesondert betrachtet werden. Wir bezeichnen diese Gruppe als sogenannte Crossover-Generation. Dabei ordnen wir Personen



Abbildung 10.1: Auswirkung des Game-Design auf den Net-Generation Konflikt

mit einem Geburtsjahr ab 1981 der Net-Generation zu, Personen der Jahrgänge 1980-1975 der Crossover-Generation und Personen die vor 1975 geboren sind der sogenannten Non-Net-Generation. Die dabei entstandenen Gruppen werden bezüglich ihrer Leistung im Spiel, ihren Aussagen in der Evaluation und nach ihrem Leistungszuwachs untersucht. Der Leistungszuwachs wird, wie in den bisherigen Studien, über in einem Pre-Posttest Design erfasst. Vor dem Training werden die Teilnehmer einem Test bezüglich ihres Vorwissens unterzogen. Die Ergebnisse werden mit den Resultaten der Leistungsüberprüfung am Ende des Spiels verglichen um Leistungsveränderungen aufzeigen zu können.

Die Zufriedenheit und Einstellung gegenüber dem DGBL Szenario mit FISS wird am Ende des Spiels in einem Evaluationsbogen erfasst. Die Leistung innerhalb des Spiels wird durch Speicherung der Spielstände und die Entscheidungshistorie der einzelnen Gruppen ermittelt. Anschliessend werden die Spieler gemäß ihren Zielwerten und der erbrachten Leistung bewertet.

Alle Tests werden dabei über teilanonymisierte Identifikationsnummern miteinander verknüpft. Bei diesem Prozess wird den Teilnehmern zugesichert, dass ihre Daten anonym behandelt und nicht an Daimler weitergegeben werden.

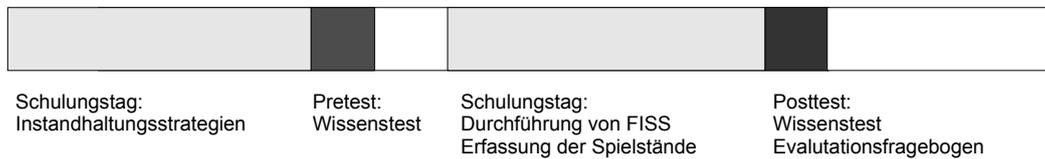


Abbildung 10.2: Studiendesign: Digital Game Based Learning für die Non-Net und Net-Generation

10.3 Hypothesen

Bei der Anforderungsanalyse und Konzeption wurde besonderer Wert auf die Eignung von FISS für eine, bezüglich des Alters, inhomogene Zielgruppe gelegt. Nach einer Analyse bisheriger Studien wurden folgende Game-Design Paradigmen für die Integration beider Zielgruppen in das DGBL Szenario hervorgehoben: Akzeptanz, leichte Zugänglichkeit, Spielspaß und die Unterstützung des Lernprozesses. Insbesondere der Faktor der Akzeptanz und die leichte Zugänglichkeit eines Spiels sind im Vergleich zu bisher betrachteten DGBL Szenarien für eine Integration der Non-Net-Generation wichtig.

Indem diese Anforderungen in dem Konzept für das Serious Game FISS umgesetzt worden sind, nehmen wir an, dass beide Generationen gleichermaßen gefördert werden und Unterschiede nur gering ausfallen. Dieser Effekt soll nicht nur die Leistung innerhalb des Spiels betreffen, sondern auch den Lerneffekt, sowie die abschliessende Bewertung der Teilnehmer. Dies führt zu folgenden Hypothesen für diese Studie:

- **H1** Die Teilnehmer werden sich unabhängig von ihrer Generation durch die Durchführung von FISS verbessern.
- **H2** Die Leistung der Teilnehmer innerhalb des Serious Game wird zwischen der Net- und der Non-Net Generation nicht signifikant verschieden sein.

- **H3** Die Bewertung der FIS-Simulation durch die Teilnehmer wird nicht durch deren Generation beeinflusst.

10.4 Durchführung der Studie

Die Studie wurde im zweiten Quartal 2009, sowie dem dritten Quartal 2010 im Mitarbeitertraining von Daimler durchgeführt. Die Durchführung der Studie und FISS gleicht den in den übrigen Studien untersuchten Trainingseinheiten: Am Abend vor der Trainingseinheit mit FISS wurde der erste Leistungstest durchgeführt, der das Vorwissen der Teilnehmer erhebt. Nach einer kurzen Wiederholung des letzten Trainingstages am darauf folgenden Tag wurde FISS für 6 Stunden gespielt, wobei nach drei Stunden jede Gruppe eine Zwischenpräsentation ihrer Ergebnisse halten musste. Nach dem Training erfolgte die Abschlusspräsentation der Gruppen und eine Diskussion des Trainings. Abschliessend wurde der Post-Test durchgeführt und ein Evaluationsfragebogen von den Teilnehmern ausgefüllt. Die Ergebnisse der Diskussion werden gesondert am Ende der Studie ausgeführt.

10.5 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Studie gliedern sich in drei Bereiche, die zunächst unabhängig voneinander betrachtet werden. Die generationenabhängigen Ergebnisse des Leistungstests, der Spielleistung, sowie abschliessend bezüglich der Teilnehmerbewertung des Trainings.

10.5.1 Stichprobe

Die Studie wurde mit 59 Teilnehmern durchgeführt. Bei 35 Teilnehmer wurde zusätzlich die Leistung innerhalb des Spiels zum Pre-Posttest und der Bewertung von FISS erfasst. Die Stichprobe setzt sich wie folgt zusammen: 27% sind nach 1980 geboren und gehören nach unserer Definition zu der Net-Generation. 17% sind aus dem Jahrgang 1979 bis einschliesslich 1975 und bilden somit die Übergangsgeneration. Die restlichen 56% sind vor 1975 geboren und gehören zur Gruppe der Non-Net-Generation. Der älteste Teilnehmer hat sein 50 Lebensjahr bereits überschritten, während die jüngsten Teilnehmer zum Testzeitpunkt unter 25 Jahre alt waren. Innerhalb der Gruppe der Net-Generation hatten

	Net-Generation	Crossover-Generation	Non-Net-Generation
Anteil an der Stichprobe (n=59)	27%	17%	56%
Erfahrung mit Simulationen	81%*	90%	58%

Tabelle 10.1: Zusammensetzung der Stichprobe. *Unterschied hoch signifikant $p < 0.001$

81% der Teilnehmer bereits Erfahrung mit Planspielen oder computergestützten Simulationen. Bei der Crossover-Generation sind es indes 90% und bei der Non-Net-Generation 58% der Spieler. Der Unterschied in der Erfahrung mit Planspielen oder Simulationen zwischen der Non-Net und den übrigen Generationen ist stark signifikant ($p < 0.001$). Die Non-Net-Generation ist nach diesen Ergebnissen signifikant unerfahrener im Umgang mit ähnlichen Szenarien wie FISS. Dies deckt sich mit unseren vorhergegangenen Hypothese über die Generationsunterschiede. Der relativ grosse Anteil an simulationserfahrenen Teilnehmern in der Non-Net-Generation könnte sich zudem mit der Tatsache begründen, dass Planspiele gängige Praxis bei Daimler Mitarbeiterfortbildungen sind. Im Gegensatz hierzu haben alle Teilnehmer unabhängig ihres Alters Erfahrung im Umgang mit Computern. So geben 99% der Teilnehmer an, dass sie über mindestens 5 Jahre Erfahrung verfügen, wobei 80% der Stichprobe sogar mindestens 10 Jahre an Erfahrung aufweisen können.

10.5.2 Leistungstest

Zwischen dem Pre- und Posttest verbesserten sich die Teilnehmer im Schnitt um 2.6 Punkte von 16.3 auf 18.9. Diese Verbesserung ist stark signifikant mit $p < 0.01$. Es darf angenommen werden, dass die Teilnehmer von der Durchführung des DGBL Trainings mit FISS profitiert haben.

Betrachten wir die Unterschiede bezüglich des Alters und der Generationenzugehörigkeit erhalten wir folgende Resultate: Testpersonen mit einer Zugehörigkeit zu der Net-Generation verbessern sich im Schnitt um 2.6 Punkte, Teilnehmer der Crossover-Generation verbessern sich im Schnitt um 2 Punkte, während die Stichprobe der Non-Net-Generation eine Verbesserung um 2.5 Punkte aufweist. Wie wir aus Tabelle 10.2

entnehmen können, sind die Verbesserungen signifikant und die Schwankungen zwischen den Teilnehmergruppen liegen im Bereich der normalen Abweichung. Bei einer Standardabweichung von 2.5 der Non-Net-Generation und einer Stichprobengröße von 33 erwarten wir also einen Standardfehler von $\frac{sd}{\sqrt{n}} = 0.43$ unsere tatsächliche Abweichung gegenüber der Net-Generation liegt also innerhalb des zu erwartenden Standardfehlers der Stichprobe. Die stärkere Abweichung der Crossover-Generation lässt sich durch die geringere Anzahl der Teilnehmer in diesem Alter und der damit verbundenen niedrigeren Aussagekraft erklären.

	Net-Generation	Crossover-Generation	Non-Net-Generation
Mittlere Verbesserung	2.6	2.0	2.5
Standardabweichung	2.2	2.6	2.7
Signifikanz p	< 0.01	< 0.05	< 0.01

Tabelle 10.2: Generationsabhängige Verbesserungen

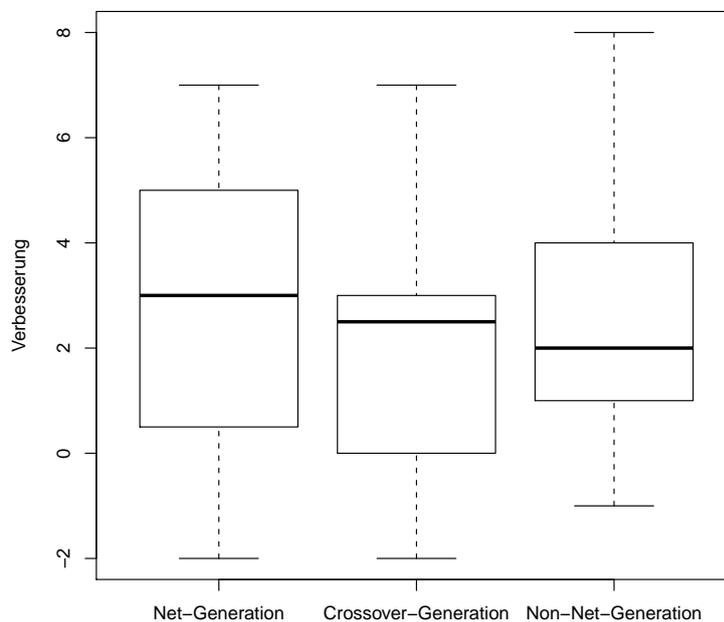


Abbildung 10.3: Boxplot: Generationsabhängige Verbesserungen

10.5.3 Leistung innerhalb des Spiels

Zusätzlich zu der Auswertung der Leistungstests wurde bei 35 Spielern die Erfüllung der Aufgaben innerhalb des Spiels ermittelt. Der Grad der Erfüllung der Aufgaben richtet sich nicht nach dem in der Simulation gesetzten Zielwert, sondern an den in 82 Spielen ermittelten durchschnittlichen Erfüllungsgrad der jeweiligen Kennzahlen. Die Leistung der Teilnehmer wird dabei zwischen 0 (keine Erfüllung der Aufgabe) und 1 (sehr starke Erfüllung der Aufgabe) bewertet. Dies beruht auf der Tatsache, dass sich mit vermehrter Aufzeichnung der Spiele herausgestellt hat, dass die Kennzahlen verschiedener Rollen unterschiedlich schwer zu erreichen sind. Da wir jedoch auf eine rollenunabhängige Vergleichbarkeit der Ergebnisse angewiesen sind, wurden die Ergebnisse auf diese Weise „normalisiert“. Die Gruppe der Net-Generation erreichte eine durchschnittliche Punktzahl von 0.55, die Crossover-Generation einen Wert von 0.48 und die Non-Net-Generation einen Wert von 0.7. Wir sehen also in diesem Fall sogar einen größeren Erfolg der älteren Generation.

