

Computerspiele als  
Lernmedium und ihr  
Einsatz in den  
Ingenieurwissenschaften.

Erarbeitung eines Analyse-  
und Entwicklungsmodells

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der  
Philosophisch-  
Sozialwissenschaftlichen  
Fakultät

der

Universität Augsburg

vorgelegt von Frederic Adler  
aus Konstanz

2008

Erstgutachter: Prof. Dr. Gabi Reinmann

Zweitgutachter: Prof. Dr. Fritz Böhle

Tag der mündlichen Prüfung: 01.12.2008

Meiner Verlobten Petra Schwenkreis  
und  
meinen Eltern Rolf und Anneliese Adler

Mein Dank gilt alljenen, die mich bei dieser Arbeit unterstützt haben  
und besonders  
Gabi Reinmann und Carolin Dehne

## Vorwort

Hintergrund der Arbeit ist das von Prof. Dr.-Ing. Norbert Schwesinger initiierte Projekt in der Mikrosystemtechnik an der TU München. Bei der Beobachtung und im Gespräch mit seinen Kindern entwickelte Herr Prof. Dr.-Ing. Norbert Schwesinger die Überzeugung, dass die Faszinationskraft eines Computerspiels für seine Lehrinhalte nutzbringend eingesetzt werden könnte. Für die Studierenden der Mikrosystemtechnik sollte ein Computerspiel geschaffen werden, das das Erlernen der Inhalte unterstützt.

Im Rahmen der ersten Überlegungen wurden zwei Schwerpunkte für die Entwicklung eines Computerspiels zu Lernzwecken entwickelt. Einerseits sollte der Ausgangspunkt, (Faszinationskraft von Computerspielen) aufgegriffen werden. Andererseits sollte aber auch gezeigt werden, dass Computerspiele ernstzunehmende Lernmedien sein können. In diesem Projekt befasste sich eine Kollegin, Mag. Päd. Carolin Dehne, mit der Faszinationskraft und den erhofften positiven Auswirkungen auf Motivation und Emotion (vgl. Dehne, in Vorbereitung). Mit ihr zusammen habe ich auch den Abschnitt 5.1 zu den Defiziten in den Ingenieurwissenschaften erarbeitet. Ich möchte mich an dieser Stelle besonders für die ausgezeichnete und inspirierende Zusammenarbeit bei Carolin Dehne bedanken.

Meine Arbeit befasst sich mit dem zweiten Schwerpunkt des Projekts. Im Vordergrund steht die Frage, wie sich der Inhalt „Mikrosystemtechnik“ mediendidaktisch für die Umsetzung in einem Computerspiel aufbereiten lässt.

Eine Besonderheit des Projekts ist die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Didaktikern und Inhaltsexperten. Für die Entwicklung des Computerspiels wurden zwei fachfremde Pädagogen an der TU München angestellt und konnten eng mit den Lehrenden zusammenarbeiten. Ein besonderes Ergebnis dieser Zusammenarbeit ist die kollaborative Restrukturierung des Inhalts aus didaktischer Sicht, die von den Inhaltsverantwortlichen intensiv begleitet wurde. Aus dieser Restrukturierung geht ein Lehrbuch für die Mikrosystemtechnik hervor, das im Laufe des Jahres 2008 erscheint. Mit der Firma Bogengang aus Berlin wurde das didaktische und fachliche Team um praktische Beratung aus dem Bereich der dreidimensionalen Visualisierung und Computerspielprogrammierung ergänzt. Die frühe Zusammenarbeit mit einem technischen Partner hat wertvolle praktische Hinweise für die Fragestellung der Arbeit und für den bisher realisierten Teil des Projekt-Prototypen ergeben.

Das ursprüngliche Ziel der Arbeit war es also ein Computerspiel zu entwickeln, mit dem die Inhalte der Mikrosystemtechnik vermittelt werden können. Auf theoretischer Grundlage sollte ein Konzept entwickelt werden, wie ein derartiger Inhalt interaktiv, anschaulich und simulativ aufbereitet und in einem Computerspiel eingebettet werden kann. Diese Überlegungen sollten in einem voll funktionsfähigen Computerspiel umgesetzt und evaluiert werden. Neben den grundsätzlichen Erkenntnissen, wie ein Computerspiel mediendidaktisch genutzt werden könnte, wäre besonders die Bewertung der tatsächlichen Wirkungen dieses Spiels aufschlussreich gewesen. Leider war es vor allem aus finanziellen Gründen nicht mög-

lich eine ausreichend funktionsfähige Version zu erstellen. Nach ca. zwei Jahren Projektlaufzeit wurde klar, dass die erforderlichen Mittel nicht akquiriert werden können. Durch das Wegfallen der Evaluation musste auch diese Arbeit umstrukturiert werden.

Da die ursprüngliche geplante Evaluation nicht durchgeführt werden konnte, habe ich den Schwerpunkt auf die theoretisch-konzeptionellen Arbeiten gelegt. Resultat dieser Veränderung ist eine Arbeit, die neben ihrem praktischen Ziel auch mehr allgemein verwertbare Erkenntnisse in deskriptiver und praktischer Hinsicht liefert.

Trotzdem konnten einige, grundlegende Funktionen im Prototypen realisiert werden. Viele Ausführungen beziehen sich dennoch nur auf das Konzept und nicht auf realisierte Teile des Prototypen. Anhand einiger Screenshots des Prototypen kann ich aber viele der geplanten Funktionen verdeutlichen. Bis heute wurde uns von der Firma Bogengang keine lauffähige Version des letzten Stands zur Verfügung gestellt. Aus diesem Grund kann ich nur bereits existierende Screenshots des Prototypen zeigen.

#### **Vorbemerkung zur männlichen und weiblichen Form**

Auch wenn in dieser Arbeit durchweg das generische Maskulinum verwendet wird, so wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass beide Geschlechter gemeint sind, dies aus Gründen des Leseflusses jedoch nicht ausgeschrieben wird.

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	3
Abstract .....	10
Inhaltsverzeichnis .....	5
Abbildungsverzeichnis .....	7
Tabellenverzeichnis.....	9
<b>1. Einführung .....</b>	<b>11</b>
1.1 Bedeutung der Computerspiele für Lernen und Ingenieurwissenschaften .....	13
1.2 Zielsetzung und Fragestellung der Arbeit.....	14
1.3 Aufbau und Ergebnisse der Arbeit .....	20
<b>2. Computerspiele .....</b>	<b>22</b>
2.1 Beschreibung und Einteilung in der Literatur .....	23
2.2. Besonderheiten des Computerspiels aus Sicht der Spielentwicklung .....	28
2.2.1 Warum Spieler spielen: Faszinationselemente .....	28
2.2.2 Gameplay, Gamedesign und Narration .....	30
2.2.3 Anleitung, Intuitivität und Kohärenz.....	34
2.3 Vom Inventar zum Modell – Entstehung und Entwicklung eines allgemeinen Computerspiele- Modells .....	39
2.4 OOPiOM CS: Ein allgemeines Modell zur Beschreibung von Computerspielen .....	47
2.4.1 Überblick über das Modell .....	47
2.4.2 Das Modell der Spielwelt .....	49
2.4.3 Der Bereich "Programm" .....	54
2.4.4 Der Bereich „Ausgabe“ .....	60
2.4.5 Der Bereich „Steuerung“ .....	67
2.5 Kritik, Weiterentwicklung und Funktionen .....	69
2.5.1 Kritik .....	69
2.5.2 Weiterentwicklung und Funktionen.....	71

<b>3. Lernen mit Computerspielen .....</b>	<b>75</b>
<b>3.1 Simulation, Interaktivität und Visualisierung im Computerspiel.....</b>	<b>76</b>
3.1.1 Simulation, Interaktivität und Visualisierung (SIV).....	77
3.1.2 Formen der Simulation im Computerspiel .....	98
3.1.3 Formen der Interaktivität im Computerspiel .....	109
3.1.4 Formen der Visualisierung im Computerspiel .....	126
<b>3.2 Forschungsergebnisse zur Lernförderlichkeit .....</b>	<b>139</b>
<b>4. Gestaltung von Computerspielen für Lernzwecke .....</b>	<b>146</b>
4.1 Rahmenbedingungen der Gestaltung von Computerspielen für Lernzwecke.....	147
4.2 Gamestructure: Didaktische und design-orientierte Vorentscheidungen .....	154
4.3 Program- und I/O-Structure: Technische Entwicklung eines Lern-Computerspiels.....	161
4.3.1 Inhalte aktiv erfahrbar machen (Interaktivität).....	162
4.3.2 Aufbereitung von Inhalten in Modellen (Simulation) .....	169
4.3.3 Inhalte graphisch repräsentieren (Visualisierung) .....	176
4.3.4 Schematische Zusammenfassung .....	180
<b>5. Defizite in den Ingenieurwissenschaften .....</b>	<b>181</b>
<b>6. Computerspiele in der Mikrosystemtechnik .....</b>	<b>191</b>
6.1 Projektbeschreibung: Game-based Learning in der Mikrosystemtechnik.....	192
6.1.1 Das Projektumfeld und die Beteiligten.....	192
6.1.2 Vorentscheidungen .....	196
6.2 Technische Konzeption des Prototypen „Mikrosystemtechnik“ .....	202
<b>7. Fazit und Kritik.....</b>	<b>215</b>
7.1 Interpretation der Ergebnisse entlang der Fragestellung .....	216
7.2 Weitergehende Kritik .....	224
7.3 Perspektiven der Lern-Computerspiele und Alternativen .....	229
Literaturverzeichnis.....	233
<b>Anhang .....</b>	<b>241</b>
Anhang A: Tabellarische Auflistung der Komponenten des OOPIO-Modells (Ausgabe aus MaxQDA2) .....	242
Anhang B: Tabellarische Auflistung der Komponenten des OOPIO-Modells .....	245
Anhang C: Handbuch zum Prototypen, erstellt von der Firma Bogengang .....	249