These	Non-Net- Generation	Crossover- Generation	Net-Generation
1	4.5	4.9	4.9
2	4.2	4.1	4.1
3	3.9	4.3	4
4	4.3*	4.3	5.1*

Tabelle 10.3: Generationsabhängige Bewertungen der eigenen Spielleistung. (* Unterschied signifikant $p < 0.05$)

Diese Ergebnisse liefern uns Anhaltspunkte für die Unabhängigkeit des Spielergebnisses von der Generationszugehörigkeit. Es können allerdings keine festen Aussagen getroffen werden, da zum einen viele Teilnehmer ihre Rollenziele zugunsten des Gruppenergebnis zurückstellten und zum anderen eine Verzerrung durch den Normalisierungsprozess nicht auszuschliessen ist. Aus diesem Grund wurde im abschliessenden Evaluationsbogen die Einschätzung der Teilnehmer bezüglich des Spielverlaufes erfasst. Hierzu mussten die

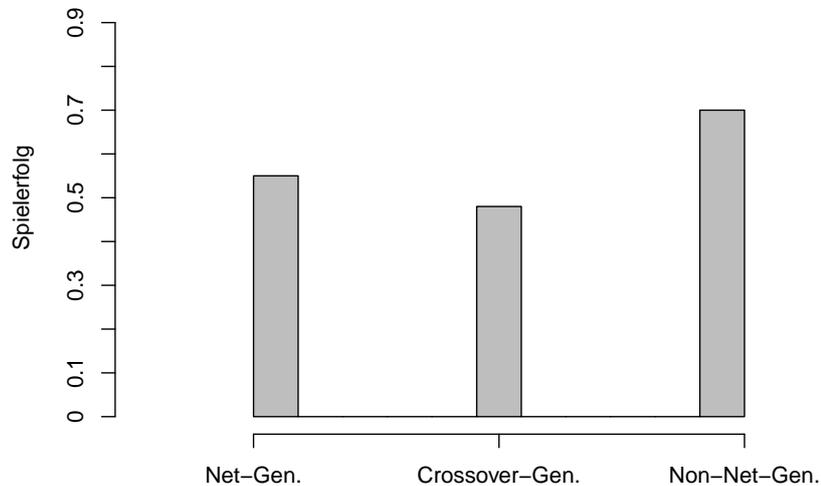


Abbildung 10.4: Spielleistung der Generationen. Skala: 0-1

Teilnehmer auf einer Skala von 1 (keine Zustimmung) - 6 (volle Zustimmung) angeben, inwieweit folgenden Thesen auf sie zutreffen:

1. Ich konnte meine Position in der Gruppe durchsetzen.
2. Ich habe die Zielvereinbarung meiner Rolle in der Fabrik konsequent verfolgt.
3. Ich habe die Zielvereinbarung meiner Rolle in der Fabrik erreicht.
4. Ich bin mit meinem Ergebnis zufrieden.

Die Ergebnisse (Tabelle 10.3) zeigen, dass die Teilnehmer häufig ihre eigenen Ziele zum Wohl der Fabrik zurückstellen. Die Unterschiede zwischen den Generationen sind dabei nicht signifikant. Lediglich die Zufriedenheit mit der eigenen Leistung ist zwischen der Net- und der Non-Net-Generation unterschiedlich- Obwohl die Non-Net-Generation sich ähnlich erfolgreich wie die Net-Generation einschätzt und zudem ein besseres Spielergebnis aufweisen kann, ist sie im Mittel mit ihrer eigenen Leistung signifikant weniger zufrieden ($p < 0.05$). Im nächsten Abschnitt analysieren wir, in wie weit die Teilnehmer

mit dem Einsatz des Serious Game FISS zufrieden waren und verknüpfen diese Ergebnisse mit Generationszugehörigkeit, Spielleistung sowie der Selbsteinschätzung.

10.5.4 Teilnehmerbewertung von FISS

Um die Bewertung der Simulation durch die Teilnehmer zu erfassen, mussten in der Evaluation vier Thesen auf einer Skala von 1(keine Zustimmung)-6(volle Zustimmung) bewerten:

- I Die Durchführung der Simulation hat mich motiviert.
- II Die Durchführung der Simulation hat mir beim Verständnis des Lerninhaltes geholfen.
- III Die Simulation gibt reale Gegebenheiten wieder.
- IV Insgesamt bewerte ich den Einsatz der Simulation als sehr gut.

Die Bewertungen der Teilnehmer (Tabelle 10.4) zeigen, dass der Einsatz von FISS in einem DGBL Szenario begrüßt wurde: So wurde Aussage I im Schnitt mit 5.5 von 6 möglichen Punkten bewertet und die Gesamtbewertung von FISS (Aussage IV) zeigt mit einer Bewertung von 5.3 von 6 möglichen Punkten den Erfolg von FISS. Die Unterschiede zwischen den Generationen ist dabei lediglich bei Aussage III signifikant ($p < 0.01$): Probanden der Non-Net-Generation bewerten die These „Die Simulation gibt reale Gegebenheiten wieder“ signifikant schlechter als Teilnehmer der Crossover- oder der Net-Generation. Es ist jedoch zu beachten, dass mit einer Bewertung von 4.3 Punkten die Zustimmung immer noch hoch zu bewerten ist.

10.6 Diskussion der Ergebnisse

Abschliessend zu den Ergebnissen werden wir prüfen, inwieweit sich die eingangs aufgestellten Hypothesen belegen lassen.

Die Vermutung H1, dass sich alle Teilnehmer unabhängig von ihrer Generation verbessern lässt sich belegen. Alle Teilnehmergruppen zeigen eine signifikante bis hoch-signifikante Verbesserung zwischen Pre- und Posttest. In der Tat sind die Unterschiede zwischen Net

These	Non-Net- Generation	Crossover- Generation	Net-Generation	Gesamt
I	5.1	5.9	5.4	5.5
II	4.7	5.5	5.1	4.9
III	4.3**	5	5**	4.6
IV	5.5	5.6	5.1	5.3

Tabelle 10.4: Generationsabhängige Bewertungen des Spiels (** Unterschied hoch signifikant $p < 0.01$)

und Non-Net-Generation sehr gering und liegen innerhalb des zu erwartenden Standardfehlers.

Hypothese H2 mit der Aussage: „Die Leistung der Teilnehmer innerhalb des Serious Game wird zwischen der Net-, sowie der Non-Net-Generation nicht signifikant verschieden sein“ kann verifiziert werden. Obwohl die Non-Net-Generation in unserer Stichprobe signifikant weniger Erfahrung im Umgang mit Simulationen und Planspielen besitzt (Vergleiche Tabelle 10.1) ist der tatsächliche Erfolg innerhalb des Spieles größer als bei Teilnehmern der Net-Generation. Dieser Unterschied ist jedoch zunächst nicht signifikant. Zusätzlich zur im Spiel ermittelten Leistung mussten die Teilnehmer ihre eigene Leistung bewerten. Alle Teilnehmergruppen gaben an ihre Ziele in etwa gleich gut erreicht zu haben. Bei der Frage nach der Zufriedenheit mit dem eigenen Ergebnis zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Generationen. Die Non-Net-Generation war im Mittel unzufriedener mit ihrer eigenen Leistung. Dies schränkt H2 jedoch nicht ein, kann aber als Indiz gesehen werden, dass Spieler der Non-Net-Generation ehrgeiziger in Bezug auf dieses neue Medium der Serious Games waren. So zeigte sich in in einer ähnlichen Studie, dass Spieler mit größerer Erfahrung bezüglich Simulationen und Spielen, zu weniger ambitionierten Spielzielen tendieren [Westrom und Shaban, 1992].

H3 mit der Aussage: „Die Bewertung der FIS-Simulation durch die Teilnehmer wird nicht durch deren Generation beeinflusst“ kann bedingt bestätigt werden. Alle Teilnehmergruppen bewerteten den Einsatz von FISS als sehr gut und hoch motivierend (Tabelle 10.4). Es kann also gefolgert werden, dass die Vermittlung von Wissen innerhalb eines geeigneten DGBL Szenarios für alle Teilnehmer unabhängig von ihrer Generation ei-

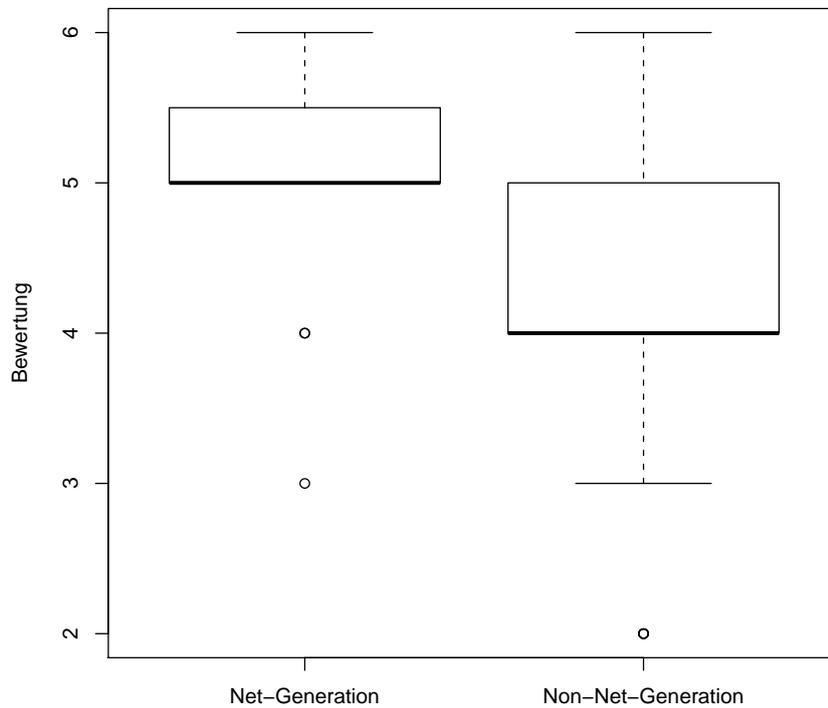


Abbildung 10.5: Zustimmung zu der Aussage: Die Simulation gibt reale Gegebenheiten wieder (Skala: 1(keine Zustimmung) - 6(volle Zustimmung))

ne motivierende Wirkung haben kann. Im Gegensatz hierzu wird die Realitätsnähe der Simulation zwar von allen Teilnehmern als relativ hoch eingestuft. Die Stichprobe der Non-Net-Generation neigt allerdings dazu FISS stärker zu hinterfragen und stuft die Realitätsnähe signifikant schlechter ein, als dies bei der Net- oder der Crossover-Generation der Fall ist. Dies kann auf die Tatsache zurückgeführt werden, dass ältere Teilnehmer eine längere Erfahrung mit Produktionsprozessen in den Fertigungslinien besitzen und somit eher Schwachstellen innerhalb des Spielkonzeptes aufdecken können. Diese Vermutung wurde in mündlichen Rückmeldungen durch die Teilnehmer bestätigt.

Zusammenfassend über die Ergebnisse lässt sich also sagen, dass die Game-Design Paradigmen die der Konzeption von FISS zugrunde liegen erfolgreich waren: Alle Teilnehmergruppen zeigten signifikante Leistungsverbesserungen, bewerteten das DGBL Szenario mit FISS als hochmotivierend und sehr erfolgreich. Die Teilnehmer der Non-Net-

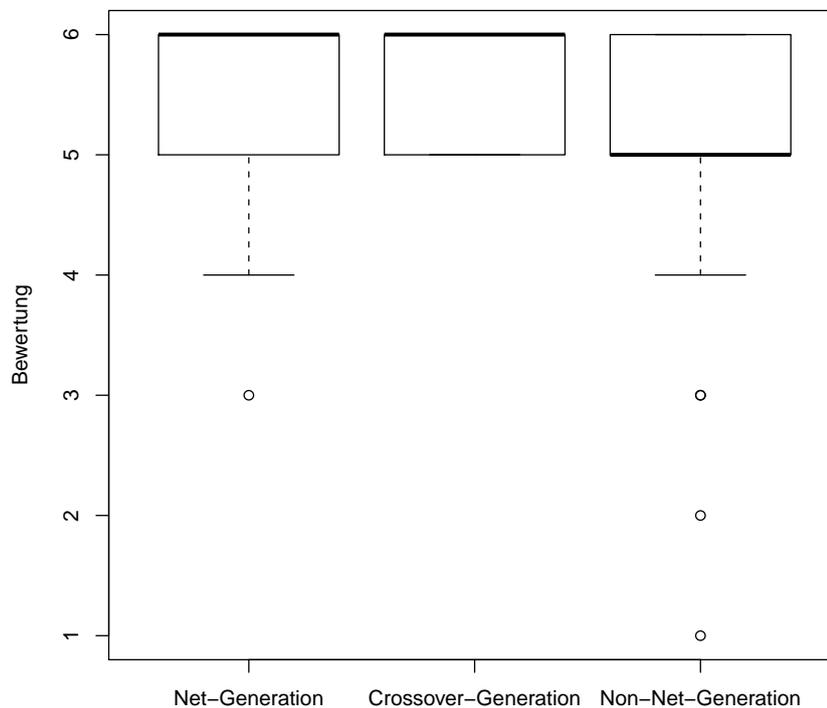


Abbildung 10.6: Zustimmung zu der Aussage: Insgesamt bewerte ich den Einsatz der Simulation als sehr gut. Skala: 1(keine Zustimmung) - 6(volle Zustimmung))

Generation fielen innerhalb des Spiels nicht zurück und zeigten ein ähnliches - sogar leicht besseres - Spielergebnis gegenüber den anderen Generationen.

10.7 Einschätzung des FISS DGBL Trainings durch Trainer und Trainees

Zusätzlich zur Evaluation wurde das Feedback der Teilnehmer und Trainer in Form von Interviews erfasst. Diese bilden zwar nur eine geringe Menge aller Teilnehmer ab, die Ergebnisse können jedoch zusätzlich zu unserer Untersuchung Stärken und potentielle Schwachstellen innerhalb der DGBL Szenarios aufzeigen. Tabelle 10.5 liefert eine abschliessende Gegenüberstellung der von uns identifizierten potentiellen Probleme, die

innerhalb von FISS implementierten Lösungsmöglichkeiten und eine Bewertung durch die Teilnehmer sowie Trainer (Vgl. Kapitel 7.5 Tabelle 7.4) .

10.8 Zusammenfassung und Fazit

In dieser Studie wurde untersucht, inwieweit FISS sein Ziel erreicht hat eine bezüglich des Alters heterogene Zielgruppe zu motivieren und dieser erfolgreich Wissen zu vermitteln. Bisherige Forschungsarbeiten differenzieren die verschiedenen Altersgruppen in Net- und Non-Net-Generation. Dabei sprechen sie ihnen in Bezug auf Video-Spiele und Serious Games unterschiedliche Eigenschaften zu. Diese Fallstudie zeigt, dass DGBL gleichzeitig für verschiedene Generationen erfolgreich sein kann. FISS stützt sich zur Erfüllung dieses Ziels auf folgende Punkte, die bei der Entwicklung des Game-Design in den Vordergrund gestellt worden sind: Akzeptanz, Motivation, einfacher Einstieg sowie das Schaffen einer Lernumgebung die reflektiertes Handeln und Analysieren begünstigt.

Zur Untersuchung des Unterschiedes zwischen den verschiedenen Generationen wurde die Stichprobe in drei Gruppen geteilt: Net-Generation, Non-Net-Generation sowie eine Crossover-Generation mit Teilnehmern, die sich in den Übergangsjahren zwischen Net und Non-Net-Generation befinden. Diese Gruppen wurden in Bezug auf ihre Leistungsverbesserung, den Erfolg innerhalb des Spiels und die Einstellung gegenüber dem DGBL Szenario untersucht.

Eine Analyse der Stichprobe bestätigte die Vermutung, dass Spieler der Non-Net-Generation eine signifikant niedrigere Erfahrung mit Simulationen und Videospielen besitzen. So gaben lediglich 58% von den Teilnehmern der Non-Net-Generation an, Erfahrungen mit Planspielen und Simulationen zu besitzen. Diesem Ergebnis stehen 81% der Teilnehmer der Net-Generation gegenüber. Die weitere Analyse zeigte jedoch, dass die Leistungsverbesserung, als auch die Spielleistung der verschiedenen Altersgruppen nur innerhalb des zu erwartenden Standardfehlers schwankt. Teilnehmer der Non-Net-Generation tendierten zu einer kritischeren Beurteilung der eigenen Leistung und der Realitätsnähe des Serious Game. So waren die Teilnehmer der Net-Generation signifikant zufriedener mit ihrem erreichten Ergebnis, während ihre tatsächliche Spielleistung sogar etwas hinter den Ergebnissen der Non-Net-Generation zurückblieb. Die Realitätsnähe von FISS bewerten

Game-Design Paradigmen	Umsetzung	Feedback von Spielern/Trainern
<p>Zugänglichkeit Einfacher Zugang zu FISS, auch für im Umgang mit Spielen unerfahrenen Personen</p>	<p>Testrunden zu Beginn des Spiels und zusätzliches haptischer Spielplan.</p>	<p>Spielplan wurde als überflüssig und zu zeitaufwändig bewertet, jedoch von vielen Teilnehmern zum Einstieg verwendet.</p>
<p>Schnelles Erlernen der Spielregeln</p>	<p>Spielregeln werden innerhalb des Spiels erklärt</p>	<p>Selbst Spieler, die bisher unerfahren mit Simulationen und Serious Games waren fanden einen schnellen Einstieg.</p>
<p>Akzeptanz Visual Design</p>	<p>Einfaches Regelset zu Beginn des Spiels. Erweiterung mit Voranschreiten des Spielverlaufes</p>	<p>Regelset zu Beginn des Spiels wurde gut verinnerlicht, dahingegen wurden während des Spieles eingeführt Regeln häufig überlesen.</p>
<p>Gameplay</p>	<p>Wenig verspieltes, aufgeräumtes Design. Klare Gliederung der Spielstrukturen</p>	<p>Teilnehmer bewerteten das Design und die Umsetzung des Serious Game als sehr gut.</p>
<p>Realitätsgrad</p>	<p>Das Gameplay referenziert die tatsächlichen beruflichen Tätigkeiten der Teilnehmer.</p>	<p>Die Studie zeigte eine hohe Bewertung der Nützlichkeit von FISS.</p>
<p>Realitätsgrad</p>	<p>Modellierung des Maschinenverhaltens nach einem mathematisch korrekten Modell.</p>	<p>FISS wurde als realitätsnahes Modell bewertet. Der hohe Schwierigkeitsgrad wurde begrüßt.</p>

Tabelle 10.5: Game-Design Paradigmen in Abhängigkeit von Konzeption und Feedback

Game-Design Paradigmen	Umsetzung	Feedback von Spielern/Trainern
Motivationale Faktoren Challenge	Die Spieler stehen sowohl innerhalb ihres Teams, als auch teamübergreifend in Konkurrenz um das beste Ergebnis.	Die Spieler bemühten sich um das bestmögliche Ergebnis, stellten jedoch häufig ihre eigenen Ziele zugunsten ihres Teams zurück.
Fantasy	Der Spieler nimmt in FISS eine Rolle an, die er sonst in einer Fabrik unter normalen Umständen nicht ausüben würde. In dieser wird er vor neue Herausforderungen gestellt.	Die Teilnehmer applaudierten bei besonders guten Ergebnissen in den Zwischenvorträgen und waren motiviert die bestmögliche Strategie zu finden.
Control	Der Spieler kann in seiner neuen Rolle Macht ausüben und die Geschicke eines wichtigen Systems direkt kontrollieren.	Die Teilnehmer gaben an, dass der Einsatz eines Serious Game einen positiven Einfluss auf ihre Motivation gegenüber dem Lernstoff ausübte.

Tabelle 10.6: Game-Design Paradigmen in Abhängigkeit von Konzeption und Feedback (Fortsetzung)

Game-Design Paradigmen	Umsetzung	Feedback von Spielern/Trainern
<p>Unterstützung des Lernprozesses Förderung der Reflektion eigener Handlungen und deren Auswirkungen</p>	<p>In regelmäßigen Abständen werden die Ergebnisse verschiedener Strategien und Teams vorgestellt und reflektiert. Hilfsmittel wie das Anzeigen der Entscheidungshistorie helfen bei der Analyse.</p>	<p>Mit Hilfe der zur Verfügung gestellten Tools wurden Entscheidungen ausführlich in den Präsentationsphasen diskutiert.</p>
<p>Unterstützung schwächerer Teams</p>	<p>Trainer erhält innerhalb des Administrationsmodus die Möglichkeit Spielzüge rückgängig zu machen und Fehler aufzuzeigen.</p>	<p>In einzelnen Fällen dikutierte der Trainer direkt mit verschiedenen Gruppen vergangene Entscheidungen. Ein aktives Eingreifen in den Spielablauf konnte nicht beobachtet werden.</p>
<p>Förderung des selbstgesteuerten intrinsisch motivierten Lernens</p>	<p>Freie Aktionsmöglichkeiten innerhalb des Spiels. Motivation durch geeignete Spielmechaniken.</p>	<p>Die Spieler gaben an sehr motiviert zu sein. Nachfrage nach einer Version zum Spielen „Zuhause“ von Seiten der Trainingsteilnehmer.</p>

Tabelle 10.7: Game-Design Paradigmen in Abhängigkeit von Konzeption und Feedback (Fortsetzung)

alle Teilnehmer relativ hoch (Net-Generation 5/6 Punkten, Non-Net-Generation 4.3/6 Punkten). Die Non-Net-Generation bewertete diese allerdings signifikant kritischer. Bei der Betrachtung der Gesamtbewertung des Spiels zeigt sich jedoch, dass die Teilnehmer unabhängig von ihrer Generation die Durchführung des DGBL gestützten Trainings als sehr sinnvoll und hochmotivierend empfinden.

Diese Fallstudie bestätigt also, dass ein DGBL Szenario, welches sich an den von uns aufgestellten Game-Design Paradigmen orientiert, innerhalb einer generationsübergreifenden Zielgruppe erfolgreich ist.

10.9 Ausblick

Innerhalb dieser Studie stand das Genre der rundenbasierenden Strategiespiele im Mittelpunkt der Untersuchung. Der Fokus war die Auswirkungen des sogenannten Net-Generation Konflikts. Nach der Betrachtung der Lernprozess spezifischen Auswirkungen innerhalb des DBGL haben wir mit dieser Untersuchung begonnen die externen Faktoren zu untersuchen. Rundenbasierende Strategiespiele haben die Eigenschaft, dass sie einen reflektierten Lernprozess ermöglichen und so den Lerner nicht unter einen starken Zeitdruck setzen wie dies beispielsweise bei Actionspielen der Fall wäre. Folglich bilden rundenbasierende Strategiespiele ein geeignetes Genre für die Umsetzung von Serious Games und die Einbindung der Non-Net-Generation in ein DGBL Szenario.

Als nächste Schritte für die Untersuchung des externen Faktors können somit die Analyse und Untersuchung anderer Spiel Genre stehen. Sind die hier aufgestellten Game-Design Paradigmen auch beispielsweise für Action-Orientierte Spiele ausreichend, die den Spieler unter einen starken Zeitdruck stellen und schnelle Aktionen erfordern? Erkenntnisse hierüber können uns Hinweise geben, inwieweit spezifische Genres für spezielle Zielgruppen geeignet sind.

Zusätzlich zu einer breiteren Betrachtung des Net-Generation Konflikts können externe Faktoren weiter untersucht werden. Innerhalb des Einsatzgebietes der FISS Simulation waren ca. 97% der Zielgruppe männlich und somit eine differenzierte Betrachtung der geschlechtsspezifischen Unterschiede nicht möglich. Nächste Untersuchungen können so zudem beispielsweise diese Genderaspekte innerhalb von DGBL und Serious Games unter Betrachtung von Spiel- und Lernerfolg untersuchen. Die hierdurch gewonnen In-

formationen können dazu nützen unser eingangs erstelltes Lernprozessmodell weiter zu differenzieren und Lernprozess begünstigende Faktoren zu identifizieren.

Anmerkung: Diese Fallstudie wurde im August 2010 auf der Konferenz Edutainment 2010 in ChangChun China präsentiert und mit 12 anderen ausgewählten Studien in dem Band Transactions on Edutainment IV - herausgegeben vom Springer Verlag - veröffentlicht [Bufe und Krömker, 2010a].

11 Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse

Nachdem die Ergebnisse der Studien vorgestellt worden sind, sollen diese abschliessend diskutiert und bewertet werden. Es soll speziell die Bedeutung des in Kapitel 5 entwickelten Forschungsframeworks hervorgehoben werden.

11.1 Diskussion der Ergebnisse innerhalb des Forschungsframeworks

Ausgehend von dem dreistufigen Modell, welches den Prozess des Digital Game Based Learning in *Input* (Game Characteristics, Instructional Content, Player Characteristics), *Lernprozess* (Modellierung durch Metakognitive Prozesse und Erfahrungslernen) sowie *Learning Outcomes* (Kognitive, Affektive und Psychomotorische Lernziele) gliedert, wurde die bisherige Forschung analysiert. Dabei wurden insbesondere die Fragen nach den Auswirkungen des Game-Design auf den Prozess des Erfahrungslernens, der Metakognition und die Auswirkungen von externen Faktoren, wie dem Net-Generation Konflikt, zumeist unzureichend beantwortet. Um Antworten auf diese Fragen zu finden, wurde zunächst ein Serious Game nach speziellen Design-Richtlinien erstellt und evaluiert. Dieses Serious Game FISS (Fertigungs- und Instandhaltungs-Strategie Simulation) sollte verschiedenen Generationen von Spielern gleichermaßen Wissen vermitteln und einen intrinsisch motivierten Lernprozess auslösen.

Bei genauerer Untersuchung des Lernprozesses konnten signifikante Auswirkungen von Präferenzen im Prozess des Erfahrungslernens nachgewiesen werden. Die Hypothese war, dass ein Serious Game, welches Fähigkeiten in bestimmten Phasen des Erfahrungslernens erfordert, Lernende mit entsprechenden Stärken nicht nur innerhalb des Spiels gut ab-

schneiden lässt, sondern bei diesen auch einen größeren Lerneffekt (Learning Outcomes) induziert. Dies konnte im Fall von FISS, welches Anforderungsschwerpunkte im Bereich des *Konkreten Erfahrens* setzt, in der durchgeführten Studie nachgewiesen werden.

Einflüsse eines weiteren wichtigen Lernprozesses konnten nicht bestätigt werden: In einer Vorstudie konnte nicht eindeutig nachgewiesen werden, dass metakognitive Prozesse eine direkte Auswirkung auf den Lern- und Spielerfolg besitzen. Andere Studien, die zeitnah zu den hier vorgestellten Erhebungen durchgeführt wurden, lassen jedoch vermuten, dass sich ausgeprägte metakognitive Fähigkeiten, wie sie in FISS gefördert werden, positiv auf den von Serious Games erzielten Lerneffekt auswirken [Bokyeong et al., 2009]. Diese Ergebnisse zeigen, wie ein Verständnis des Lernprozesses und der Präferenzen der Lernenden genutzt werden können, um das Design eines Serious Game effektiver zu gestalten und einen höheren Wissenszuwachs zu erreichen.