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1/1: Zusammenfassung der Ziele, Hauptfragen, des Aufbaus und der Ergebnisse der Arbeit .....	16
Abbildung 1/2: Aufbau der Arbeit .....	20
Abbildung 2/1: Grafische Darstellung der Modellentwicklung .....	42
Abbildung 2/2: EVA-Kreislaufmodell.....	44
Abbildung 2/3: Das vereinfachte OOPIO-Modell.....	47
Abbildung 2/4: Beispiel zu Klassen und Objekten (Quelle: Warrior Kings, Black Cactus Games) .....	51
Abbildung 2/5: Wegfindung mittels Feldstruktur (Quelle: <a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Pathfinding">http://de.wikipedia.org/wiki/Pathfinding</a> , letzter Zugriff: 14.05.2007) ....	55
Abbildung 2/6: Der Spieleditor des Spiels Unreal, Epic Games Inc. (Quelle Bates 2002, S. 92).....	58
Abbildung 2/7: Sprites und Tiles in isometrischer Darstellung (Quelle Dobrovka 2003, S. 646) .....	60
Abbildung 2/8: Grafik für ein animiertes Sprites eines brennenden Feuers (Quelle Drobrovka 2003, S. 275) .....	60
Abbildung 2/9: Konstruktion eines 3d-Objekts aus Vertices (Quelle Drobrovka 2003, S. 664) .....	61
Abbildung 2/10: Der 3d-Raum mit Kamera, Objekt und Sichtbereich.....	62
Abbildung 2/11: Beispiel für eine Heightmap (Quelle: Dobrovka 2003, S. 796) .....	62
Abbildung 2/12: Bildschirmaufteilung in Spielbereich, Funktionsbereich und Totraum ....	64
Abbildung 2/13: Ein Einstellungsmenü und ein Bildschirm zur Erzählung der Geschichte (Quelle: Warrior Kings, Black Cactus Games) .....	65
Abbildung 3/1: Simulationsprogramm Vensim ( <a href="http://www.vensim.com">www.vensim.com</a> ).....	79
Abbildung 3/2: ecopolicy von Frederic Veester .....	79
Abbildung 3/3: Vorgehensweise beim Vergleich von Computerspiel und SIV.....	97
Abbildung 3/4: FarCry, Crytek 2004 .....	99
Abbildung 3/5: Monkey Wrench Conspiracy, Mark Prensky, games2train.....	100
Abbildung 3/6: Mario64 (Nintendo), Moorhuhn (Phenomedia), Aladin (Disney) .....	101
Abbildung 3/7: Maniac Mansion II - Day of the Tentacle, LucasArts.....	102
Abbildung 3/8: Gothic II, Piranha Bytes.....	102
Abbildung 3/9: Dungeon Siege, Microsoft.....	103
Abbildung 3/10: The Sims (Maxis), MyScene (Mattel).....	104
Abbildung 3/11: Ace Combat 3, Namco .....	106
Abbildung 3/12: Train Simulator, Microsoft .....	106
Abbildung 3/13: Crazy Machines, Pepper Games, <a href="http://www.crazy-machines.com/">http://www.crazy-machines.com/</a> ....	106
Abbildung 3/14: Anno 1602, Max Design/Sunflowers .....	107
Abbildung 3/15: Command & Conquer 2, Westwood Studios.....	107
Abbildung 3/16: Warcraft III, Blizzard .....	107
Abbildung 3/17: Transport Gigant, JoWood Productions Software AG .....	108
Abbildung 3/18: Half-Life: Counter-Strike (EA Games), Metal Gear Solid 2 (Konami) ....	113
Abbildung 3/19: Dreamfall (Funcom).....	115
Abbildung 3/20: Rent a Hero (neo Software) .....	115
Abbildung 3/21: Dracula: Origin (Frogware), Quelle: <a href="http://www.adventureground.de">www.adventureground.de</a> .....	115
Abbildung 3/22: Baldur's Gate 2 Add-on Throne of Bhaal (BioWare, Black Isle und Wizards of the Coast) .....	117