Zusätzlich zu diesen internen Lernprozess Einflüssen wurde in einer abschliessenden Studie FISS unter dem Aspekt des Net-Generation Konflikts untersucht. Eine zentrale Anforderung an FISS war, dass der Lerninhalt an eine Zielgruppe vermittelt werden soll, die gleichermaßen aus Angehörigen der Net-Generation, als auch aus der älteren Generation, der Non-Net-Generation, zusammengesetzt ist. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden bei der Konzeption von FISS vier zentrale Anforderungen abgeleitet, die vom Game-Design zu erfüllen sind:

1. Akzeptanz des Lernszenarios
2. Einfacher Spieleinstieg
3. Spielspaß
4. Unterstützung von Reflektion und Lernprozessen

Speziell der erste Aspekt, die Akzeptanz des Lernszenarios, ist zu berücksichtigen, da sich der Unterschied zwischen Net- und Non-Net-Generation nicht primär auf technische Fertigkeiten, sondern auf innere Einstellungen und das präferierte Lernverhalten bezieht. Somit bildet die letzte Studie, zusätzlich zur näheren Untersuchung des Generationenkonflikts, eine qualitative Bewertung von FISS und versucht die Frage zu beantworten, ob durch geeignete Designaspekte DGBL für beide Generationen erfolgreich angewendet

werden kann. Die Ergebnisse zeigen, dass es dem DGBL Szenario mit FISS gelungen ist, über alle Teilnehmergruppen hinweg einen signifikanten Lernerfolg zu erzielen. Darüber hinaus erfüllte die Non-Net-Generation ihre Spielziele im Durchschnitt etwas besser und bewertete ihren Spielerfolg auf demselben Niveau wie andere Altersgruppen. Andererseits zeigten sich zwei signifikante Unterschiede: Zum einen war die ältere Generation signifikant unzufriedener mit der eigenen Spielleistung, obwohl sie objektiv im Mittel ähnliche Spielergebnisse erzielten und ihren Erfolg im Durchschnitt auf dem Niveau der anderen Altersgruppen einschätzten. Zum anderen beurteilte diese Generation das Realitätsniveau von FISS zwar relativ gut, andererseits bewertete die Net-Generation den Realitätsgrad signifikant höher. Die Unterschiede der Bewertung des Realitätsgrades können auf zwei Arten gedeutet werden: Zum einen könnte die Non-Net-Generation FISS nicht als geeignetes Lernszenario akzeptiert haben. Zum anderen könnte die größere Berufserfahrung hinsichtlich realer Fertigungslinien zu einer kritischeren Bewertung des Realitätsgrades führen, obgleich das DGBL Szenario als sinnvoll angesehen und akzeptiert wird.

Gegen die These der mangelnden Akzeptanz sprechen verschiedene Faktoren: Die Non-Net-Generation bewertete den Nutzen von FISS als sehr gut (5.1 von 6 Punkten). Der Realitätsgrad wurde in dieser Gruppe als relativ hoch eingeschätzt (4.3 von 6 Punkten). Daraus kann geschlossen werden, dass FISS unter dem Aspekt des Generationenkonflikts sein Ziel erreicht hat.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass diese Studien zu fundierten Erkenntnissen über die Wirkung von Game-Design Paradigmen auf den Lernprozess, sowie externer Faktoren im Genre der rundenbasierenden Strategiespiele geführt haben. Diese Arbeit hat somit einen wichtigen Beitrag über Erfolgsfaktoren des informatischen Systems der Serious Games geleistet (Vgl. Abbildung 11.1):

- Einflüsse von Game-Design Paradigmen auf den Prozess des Erfahrungslernens und die damit verbundenen Lernerfolge wurden erfolgreich untersucht.
- Es wurden beispielhaft Game-Design Paradigmen aufgestellt, die für den Lernerfolg generationsübergreifender Zielgruppen von Bedeutung sind. Eine anschließende Evaluation zeigte, dass dieses Ziel erreicht werden konnte.

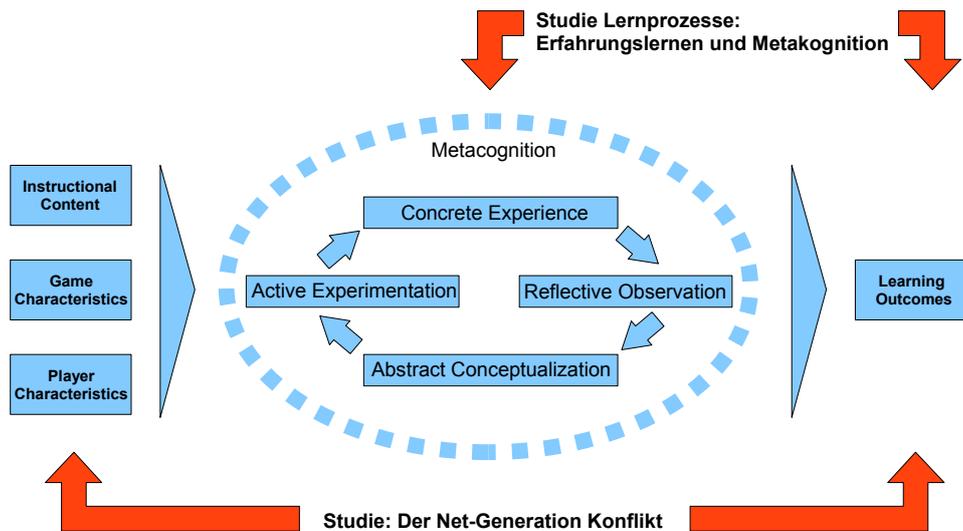


Abbildung 11.1: Einordnung der Ergebnisse in das Forschungsframework

11.2 Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere DGBL Szenarien

Die bisher durchgeführten Studien betrachten zunächst nur einen Anwendungsfall: Das Serious Game FISS, das in einem Anwesenheitstraining mit Trainerunterstützung durchgeführt wurde. Können wir aus den Ergebnissen allgemeingültige Erkenntnisse ableiten? Das Serious Game FISS stellt einen klassischen Vertreter der nicht deterministischen, rundenbasierenden Strategiespiele dar. Genretypisch werden bestimmte Vorgehensweisen belohnt und reflektierte Entscheidungen begünstigt. Damit können die Forschungsergebnisse um die Auswirkungen der Game-Design Paradigmen stellvertretend für ähnliche Einsatzszenarien und Genre gesehen werden. Die der Forschungsarbeit zugrunde liegende Hypothese, dass Serious Games, die spezielle Vorgehensweisen belohnen, bei Spielern mit entsprechenden Lernpräferenzen einen höheren Leistungszuwachs induzieren, muss in einem nächsten Schritt in weiteren Spielen und Genre validiert werden. Eine Genre übergreifende Aussage ist basierend auf dieser Arbeit nur bedingt möglich.

Mit der Umsetzung und Auswertung dieses Serious Game anhand festgelegter Game-Design Paradigmen wurde jedoch auch gezeigt, dass DGBL in der Lage ist, einer (net-)

generationsübergreifenden Zielgruppe erfolgreich und motivierend Wissen zu vermitteln. Serious Games können unabhängig vom Alter der Spieler eine Bereicherung für Lernszenarien darstellen. Somit grenzt DGBL, wie einige Autoren vermuten, Spieler der Non-Net-Generation per se nicht aus [Prensky, 2001a] [Opaschowski, 1999]. Dieses Ergebnis ist nicht an ein Genre oder Einsatzszenario gebunden, sondern zeigt allgemeine Design Richtlinien auf, die einen generationsübergreifenden Einsatz möglich machen.

12 Zusammenfassung

Das Ziel dieser Arbeit war es, durch die Analyse von Lernprozessen und externen Faktoren, Erkenntnisse über die Auswirkungen von Game-Design Paradigmen auf den Lernerfolg und die Motivation des Spielers zu erhalten.

12.1 Ausgangspunkt und theoretische Grundlagen

Bisherige Studien haben bei der Analyse der Einflussfaktoren eines Serious Game auf den Lernerfolg zumeist lediglich dessen Designattribute berücksichtigt (Vergleiche Kapitel 5 Tabelle 5.1). Eine Differenzierung der Einflussfaktoren bezüglich der eigentlichen Lernprozesse wurde nur selten vorgenommen.

Theoretische Arbeiten, die Lernprozesse im DGBL differenzieren, heben insbesondere den Prozess der *Metakognition* [Lane, 2007, Kirriemuir und Ceangal A., 2004] und des *Erfahrungslernens* [Crookall und Thorngate, 2009, Gee, 2007, Freitas S., 2006] hervor. Der Prozess des Erfahrungslernens modelliert einen zyklischen Ablauf, bei dem der Lernende vor ein Problem gestellt wird, das er reflektiert, eine Theorie bildet und diese im Anschluss erprobt. Die aus der Erprobung gewonnenen Erkenntnisse lösen wieder einen neuen Prozess von Reflektion und Theoriebildung aus, der Zyklus schliesst sich. Diese Art des Lernens kann durch Videospiele begünstigt werden: Der Spieler muss die Spielsituation einschätzen, daraus eine Strategie für den weiteren Spielverlauf entwickeln und entsprechend handeln. Dies erzeugt eine veränderte Spielsituation und setzt den Zyklus fort [Tang et al., 2009]. Die Metakognition kontrolliert und reguliert unbewusst Denkprozesse. In dem Metakognitionsmodell nach Kaiser [Kaiser und Kaiser, 2006] überwachen metakognitive Prozesse die aktuellen kognitiven Abläufe und korrigieren diese, falls sie ihre Ziele nicht erfüllen. Als Beispiel können wir das Lesen eines Buches betrachten: Der Leser nimmt wahr, dass seine Aufmerksamkeit nachlässt und er sich kaum an den Inhalt

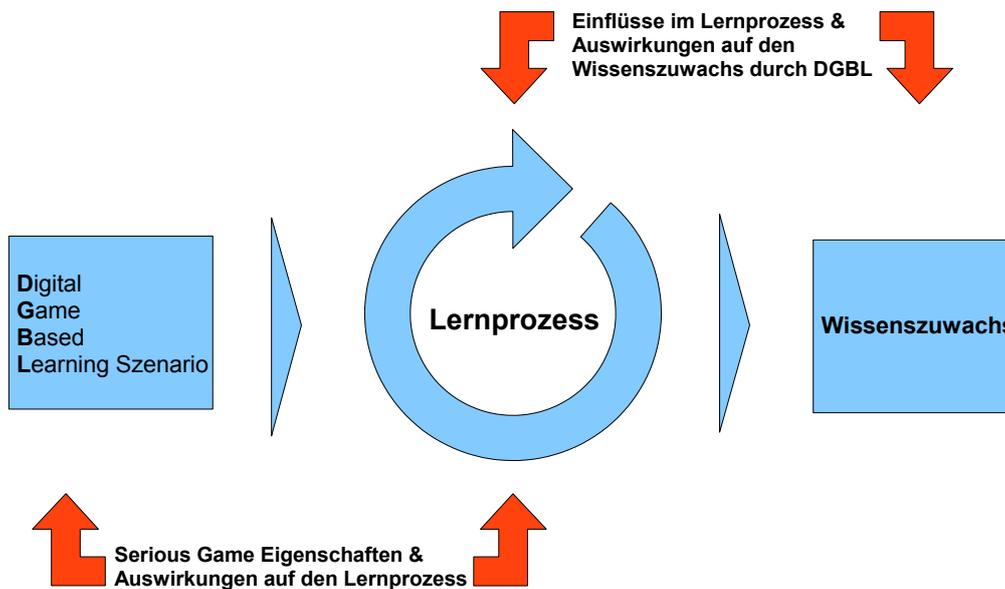


Abbildung 12.1: Untersuchung der Eigenschaften eines Serious Game unter Berücksichtigung des Lernprozesses: 1. Untersuchung der Einflüsse der Spieleigenschaften auf den Lernprozess. 2. Wechselwirkungen zwischen Lernprozess und Wissenszuwachs zur Bewertung des Serious Game.

der letzten Seiten erinnern kann. Er wird daraufhin versuchen, sich besser zu konzentrieren. Der kognitive Prozess des Lesens wurde auf einer metakognitiven Ebene reguliert. Zusätzlich zu diesen Lernprozess internen Faktoren sind die Merkmale der Zielgruppe eines DGBL Szenarios von Bedeutung, die wir als externe Faktoren auffassen: Hierzu zählen das Alter und die Generation der Spieler.

12.2 Entwicklung eines theoretischen Modells und Forschungsframeworks

Nachdem die zentralen Einflussfaktoren auf den Lernerfolg eines Serious Game identifiziert worden sind, werden nun Modelle analysiert, die den Lernerfolg in Abhängigkeit verschiedener Faktoren betrachten. Von grundlegender Bedeutung ist das von Garris vorgeschlagene *Input-Process-Outcome Model* [Garris et al., 2002] sowie das *General*

Learning Model von Buckley und Anderson [Buckley und Anderson, 2006]. Für das Forschungsframework wird innerhalb des Lernprozesses zwischen dem Prozess des Erfahrungslernens und der Metakognition differenziert. Zudem wird die Bedeutung von externen Faktoren für das Game-Design und die Lerninhalte hervorgehoben.

Innerhalb dieses Forschungsmodells ergeben sich zwei Ansatzpunkte, um weitere Erkenntnisse über Game-Design Paradigmen und Auswirkungen von Digital Game Based Learning zu erhalten: Durch eine differenzierte Betrachtung der Lernprozesse und eine weitergehende Analyse der externen Faktoren können neue Erkenntnisse über das Game-Design von Serious Games und die Auswirkungen von DGBL gewonnen werden.

12.3 Konzeption und Untersuchung eines Serious Game

Nach der Entwicklung des Forschungsframeworks wird die Konzeption und Implementierung eines Serious Game vorgestellt. Dies soll klären, wie externe Faktoren, wie zum Beispiel der Net-Generation Konflikt, durch geeignete Game-Design Paradigmen berücksichtigt werden können. Das entwickelte Serious Game FISS (Fertigungs- und Instandhaltungs-Strategie Simulation) wird seit Ende 2008 im Mitarbeiter Training der Daimler AG verwendet. FISS ist ein Vertreter der rundenbasierenden Strategiespiele und simuliert eine Fertigungslinie, die von den Spielern durch den gezielten Einsatz von virtuellem Personal und geeigneten Wartungsstrategien möglichst effizient geführt werden soll. Innerhalb des Spiels sollen dabei zuvor gelernte Instandhaltungsstrategien trainiert und ihre Grenzen sowie Problemsituationen aufgezeigt werden. Die Zielgruppe, Teilnehmer des Mitarbeitertrainings, sind insbesondere bezüglich des Alters heterogen. Während die jüngsten Trainingsteilnehmer Anfang bis Mitte 20 sind, reicht das Alter bei den älteren Teilnehmern bis Anfang 50.

Um das Ergebnis beurteilen zu können und Aussagen über den Lernprozess zu treffen, wird das Szenario unter folgenden Aspekten untersucht:

- Wie wirken sich Präferenzen im Prozess des Erfahrungslernens auf den Lernerfolg im DGBL aus?

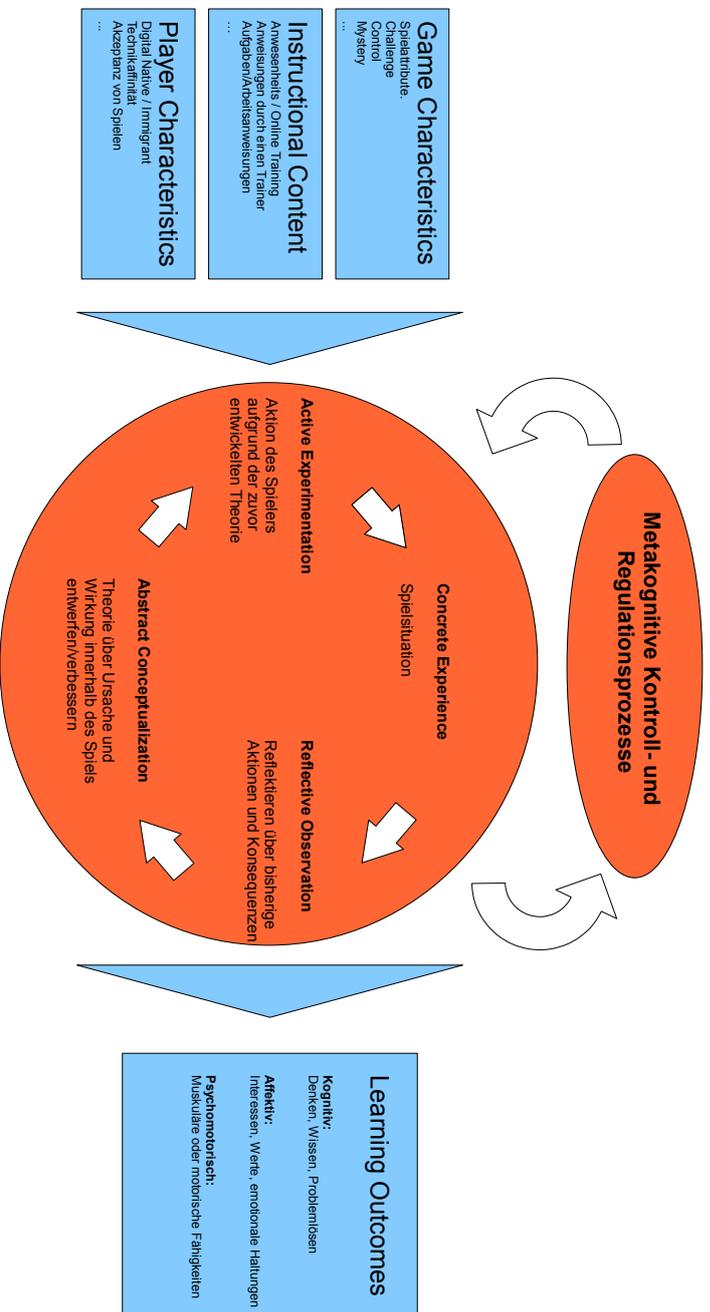


Abbildung 12.2: Forschungs-Framework dieser Arbeit: Parameter eines DGBL Szenarios bilden *Game Characteristics*, *Instructional Content* und *Player Characteristics*. Der ausgelöste Interaktionsprozess zwischen Nutzer und Spiel ist durch die Prozesse der *Metakognition* und des *Erfahrungslernens* charakterisiert. Er wird von den Parametern des Szenarios beeinflusst. Der innerhalb des Lernprozesses erzeugte Wissenszuwachs *Learning Outcomes* werden in *kognitive*, *affektive* und *psychomotorische* Aspekte differenziert.

- Wie groß ist der Einfluss metakognitiver Kompetenzen auf den Erfolg eines Serious Game?
- Wie erfolgreich sind die eingesetzten Game-Design Paradigmen vor der Zielsetzung die Net- sowie die Non-Net-Generation in das Spielgeschehen einzubinden?

12.4 Hypothesen und Ergebnisse der Studien

Zur Untersuchung dieser Fragestellungen werden drei Studien zum Einsatz von FISS durchgeführt. Die erste Untersuchung beschäftigt sich mit der Frage nach dem Aspekt des Erfahrungslernens: Welche Auswirkungen haben die implementierten Game-Design Paradigmen auf diesen Prozess? Nach der Theorie von Kolb haben Lernende hinsichtlich des Erfahrungslernens charakteristische Präferenzen. Die Untersuchungshypothese besagt, dass ein Serious Game, welches in seinen Spielmechaniken Lösungswege und Vorgehensweisen belohnt, die den Präferenzen des Spielers entsprechen, einen höheren Lernerfolg induziert. Zur Untersuchung dieser Hypothese wird vor der Durchführung des DGBL Szenarios ein Pre-Test durchgeführt, der aus einem Lernstilfragebogen zum Erfassen der Lernpräferenzen, sowie einem Test zur Erfassung des Vorwissens besteht. Nach dem Training wird ein Post-Test durchgeführt und mit den Ergebnissen des Pre-Tests verglichen. Hierdurch kann eine Leistungsveränderung ermittelt werden. Diese wird mit den Präferenzen der Teilnehmer korreliert. Es zeigt sich, dass Lernende, die sich mehr am Ereignis (*Konkrete Erfahrung*), als an theoretischen Modellen (*Abstrakte Begriffsbildung*) orientieren, signifikant stärker von FISS profitieren. (Vgl. Abbildung 4.1)

Der zweite Aspekt der Fragestellung betrifft den Einfluss metakognitiver Fähigkeiten auf den Lernerfolg. Die Hypothese für diese Studie ist, dass ausgeprägte metakognitive Fähigkeiten einen höheren Lern- und Spielerfolg induzieren. Da metakognitive Fähigkeiten unbewusst ablaufen und sich nicht direkt erfassen lassen, sollten die Teilnehmer in der Studie vor der Durchführung von FISS einen Fragebogen zur Selbsteinschätzung ausfüllen. Dieser wird mit den Leistungsveränderungen zwischen Pre- und Post-Test verglichen. Diese Hypothese konnte nicht signifikant bestätigt werden. Mögliche Ursachen sind die relativ geringe Stichprobe (n=35) sowie die Ungenauigkeit der Selbsteinschätzung. Mittlerweile konnte nachgewiesen werden, dass häufiges Einsetzen von metakognitiven

Strategien signifikant mit der Leistungsverbesserung eines Spielers korreliert [Bokyeong et al., 2009].

Zusätzlich zu den (internen) Faktoren des Lernprozesses soll der externe Faktor des Net-Generation Konflikts näher betrachtet werden. Wie erfolgreich sind die Game-Design Paradigmen unter dem Aspekt des Net-Generation Konflikts? Um den Unterschied zwischen Net- und Non-Net-Generation zu analysieren, werden die Teilnehmer in drei Gruppen unterteilt: Die Net-Generation (Geburtsjahr nach 1980), die Crossover-Generation (Geburtsjahr zwischen 1975 und 1980) sowie die Non-Net-Generation (Geburtsjahr vor 1975). Diese Gruppen werden unter folgenden Gesichtspunkten betrachtet: Leistungsverbesserung, Erfolg innerhalb des Spiels und Bewertung des DGBL Szenarios. Die Hypothese ist, dass die Game-Design Paradigmen (Akzeptanz des Lernszenarios, Einfacher Spieleinstieg, Spielspaß sowie Unterstützen von Reflektion und Lernprozessen) ein generationsübergreifendes, erfolgreiches Lernen ermöglichen. Die Ergebnisse der Studie bestätigen diese Hypothese mit wenigen Ausnahmen: Die Leistungsverbesserung zwischen den Generationen schwankt nur gering und innerhalb des zu erwartenden Standardfehlers. Die Spielleistung und die Selbsteinschätzung des Erfolgs ist über alle Spieler-Generationen hinweg auf einem vergleichbaren Niveau. Bezüglich der Einschätzung des DGBL Szenarios bewerten alle Generationen das Training mit FISS als *sehr gut*. Unterschiede bestehen jedoch in der Zufriedenheit mit der eigenen Leistung und der Bewertung des Realitätsgrades: Teilnehmer der Non-Net-Generation sind signifikant unzufriedener mit der eigenen Leistung und bewerten den Realitätsgrad des Serious Game zwar auf einem hohen Niveau, jedoch im Vergleich zu der Net-Generation signifikant kritischer.

12.5 Schlussfolgerungen

Die Studien zeigen, wie sich Game-Design Paradigmen auf DBGL und den Lernprozess auswirken: Es konnte am Beispiel der rundenbasierenden Strategiespiele nachgewiesen werden, dass Spielmechaniken, die Lernpräferenzen unterstützen, einen positiven Einfluss auf den Lernerfolg haben. Zudem konnte anhand der Game-Design Paradigmen gezeigt werden, dass DGBL für Net- und Non-Net-Generation eine Bereicherung darstellt. Der Unterschied in der Bewertung des Realitätsgrades kann auf eine größere berufliche Erfahrung mit realen Fertigungslinien zurückgeführt werden. Der Unterschied in

der Zufriedenheit mit der eigenen Leistung kann nicht durch ein objektiv schwächeres Spielergebnis nachvollzogen werden: Die tatsächliche, als auch die geschätzte Spielleistung befanden sich bei der Non-Net-Generation auf dem Niveau der Net-Generation. Es bleibt also zu klären, inwieweit der Unterschied in der Zufriedenheit mit der eigenen Leistung (Non-Net-Generation: 4.3 von 6, Net-Generation: 5.1 von 6) auf die Generationszugehörigkeit zurückzuführen ist. Ein Erklärungsversuch hierfür ist, dass Lernende der Non-Net-Generation, die signifikant weniger erfahren mit Simulationen und Planspielen waren, sich durch häufigeres Spielen nochmals bessere Ergebnisse erhofften. Erfahrene Spieler hingegen konnten ihre Leistung besser einordnen und waren aus diesem Grund eher mit ihren Ergebnissen zufrieden. Insgesamt kann eine Erfüllung der Anforderungen festgehalten werden: Beide Generationen stufte den Einsatz von FISS als *sehr gut* ein.

13 Fazit

Nachdem im vorangegangenen Abschnitt eine Zusammenfassung der Ergebnisse sowie der Logik der Argumentation dieser Arbeit gegeben wurde, wird an dieser Stelle ein abschliessendes Fazit gezogen. Im Anschluss wird ein Ausblick über zukünftige Studien und Forschungen gegeben.

13.1 Erreichung der gesetzten Ziele

Das dieser Arbeit zugrunde liegende Ziel war es, die Auswirkungen von Game-Design Paradigmen und Spielmechaniken eines Serious Game auf den Lernerfolg zu untersuchen. Hierbei wurden externe Faktoren (Bspw. Net-Generation Konflikt) und interne Faktoren (Bspw. Erfahrungslernen, Metakognition) differenziert betrachtet.

Die Hypothesen konnten mit Ausnahme der metakognitiven Effekte, bestätigt werden: Es konnten Einflüsse der Spielmechanik auf Lösungsstrategien und Lernpräferenzen nachgewiesen werden. Darüber hinaus wurden Game-Design Paradigmen aufgestellt, die generationsübergreifendes DGBL ermöglichen.

Zusätzlich zu den Ergebnissen der Studien wurde ein theoretisches Framework entwickelt, welches Ansatzpunkte und Grundlage für weitere Forschungen bietet.

Die Aussagekraft der Studien ist durch die Untersuchung eines einzelnen Spiels zunächst eingeschränkt. Es konnte jedoch begründet werden, warum die Resultate auf weitere rundenbasierende Strategiespiele übertragbar sind. Für Serious Games mit grundlegend anderen Spielmechaniken können keine Aussagen getroffen werden. Es ist zu vermuten, dass sich die Hypothesen auf weitere Genre übertragen lassen und durch eine Unterstützung präferierter Vorgehensweisen ein größerer Lernerfolg erzielt werden kann.

Diese Ergebnisse können zu einer Verbesserung zukünftiger Serious Games und DGBL Szenarien beitragen, auch indem jetzt eine bessere zielgruppenspezifische Ausrichtung

möglich ist. Dies betrifft unter anderem die Entwicklung für Zielgruppen, bei denen Lernende unterschiedlichen Alters erfolgreich motiviert werden sollen. Desweiteren lassen sich die Erkenntnisse über den Zusammenhang von Spielmechaniken und Präferenzen im Erfahrungslernen nutzen, um ein Game-Design für spezifische Berufsgruppen zu optimieren. Es wurde bestätigt, dass je nach Berufsgruppe Lernpräferenzen existieren [Kolb, 2000].

13.2 Ausblick

Um die Aussage der Ergebnisse zu verbessern, ist es notwendig die Thesen und Game-Design Paradigmen in zusätzlichen DGBL Szenarien zu testen und Lernerfolge in realen Szenarien langfristig zu beobachten. Die Untersuchung von langfristigen Lernerfolgen wäre dabei insbesondere in Bezug auf die FIS-Simulation interessant. So könnte FISS um Online-Komponenten und virtuelle Mitspieler erweitert und nach dem Anwesenheitstraining gespielt sowie evaluiert werden.

Darüberhinaus ist es wichtig, Serious Games und DGBL Szenarien zu untersuchen, die in ihrem Game-Design andere Spielmechaniken einsetzen. Das Serious Game *Radon* [Israr und Bufe, 2011] bildet ein interessantes Untersuchungsszenario. *Radon* wird im universitären Kontext eingesetzt, um Studenten das Thema der Farbmischprinzipien zu vermitteln. Im Gegensatz zu FISS vermittelt *Radon* Inhalte mit Hilfe von Action orientierten Spielmechaniken und bietet somit genügend Kontrast zu bisherigen Studien. Erste Untersuchungsergebnisse zeigen, dass das DGBL Szenario mit *Radon* erfolgreich ist [Israr und Bufe, 2011]. *Radon* wird online im Webbrowser gespielt und bietet eine Architektur zur Erfassung der individuellen Spielverläufe. Damit sind gute Voraussetzungen für zukünftige Forschungen gegeben, die den Spielerfolg in Abhängigkeit von Game-Design Paradigmen erfassen.

Zusätzlich ist es wünschenswert, metakognitive Prozesse in weiteren Studien zu untersuchen, insbesondere betreffend Kontrolle und Selbstregulation. In Studien wurden bereits durch die Analyse von Anwendungshäufigkeiten metakognitiver Strategien signifikante Ergebnisse erzielt [Bokyeong et al., 2009].

Einen weiteren Ansatzpunkt für Untersuchungen bieten die externen Faktoren. In dieser Arbeit wurde der Aspekt des Generationenkonflikts als ein externer Faktor betrachtet.

Zusätzliche Faktoren die untersucht werden könnten, sind beispielsweise Genderaspekte oder Genre Vorlieben.

13.3 Abschliessende Bemerkungen

Vor dem Hintergrund möglicher Forschungsansätze wird deutlich, dass diese Arbeit nicht nur Fragen beantwortet, sondern eine Vielzahl von weiteren Fragestellungen aufwirft. Ich hoffe, dass in meiner Arbeit verdeutlicht wurde, dass Serious Games neue fantastische Möglichkeiten bieten, Lernen interessanter und besser zu gestalten. Nun bleibt mir nur noch dem Leser für seine Aufmerksamkeit zu danken und die Arbeit mit einem letzten Zitat zu beenden: *“Macht’s gut und danke für den Fisch”* [Douglas, 2001].

Abbildungsverzeichnis

3.1	Zielsetzung der Arbeit	14
4.1	Zyklus des Erfahrungslernens nach Kolb	24
4.2	Model der exekutiven Kontrolle nach Nelson & Narens [Perfect und Schwartz, 2002] [Bokyeong et al., 2009]	30
4.3	Dimension der Metakognition nach Kaiser [Weinert, 1996]	31
4.4	Kreislauf der Metakognition [Bokyeong et al., 2009]	32
4.5	Screenshot: Americas Army [AmericasArmy, 2002]	48
4.6	Screenshot: ELECT BiLAT [BiLAT, 2010]	50
4.7	Screenshot: Gersang [Gersang, 2002]	53
4.8	Screenshot: X-Plane [X-Plane, 1994]	55
4.9	General Learning Model nach Buckley & Anderson [Buckley und Anderson, 2006]	61
4.10	IPO Model nach Garris: Zusammenhang von Spiel, Lerninhalten, Lernprozess und Wissenszuwachs. [Garris et al., 2002]	63
5.1	Zyklus des Erfahrungslernens im DGBL	72
5.2	Zusammenwirken von kognitiven und metakognitiven Lernprozessen nach Nelson & Narens [Perfect und Schwartz, 2002]	73
5.3	Framework zur Einordnung der Forschungsarbeit	75
7.1	Beispiele für relevante Instandhaltungsstrategien.	93
7.2	Die „Badewannenkurve“ λ : Ausfallrate in 1/Zeiteinheit t; Lebenszeit	95
7.3	Beispiel für einen Materialengpass	96
7.4	Hauptansicht FISS	110
7.5	Ansicht: Fertigungslinie	111

7.6	Ansicht: Instandhaltungspläne und Aktionen	112
7.7	Ansicht: Personal und Spielverwaltung	113
7.8	Ansicht: Wichtige Kennzahlen in FISS	114
7.9	Ansicht: Detailliertes Protokoll über den Spielverlauf	115
7.10	Traineransicht: Gegenüberstellung mehrerer Spielstände im Trainer-Modus	115
7.11	Dichte der Exponentialverteilung (rot), Dichte der Stichprobe des Pseudozufallsgenerators (schwarz)	117
7.12	Traineransicht: „Spielstand laden“ Dialog im Trainer-Modus	118
7.13	Traineransicht: Konfiguration von FISS	119
7.14	FISS Papierspielplan im Training	120
8.1	Einordnung der Studie in das Forschungsframework	128
8.2	Studiendesign: Auswirkungen des Game-Design auf den Prozess des Erfahrungslernens	129
8.3	Leistungsunterschiede zwischen Pre- und Posttest (n=45)	132
8.4	Anteil der Lernstile	133
8.5	Lernstilverteilung der Stichprobe: Eine Dominanz des konvergierenden und akkomidierenden Stils wird deutlich.	134
8.6	Verbesserung in Abhängigkeit der AE/RB Präferenz	136
8.7	Verbesserung in Abhängigkeit der AB/KE Präferenz	136
9.1	Forschungsdesign: Auswirkungen Metakognitiver Kompetenzen auf den Lernerfolg im Digital Game Based Learning	142
9.2	Untersucher Ausschnitt aus dem Lernmodell: Einflüsse von metakogniven Prozessen auf den Lernerfolg	143
9.3	Leistungsunterschiede zwischen Pre- und Posttest (n=35)	145
9.4	Selbsteinschätzung der Teilnehmer (n=35)	146
10.1	Auswirkung des Game-Design auf den Net-Generation Konflikt	151
10.2	Studiendesign: Digital Game Based Learning für die Non-Net und Net-Generation	152
10.3	Boxplot: Generationsabhängige Verbesserungen	155
10.4	Spielleistung der Generationen	157

10.5 Zustimmung zu der Aussage: Die Simulation gibt reale Gegebenheiten wieder.	160
10.6 Zustimmung zu der Aussage: Insgesamt bewerte ich den Einsatz der Simulation als sehr gut.	161
11.1 Einordnung der Ergebnisse in das Forschungsframework	172
12.1 Zusammenfassung: Forschungsansatz	176
12.2 Zusammenfassung: Forschungsframework	178

Serious Game und Videospiel Referenzen

- [Americas Army, 2002] Americas Army (2002). Genre: Multiplayer First Person Shooter. *United States Army, Ubisoft* <http://www.americasarmy.com/> *Letzter Zugriff 14.1.2011.*
- [Civilization, 1991] Civilization (1991). Genre: Rundenbasierende Strategie. *MicroProse* http://www.gamasutra.com/view/feature/1523/the_history_of_civilization.php *Letzter Zugriff 14.1.2011.*
- [Command and Conquer, 1995] Command and Conquer (1995). Genre: Echtzeit Strategie. *Westwood Studios* <http://www.commandandconquer.com/> *Letzter Zugriff 14.1.2011.*
- [Crysis, 2008] Crysis (2008). Genre: First Person Shooter. *Crytek Frankfurt* <http://www.ea.com/games/crysis> *Letzter Zugriff 14.1.2011.*
- [Frontiers, 2008] Frontiers (2008). Genre: First Person Action. *gold extra* <http://www.frontiers-game.com/> *Letzter Zugriff 14.1.2011.*
- [Gersang, 2002] Gersang (2002). Genre: Massive Multiplayer RPG. *Joyon Entertainments* http://www.gersang.co.kr/default_main.asp *Letzter Zugriff 14.1.2011.*
- [Global Conflicts Palestine, 2007] Global Conflicts Palestine (2007). Genre: Adventure, RPG. *Serious Games Interactive* <http://www.globalconflicts.eu/> *Letzter Zugriff 14.1.2011.*
- [Half Life, 1998] Half Life (1998). Genre: First Person Shooter. *Valve Corporation* <http://store.steampowered.com/app/70> *Letzter Zugriff 14.1.2011.*
- [Half Life 2, 2004] Half Life 2 (2004). Genre: First Person Shooter. *Valve Corporation* <http://store.steampowered.com/app/220/> *Letzter Zugriff 14.1.2011.*

- [Industriegigant II, 2002] Industriegigant II (2002). Genre: Wirtschaftssimulation. *KochMedia* <http://www.industriegigant2.com/> Letzter Zugriff 14.1.2011.
- [League of Legends, 2009] League of Legends (2009). Genre: Echtzeit Strategie. *Riot Games* <http://www.leagueoflegends.com/> Letzter Zugriff 14.1.2011.
- [Need For Speed, 1994] Need For Speed (1994). Genre: Arcade Autorennspiel. *EA Canada* <http://www.needforspeed.com/> Letzter Zugriff 14.1.2011.
- [Quake Live, 2009] Quake Live (2009). Genre: Multiplayer First Person Shooter. *id Software* <http://www.quakelive.com> Letzter Zugriff 14.1.2011.
- [Sim City, 1989] Sim City (1989). Genre: Wirtschaftssimulation. *Maxis* <http://simcitysocieties.ea.com/index.php> Letzter Zugriff 14.1.2011.
- [Star Craft, 1998] Star Craft (1998). Genre: Echtzeitstrategie. *Blizzard Entertainment* <http://eu.blizzard.com/de-de/games/sc/> Letzter Zugriff 14.1.2011.
- [Steel Battalion, 2002] Steel Battalion (2002). Genre: Simulation. *Capcom Production Studio 4, Nude Maker* <http://www.steelbattalion.org/> Letzter Zugriff 14.1.2011.
- [The Monkey Wrench Conspiracy, 1998] The Monkey Wrench Conspiracy (1998). Genre: First Person Shooter, Adventure. *Games2Train* <http://www.games2train.com/site/html/tutor.html> Letzter Zugriff 14.1.2011.
- [X-Plane, 1994] X-Plane (1994). Genre: Flug Simulation. *Laminar Research* <http://www.xplane.com/> Letzter Zugriff 14.1.2011.

Literaturverzeichnis

- [Adams, 1998] Adams, P. C. (1998). Teaching and learning with SimCity 2000. *Journal of Geography*, (97).
- [Anderson und Carnagey, 2004] Anderson, C. und Carnagey, N. (2004). Violent Evil and the General Aggression Model. *The Social Psychology of Good and Evil*, (1):168–192.
- [Anderson und Krathwohl, 2000] Anderson, L. und Krathwohl, K. (2000). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives, Abridged Edition*. Allyn & Bacon.
- [Appelman, 2007] Appelman, R. (2007). Experiential Modes of Game Play. *Situated Play, Proceedings of the DiGRA 2007*, (1):815–822.
- [Baeck et al., 2008] Baeck, Y., Jung, J., und Bokyeong, K. (2008). What Makes Teachers Use Technology in the Classroom? Exploring the Factors Affecting Facilitation of Technology with a Korean Sample. *Computers & Education*, (50):224–234.
- [Baker und Habgood J., 2009] Baker, R. und Habgood J. (2009). Modeling the Acquisition of Fluent Skill in Educational Action Games. *Lecture Notes in Computer Science*, (4511/2009):17–26.
- [Barlett und Vowels. C., 2009] Barlett, P. und Vowels. C. (2009). The Effect of Violent and Non-Violent Computer Games on Cognitive Performance. *Computers in Human Behavior*, (25):96–102.
- [Belanich et al., 2004] Belanich, J., Orvis, K., und Sibley, D. (2004). Instructional Characteristics and Motivational Features of a PC-Based Game. *U.S. Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences*, Research Report 1822.

- [Bennett et al., 2008] Bennett, S., Maton, K., und Kervin, L. (2008). The "Digital Natives" Debate: A Critical Review of the Evidence. *British Journal of Educational Technology*, (39):775–786.
- [BiLAT, 2010] BiLAT (2010). BiLAT Datenblatt. http://ict.usc.edu/media/overviews/BiLAT_Overview.pdf Letzter Zugriff 6.09.2010.
- [BIU, 2010] BIU (2010). Bundesverband Interaktive Unterhaltungssoftware e.V. : Marktzahlen Computer- und Videospiel- Software. http://www.biu-online.de/fileadmin/user/dateien/BIU_Marktzahlen_1_HJ_2010.pdf Letzter Zugriff 14.1.2011.
- [Blakey E. und Spence S., 1990] Blakey E. und Spence S. (1990). Developing Metacognition. *Syracuse, NY Clearinghouse on Information Resources*.
- [Bloom, 1972] Bloom, B. S. (1972). *Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich*. Beltz Studienbuch. Beltz, Weinheim.
- [Blunt, 2007] Blunt, R. (2007). Does Game-Based Learning Work? Results from Three Recent Studies. *Proceedings of the Interservice/Industry Training*.
- [Boerner et al., 2005] Boerner, S., Seeber, G., Helmut, K., und Beinborn, P. (2005). Lernstrategien und Lernerfolg im Studium: Lernstrategien des List bei berufstätigen Studierenden. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, (37):17–26.
- [Bokyeong et al., 2009] Bokyeong, K., Hyungsung, P., und Youngkyun, B. (2009). Not Just Fun, But Serious Strategies: Using Meta-Cognitive Strategies in Game-Based Learning. *Computers & Education*, (52):800–810.
- [Bower, 1990] Bower, G. H. (1990). *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*. Academic Press, San Diego (Calif.).
- [Bremer, 2000] Bremer, C. (2000). Virtuelles Lernen in Gruppen. *Beiträge der GMW Jahrestagung 2000*, (1):135–148.

- [Buch und Egenfeld-Nielsen, 2007] Buch, T. und Egenfeld-Nielsen, S. (2007). The Learning Effect of "Global Conflicts: Palestine". *Center for Computer Games Research IT University of Copenhagen*.
- [Buckley und Anderson, 2006] Buckley, E. und Anderson, C. (2006). A Theoretical Model of Effects and Consequences of Playing Video Games. *Playing Video Games - Motives Responses and Consequences*, (1):363–378.
- [Bufe und Krömker, 2009] Bufe, J. und Krömker, D. (2009). FISS: Virtuelle Simulation für eine Mitarbeiterfortbildung. *Lecture Notes in Informatics (LNI) - Proceedings Series of the German Informatics society (GI)*, (153).
- [Bufe und Krömker, 2010a] Bufe, J. und Krömker, D. (2010a). Digital Game Based Learning for a Broad Range of Ages. *Transactions on Edutainment*, (4):56–68.
- [Bufe und Krömker, 2010b] Bufe, J. und Krömker, D. (2010b). Impacts of Learning Preferences on Digital Game Based Learning. *Edulearn10 International Conference on Education and New Learning Technologies Publications*.
- [Bufe und Krömker, 2010c] Bufe, J. und Krömker, D. (2010c). Lernprozesse und Lernstile im Digital Game Based Learning. *Zeitschrift für interaktive und kooperative Medien*, 10.
- [Butcher, 2010] Butcher, M. (2010). Zuckerberg hints at location features, admits he uses Spotify in the US. <http://eu.techcrunch.com/2010/06/22/zuckerberg-hints-at-location-features-admits-he-uses-spotify-in-the-us/> Letzter Zugriff 8.02.2011.
- [Caillois, 1961] Caillois, R. (1961). *The Definition of Play*. Free Press of Glencoe.
- [Cordova und Lepper, 1996] Cordova, D. und Lepper, M. R. (1996). Intrinsic Motivation and the Process of Learning: Beneficial Effects of Contextualization, Personalization and Choice. *Journal of Educational Psychology*, 88:712–730.
- [Cortina, 1993] Cortina, J. (1993). What Is Coefficient Alpha? An Examination of Theory and Applications. *Journal of Applied Psychology*, 78(1):98–104.
- [Crookall und Arai K., 1995] Crookall, D. und Arai K. (1995). *Simulation and Gaming Across Disciplines and Cultures*. Sage, Thousand Oaks.

- [Crookall und Thorngate, 2009] Crookall, D. und Thorngate, W. (2009). Acting, Knowing, Learning, Simulating, Gaming. *Simulation & Gaming*, 40(8):8–26.
- [Crookall und Wolfe, 1998] Crookall, D. und Wolfe, J. (1998). Developing a Scientific Knowledge of Simulation/Gaming. *Simulation & Gaming*, (29):7–19.
- [Day et al., 2001] Day, E., Arthur, W., und Gettman, D. (2001). Knowledge Structures and the Acquisition of a Complex Skill. *Journal of Applied Psychology*, (86):1022–1033.
- [Dewey, 1938] Dewey, J. (1938). *Experience and Education*. New York: Kappa Delta Pi.
- [Die Zeit Online, 2010] Die Zeit Online (2010). Frontiers. <http://www.zeit.de/kultur/kunst/2010-01/computerspiel-frontiers> Letzter Zugriff 23.06.2010.
- [Douglas, 2001] Douglas (2001). *Per Anhalter durch die Galaxis: Alle 5 Romane in einem Band!* W. Heyne, München.
- [ESL, 2010] ESL (2010). Electronic Sports League. <http://www.esl.eu> Letzter Zugriff 14.1.2011.
- [FAZ, 2006] FAZ, F. A. S. (2006). Machen Videospiele wirklich böse? <http://www.faz.net/s/Rub475F682E3FC24868A8A5276D4FB916D7/-Doc/E93DDEE6FB3F041F1AB0224EE4FE02BEFATplEcommonScontent.html> Letzter Zugriff 20.01.2011.
- [Felix und Johnson, 1993] Felix, J. und Johnson, R. T. (1993). Learning from Video Games. *Computers in Schools*, (9).
- [Flavell, 1979] Flavell, J. (1979). Metacognition and cognitive monitoring. *American Psychologist*, 34(10):906–911.
- [Freitas und Jarvis, 2007] Freitas, S. und Jarvis, S. (2007). Serious Games - Engaging Training Solutions: A Research and Development Project for Supporting Training Needs. *British Journal of Educational Technology*, (38):53–525.

- [Freitas und Oliver, 2006] Freitas, S. und Oliver, M. (2006). How Can Exploratory Learning With Games and Simulations Within the Curriculum be Most Effectively Evaluated? *Computers & Education*, (46):249–264.
- [Freitas S., 2006] Freitas S. (2006). Learning in Immersive Worlds: A Review of Game-Based Learning. *JISC e-Learning Programme*.
- [Garris et al., 2002] Garris, R., Ahlers, R., und Driskell, J. (2002). Games, Motivation and Learning: A Research and Practice Model. *Simulation & Gaming*, (33):441–466.
- [Gee, 2007] Gee, J. P. (2007). *What video games have to teach us about learning and literacy*. Palgrave Macmillan, New York, rev. and updated edition.
- [Gorsline, 1980] Gorsline, G. W. (1980). *Proceedings: Joint symposium : third SIGSMALL Symposium, first SIGPC Symposium, 18-19 September 1980, Palo Alto, California*. Association for Computing Machinery, New York.
- [Graf, 2007] Graf, D. (2007). *Die Theorie des geplanten Verhaltens*. Springer Verlag.
- [Greitemeyer und Osswald, 2010] Greitemeyer, T. und Osswald, S. (2010). Effects of Prosocial Video Games on Prosocial Behaviour. *Journal of Personality and Social Psychology*, (98).
- [Habgood, 2005] Habgood, J. (2005). Zombie Division: Intrinsic Integration in Digital Learning Games. *Human Centred Technology Workshop*.
- [Habgood, 2007] Habgood, J. (2007). The Effective Integration of Digital Games and Learning Content. <http://hiddenlevel.co.uk/zd/HabgoodZugriff> 19.1.2011.
- [Habgood et al., 2005] Habgood, J., Ainsworth, S., und Benford S. (2005). Endogenous Fantasy and Learning in Digital Games. *Simulation & Gaming*, (36):483–498.
- [Haller und Nowack, 2006] Haller, H. und Nowack, I. (2006). Lernstild diagnose. <http://www.kvhs-osterode.de/aktuell/galerie/103/images/LernstilinventarLetzterZugriff> 11.01.2011.

- [Hense et al., 2009] Hense, J., Willy, C., und Wolfe, J. (2009). Putting Theory Oriented Evaluation Into Practice: A Logic Model Approach for Evaluation SIMGAME. *Simulation & Gaming*, (40):110–133.
- [Hesse, 2003] Hesse, C. (2003). *Angewandte Wahrscheinlichkeitstheorie: Eine fundierte Einführung mit über 500 realitätsnahen Beispielen und Aufgaben*. Vieweg, Braunschweig ;, Wiesbaden, 1 edition.
- [Hill et al., 2006] Hill, R. W., Belanich, J., Lane, H. C., Dixon, M., Forbell, E., Julia, K., und John, H. (2006). Pedagogically Structured Game-Based Training: Development of the ELECT BiLAT Simulation. *Proceedings of the 25th Army Science Conference*.
- [Hsu et al., 2010] Hsu, C., Wang, K., und Huang, Y. (2010). Modeling Personalized Learning Styles in a Web-Based Learning System. *Transactions on Edutainment*, (4):12–21.
- [Israr und Bufe, 2011] Israr, B. und Bufe, J. (2011). Engineering a serious game for conveying basic principles of color mixing. *In Vorbereitung*.
- [Jung, 2010] Jung, G. (2010). Persönlichkeitstypen. <http://arbeitsblaetter.stangl-taller.at/WISSENSCHAFTPSYCHOLOGIE/PSYCHOLOGEN/Jung.shtml> Letzter Zugriff 29.07.2010.
- [Kahn und Kellner, 2004] Kahn, R. und Kellner, D. (2004). New Media and Internet Activism: From the 'Battle of Seattle' to Blogging. *new media & society*, 6:87–95.
- [Kaiser und Kaiser, 2006] Kaiser, R. und Kaiser, A. (2006). *Denken trainieren, Lernen optimieren: Metakognition als Schlüsselkompetenz*. ZIEL, Augsburg, 2 edition.
- [Kerres und Bormann, 2009] Kerres, M. und Bormann, M. (2009). Explizites Lernen in Serious Games: Zur Einbettung von Lernaufgaben in digitalen Spielwelten. *Zeitschrift für E-Learning, Lernkultur und Bildungstechnologie*, (4).
- [Kirriemuir und Ceangal A., 2004] Kirriemuir, J. und Ceangal A. (2004). *Literature Review in Games and Learning*, volume 8. Futurelab Series.

- [Kirschner et al., 2005] Kirschner, P., Sweller, J., und Clark, R. (2005). 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(2)):75–86.
- [Klimmt, 2004] Klimmt, C. (2004). *Unterhaltungserleben beim Computerspielen - Theorie, Experimente, (pädagogische) Anwendungsperspektiven*. Braumüller, Wien.
- [Kolb, 1981] Kolb, D. (1981). Learning Styles and Disciplinary Differences. *K. Feldman and M. Paulson (eds), Teaching and Learning in the College Classroom*.
- [Kolb, 2000] Kolb, D. (2000). Experiential Learning Theory: Previous research and new directions. *Perspectives on thinking, learning, and cognitive styles*, (1):227–248.
- [Kolb, 1984] Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- [Korneli, 2008] Korneli, P. (2008). Selbstlernkompetenz durch Metakognition. <http://duepublico.uni-duisburg-essen.de/authoring/buildZip.xml?type=zip&id=20163>
Letzter Zugriff 18.1.2010.
- [Kraiger et al., 1993] Kraiger, K., Ford J., und Salas E. (1993). Application of cognitive, skill-based, and affective theories of learning outcomes to new methods of training evaluation. *Journal of Applied Psychology*, 78:311–328.
- [Lane, 2007] Lane, H. C. (2007). Metacognition and the Development of Intercultural Competence. *University of Southern California, USA*.
- [Lane und Hays, 2008] Lane, H. C. und Hays, M. J. (2008). Getting Down to Business: Teaching Cross-Cultural Social Interaction Skills in a Serious Game. *Proceedings on CATS 2008: Workshop on Culturally-Aware Tutoring*, (1):35–46.
- [Lück, 2001] Lück, H. (2001). *Kurt Lewin: Eine Einführung in sein Werk*. Weinheim:Beltz.
- [Lederman, 1992] Lederman, L. (1992). Debriefing: Toward a Systematic Assessment of Theory and Practice. *Simulation & Gaming*, (23):145–160.

- [Lee et al., 2010] Lee, E., Wong, K., und Fung, C. (2010). Learning with Virtual Reality: Its Effects on Students with Different Learning Styles. *Transactions on Edutainment*, (4):79–90.
- [Lernbar, 2011] Lernbar (2011). Lernbar. <http://lernbar.uni-frankfurt.de/> Letzter Zugriff 28.01.2011.
- [Lessig, 2004] Lessig, L. (2004). *Free culture: The Nature and Future of Creativity*. Penguin Press, New York.
- [Locke und Latham, 1990] Locke, E. und Latham, G. (1990). *Goal Setting and Task Performance*. NJ:Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- [Makoto et al., 2008] Makoto, S., Liu, X., und Murayama J. (2008). A Haptic Virtual Environment for Molecular Chemistry Education. *Transactions on Edutainment*, (1):28–38.
- [McFarlane et al., 2007] McFarlane, A., Sparrowhawk, A., und Heald, Y. (2007). Report on the Educational Use of Games. http://www.teem.org.uk/publications/teem_gamesined_full.pdf Letzter Zugriff 1.1.2011.
- [Meier und Seufert, 2003] Meier, C. und Seufert, S. (2003). *Game-based Learning: Erfahrungen mit und Perspektiven für digitale Lernspiele in der betrieblichen Bildung*. Handbuch E-Learning. Fachverlag Deutscher Wirtschaftsdienst, Köln.
- [Mitgutsch, 2008] Mitgutsch, K. (2008). Digital Play Based Learning: A Philosophical Pedagogical Perspective on Learning and Playing in Computer Games. *Human IT*, (9):18–36.
- [Moreno et al., 2009] Moreno, P., Burgos, D., und Torrente J. (2009). Digital Games in eLearning Environments: Current Uses and Emerging Trends. *Simulation & Gaming*, (40):669–687.
- [Noffke und Somekh, 2009] Noffke, S. E. und Somekh, B. (2009). *The Sage Handbook of Educational Action Research*. SAGE Publications, Thousand Oaks, 1st edition.

- [Opaschowski, 1999] Opaschowski, H. W. (1999). *Generation @: Die Medienrevolution entläßt ihre Kinder: Leben im Informationszeitalter*. British American Tobacco, Hamburg, 1 edition.
- [Osman und Hannafin, 1992] Osman, M. und Hannafin, M. (1992). Metacognition Research and Theory: Analysis and Implications for Instructional Design. *ETR&D*, (40):83–99.
- [Parker und Lepper M., 1991] Parker, L. und Lepper M. (1991). Effects of Fantasy Contexts on Children’s Learning and Motivation: Making Learning More Fun. *Journal of Personality and Social Psychology*, (62):625–633.
- [Pearce, 2006] Pearce, C. (2006). Productive Play Game Culture From the Bottom Up. *Games and Culture*, 1:17–24.
- [Perfect und Schwartz, 2002] Perfect, T. J. und Schwartz, B. L. (2002). *Applied metacognition*. Cambridge University Press, Cambridge, U.K. ;, New York.
- [Petranek und Corey, 1992] Petranek, C. und Corey, S. (1992). Three Levels of Learning in Simulations: Participating, Debriefing, and Journal Writing. *Sage: Simulation & Gaming*, (23):174–185.
- [Pintrich et al., 1991] Pintrich, P., Smith, D., und Garcia, T. (1991). A Manual for the Use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). <http://www.ilo.uva.nl/Projecten/Gert/Teaching/VietnamCourseDec2006Research-Methodology/Pintrich.pdf> Letzter Zugriff 14.1.2011.
- [Prensky, 2001a] Prensky, M. (2001a). Digital Natives, Digital Immigrants. *On the Horizon*, (9).
- [Prensky, 2001b] Prensky, M. (2001b). Digital Natives, Digital Immigrants, Part II: Do They Really Think Differently? *On the Horizon*, (9).
- [Prensky, 2003] Prensky, M. (2003). Digital Game-Based Learning. *ACM Computers in Entertainment*, (1).
- [Proctor und Bauer, 2007] Proctor, M. und Bauer, T. (2007). Helicopter Flight Training Through Serious Aviation Gaming. *Journal of Defense Modeling and Simulation*, (5).

- [Rieber, L., 1996] Rieber, L. (1996). Seriously Considering Play: Designing Interactive Learning Environments Based on the Blending of Microworlds, Simulations and Games. *ETR&D*, (44):43–58.
- [Rosas et al., 2003] Rosas, R., Nussbaum, M., Cumsille, P., und Marianov, V. (2003). Beyond Nintendo: A Design and Assessment of Educational Video Games for First and Second Grade Students. *Computers & Education*, (40).
- [Royle, 2008] Royle, K. (2008). Game-Based Learning: A Different Perspective. *innovate journal of education*, 4(4).
- [Sabri et al., 2010] Sabri, H., Cowan, B., und Kapralos, B. (2010). Serious Games for Knee Replacement Surgery Procedure Education and Training. *Innovation and Creativity in Education*, (2):3483–3488.
- [Salen und Zimmerman, 2003] Salen, K. und Zimmerman, E. (2003). *Rules of play: Game design fundamentals*. MIT Press, Cambridge, Mass.
- [Sande und Savid, 2005] Sande, C. und Savid, M. (2005). Proof of Learning: Assessment in Serious Games. http://www.gamasutra.com/view/feature/2433/proof_of_learning_assessment_in_.php Letzter Zugriff 11.1.2011.
- [Sauve et al., 2007] Sauve, L., Renaud, L., Kaufmann, D., und Marquis, J. S. (2007). Distinguishing Between Games and Simulations: A Systematic Review. *Educational Technology and Society*, (10):247–256.
- [Scheffer, 2004] Scheffer, D. (2004). *Entwicklungsbedingungen impliziter Motive: Bindung, Leistung und Macht*. Hogrefe-Verlag.
- [Schell, 2008] Schell, J. (2008). *The Art of Game Design*. Elsevier/Morgan Kaufmann, Amsterdam ;, Boston.
- [Schulmeister, 2009] Schulmeister, R. (2009). Gibt es eine "Net-Generation"? http://www.zhw.uni-hamburg.de/uploads/schulmeister_net-generation_v3.pdf Letzter Zugriff 14.1.2011.

- [Serrano und Anderson, 2004] Serrano, E. und Anderson, J. (2004). The Evaluation of Food Pyramid Games, a Bilingual Computer Nutrition Education Program for Latino Youth. *Journal of Family and Consumer Sciences Education*, (22):1–16.
- [Sisler und Brom, 2008] Sisler, V. und Brom, C. (2008). Designing an Educational Game: Case Study of 'Europe 2045'. *Transactions on Edutainment*, 1.
- [Snow und Farr, 1987] Snow, R. E. und Farr, M. J. (1987). *Conative and affective process analysis*. L. Erlbaum, Hillsdale, N.J.
- [Soren Johnson, 2009] Soren Johnson (6.11.2009). Analysis: Turn-Based Versus Real-Time. http://www.gamasutra.com/view/news/25920/Analysis_TurnBased_Versus_RealTime.php Letzter Zugriff 28.01.2011.
- [Spiegel, 2002] Spiegel, O. (2002). Rekrutenfang per Egoshooter. <http://www.spiegel.de/netzwelt/web/0,1518,197361,00.html> Letzter Zugriff 20.01.2011.
- [Squire und Barab, 2004] Squire, K. und Barab, S. (2004). Replaying History: Engaging Urban Underserved Students in Learning World History Through Computer Simulation Games. *ICLS '04 Proceedings of the 6th international conference on Learning sciences*, (1):505–512.
- [Staemmler, 2006] Staemmler, D. (2006). *Lernstile und interaktive Lernprogramme: Kognitive Komponenten des Lernerfolges in virtuellen Lernumgebungen*. Dt. Univ.-Verl., Wiesbaden, 1 edition.
- [Susi et al., 2007] Susi, T., Johannesson, M., und Backlund, P. (2007). Serious Games - An Overview. *Technical Report HS-IKI-TR-07-001*.
- [Tang et al., 2009] Tang, S., Hanneghan, M., und Rhalibi, A. (2009). Introduction to Games-Based Learning. *IGI Global*.
- [Thiagarajan, 1999] Thiagarajan, S. (1999). Team Activities for Learning and Performance. *Handbook of Human Performance Technology*, (1).

- [Thomas et al., 1997] Thomas, R., Cahill, J., und Santilli, L. (1997). Using an interactive computer game to increase skill and selfefficacy regarding safer sex. *Health Education and Behavior*, (24):71–86.
- [van Eck, 2006] van Eck, R. (2006). Digital Game-Based Learning: It's Not Just the Digital Natives Who Are Restless... *Educause*, (41).
- [Vankus, 2005] Vankus, P. (2005). History and Present of Didactical Games as a Method of Mathematics Teaching. *Acta Didactica Universitatis Comenianae*, (5):54–68.
- [Veres et al., 1999] Veres, J., Sims, R., und Locklear, T. (1999). Improving the reliability of Kolb's revised LSI. *Educational and Psychological Measurement*, 51:143–150.
- [Vogt, 2007] Vogt (2007). *Theorie des Interesses und des Nicht-Interesses*. Springer Verlag.
- [Weinert, 1996] Weinert, F.; Kluwe, R. (1996). *Metakognition, Motivation und Lernen*. Kohlhammer W.
- [Welch, 2009] Welch, O. (2009). Americas Army cost US Govt \$33m. <http://www.eurogamer.net/articles/americas-army-cost-us-govt-USD33m> Letzter Zugriff 8.02.2011.
- [Westrom und Shaban, 1992] Westrom, M. und Shaban, A. (1992). Intrinsic Motivation in Microcomputer Games. *Journal of Research on Computing and Education*, (24):433–445.
- [White, 1984] White, B. (1984). Designing Computer Games to Help Physics Students Understand Newton's Laws of Motion. *Cognition and Instruction*, (1):69–108.
- [White, J., 2006] White, J. (2006). It's a Video Game, and an Army Recruiter. <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2005/05/26/AR2005052601505.html> Letzter Zugriff 07.12.2010.
- [Wild und Schiefele, 1994] Wild, K. und Schiefele, U. (1994). Lernstrategien im Studium: Ergebnisse zur Faktorenstruktur und Reliabilität eines neuen Fragebogens. *Zeitschrift für Differentiell und Diagnostische Psychologie*, 15:185–200.

- [Wild et al., 1993] Wild, K., Schiefele, U., und Winterler A. (1993). Inventar zur Erfassung von Lernstrategien im Studium (LIST). *Neubiberg: Universität der Bundeswehr München*.
- [Wilson et al., 2009] Wilson, K., Bedwell, W., und Lazzara, E. (2009). Relationships Between Game Attributes and Learning Outcomes. *Simulation and Gaming*, 40(2):217–266.
- [Woodman, 2006] Woodman, M. (2006). Cognitive Training Transfer Using a Personal Computer-Based Game: A Close Quarters Battle Case Study. <http://proquest.umi.com/pqdlink?did=1115118721&Fmt=7&clientId=98200&RQT=309&VName=PQD> Letzter Zugriff: 08.02.2011.
- [Zimmerman und Tsikalas Kallen E., 2008] Zimmerman, B. J. und Tsikalas Kallen E. (2008). Can Computer-Based Learning Environments (CBLEs) Be Used as Self-Regulatory Tools to Enhance Learning? *Educational Psychologist*, (40:4):267–271.

Johannes Bufe
Heuberg 6
65307 Bad Schwalbach
Mobil: 0176-81077889
Email: Johannes@Bufe.eu

Lebenslauf

Persönliche Daten

geb am 16.08.1982 in Marburg
Familienstand: ledig
Staatsangehörigkeit: deutsch



Schule, Wehrdienst

1988 – 1992 Grundschule Kemel
1992 – 1997 Gesamtschule Bad Schwalbach
1997 – 2001 Humboldt Gymnasium Wiesbaden
2001 Abschluss Abitur (Note: 2.1)
2001 – 2002 Absolvierung der Wehrpflicht

Studium

2002-2007 Informatik/Mathematik L3 Gymnasiallehramt Goethe Universität Frankfurt
5/2007 Abschlussarbeit: Entwurf eines 3D Lobbysystems mit Matchmaking Möglichkeiten
In Zusammenarbeit mit rocket science games Darmstadt
Note: 1
2007 Abschluss mit erstem Staatsexamen L3 Mathematik/Informatik
Note: 1.17
2008-2011 Dissertations-Stipendium an der Professur für Graphische Datenverarbeitung,
Leitung: Prof. Dr.-Ing. Detlef Krömker
Fachbereich Informatik und Mathematik,
Goethe Universität Frankfurt am Main

Berufliche Tätigkeiten

2004 Software Engineer Action Script/Flash
Projekt: Ocean Diver
Zeal GmbH
2005 Software Engineer C++
Projekt: Meine Tierklinik
Zeal GmbH
2006 Software Engineer Action Script/Flash
Projekt: Corporate Mini-Games
spielkind UG
2007-2008 Software Engineer Action Script/Lua
Projekt: Lokalisierung Mission Schatztaucher
BrainGame Publishing GmbH
2008 Multi-Platform Software Engineer C++
Projekt: Element Girls DS
rocket science games Darmstadt

- 2008-2011 Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Professur für Graphische Datenverarbeitung
 Leitung: Prof. Dr.-Ing. Detlef Krömker
 Institut für Informatik
 Goethe Universität Frankfurt Main
- 2011 Teaching Assignment Computer Graphics: Game-Porting
 SRH Hochschule Heidelberg

Veröffentlichungen

- 2009 *Bufe J., Krömker D. et al.* - FISS: Virtuelle Simulation für eine Mitarbeiterfortbildung
 Berlin: Lecture Notes in Informatics (LNI) - Proceedings
 Series of the German Informatics society (GI) Volume P-153, 2009
 Ausgezeichnet mit dem „Best Paper Award“ auf der Konferenz: 7. e-Learning
 Fachtagung der Gesellschaft für Informatik (DeFi – 2009) für die beste
 wissenschaftliche Einreichung
- 2010 *Bufe J., Krömker D.* - Digital Game Based Learning for a Broad Range of Ages
 Springer Verlag: Transactions on Edutainment 4
- Bufe J., Krömker D.* - Impacts of Learning Preferences on Digital Game Based
 Learning, Barcelona: Edulearn10 International Conference on Education and New
 Learning Technologies Publications
- Bufe J., Krömker D.* - Lernprozesse und Lernstile im Digital Game Based Learning
 Oldenbourg Verlag: i-com - Zeitschrift für interaktive und kooperative Medien

Fremdsprachenkenntnisse

- Englisch: sehr gut
 Erfahrung im geschäftlichen und wissenschaftlichen Umgang
 Gymnasium 9 Jahre

Sonstiges

- Mitglied im Lenkungskreis der Gesellschaft für Informatik Fachgruppe – ANIS
- Program Committee: IEEE - Workshop on Edutainment 2011
- Program Committee: International Conference on Computers in Education 2011
- Dissertations-Stipendium des Zentrums für Lehrerbildung an der Goethe Universität
 Frankfurt Main 2007
- Leitung des Workshops für die Konzeption und Entwicklung multimedialer
 Lerninhalte mit Adobe Flash der Goethe Universität Frankfurt 2009-2011