Abbildung 3/23: Return To The Elder Scrolls IV: Oblivion (Bethesda Softworks), Quelle: www.playwhat.com.....	118
Abbildung 3/24: Bridge Builder: Bridge it (Chronic Logic).....	119
Abbildung 3/25: FIFA 2002 (Electronic Arts) .....	120
Abbildung 3/26: CivCity: Rom (Firefly Studios).....	122
Abbildung 3/27: Die Siedler 4 (Blue Byte) .....	122
Abbildung 3/28: Battlefield 1942 (Digital Illusions CE) .....	127
Abbildung 3/29: Armed and Dangerous (Activision).....	127
Abbildung 3/30: Tomb Raider III (Eidos Interactive) .....	129
Abbildung 3/31: Monkey Island II (LucasArts).....	129
Abbildung 3/32: The Longest Journey (Shoebox) .....	129
Abbildung 3/33: Myst 5 (Ubisoft), (Quelle: www.golem.de) .....	129
Abbildung 3/34: World of Warcraft (Blizzard Entertainment) .....	131
Abbildung 3/35: Return To The Elder Scrolls IV: Oblivion (Bethesda Softworks), Quelle: www.playwhat.com.....	131
Abbildung 3/36: World of Warcraft (Blizzard Entertainment), Quelle: http://wow.gamona.de .....	131
Abbildung 3/37: Airfix Dogfighter (EON Publishing).....	133
Abbildung 3/38: Flight Simulator 2004 (Microsoft) .....	133
Abbildung 3/39: Nintendogs (Nintendo) .....	133
Abbildung 3/40: Schleichfahrt (Blue Byte) .....	133
Abbildung 3/41: CivCity: Rom (Firefly Studios) .....	134
Abbildung 3/42: Anno 1602 (Max Design/Sunflowers) .....	135
Abbildung 3/43: Anstoss (TREND Verlag) .....	135
Abbildung 3/44: „Interactive game-based tool“ für chirurgische Management- Algorithmen. (Quelle: Mann et al., 2002, S.306) .....	140
Abbildung 3/45: Beispiel für eines der Lernspiele: Magalú Game (Quelle: Rosas et al., 2003, S.78) .....	142
Abbildung 4/1: Verhältnis von Didaktik und Gameplay .....	147
Abbildung 4/2: Settings für den Einsatz von Lerncomputerspielen .....	148
Abbildung 4/3: Umfang des zu vermittelnden Inhalts .....	148
Abbildung 4/4: Lernziele in Computerspielen .....	149
Abbildung 4/5: Die Auswahl eines Genres .....	149
Abbildung 4/6: Die Auswahl einer Plattform .....	150
Abbildung 4/7: Produktionsmöglichkeiten für PC- und Internetspiele .....	151
Abbildung 4/8: Wissensdimensionen (Anderson & Krathwohl, 2001, S. 29) .....	155
Abbildung 4/9: Kognitive Prozesse (Anderson & Krathwohl, 2001, S. 29) .....	156
Abbildung 4/10: Vereinfachtes OOPIO-Modell, Ausschnitt des Bereichs „Eingabe“ (Input) .....	162
Abbildung 4/11: Vereinfachtes OOPIO-Modell, Ausschnitt der Bereiche „Modell“ und „Programm“ .....	170
Abbildung 4/12: Vereinfachtes OOPIO-Modell, Ausschnitt des Bereichs „Ausgabe“ .....	177
Abbildung 4/13: Schritte der Konzept-Entwicklung für ein Lern-Computerspiel .....	180
Abbildung 6/1: Schritte der Konzept-Entwicklung für ein Lern-Computerspiel .....	191
Abbildung 6/2: Hauptbildschirm des Prototyps Mikrosystemtechnik .....	202
Abbildung 6/3: Einsammeln von Ressourcen .....	203
Abbildung 6/4: Verbinden von Gebäuden.....	204
Abbildung 6/5: Benutzung eines Gebäudes.....	205

Abbildung 6/6: Die Spielfigur „Micro-Joe“ .....	205
Abbildung 6/7: Das Visualisierungswerkstück .....	207
Abbildung 6/8: Verknüpfung von Materialien, Prozessen und Werkstück .....	207
Abbildung 6/9: Das Würfelmodell des Werkstücks .....	208
Abbildung 6/10: Strukturierte Schicht .....	208
Abbildung 6/11: Ressourcen .....	209
Abbildung 6/12: Gebäude.....	209
Abbildung 6/13: Werkstück .....	210
Abbildung 6/14: Spielfigur .....	210
Abbildung 6/15: Highscore.....	210
Abbildung 6/16: Bestandteile des Hauptbildschirm .....	211
Abbildung 6/17: Höchste Zoom-Stufe .....	212
Abbildung 6/18: Minimap.....	212
Abbildung 6/19: Anzeigen .....	212
Abbildung 6/20: Kurzinfo und Meldungen .....	212
Abbildung 6/21: Verkettung der Gebäude zu einem Herstellungsprozess .....	213
Abbildung 6/22: Schrittweise Visualisierung eines Herstellungsprozesses .....	213

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2/1: Modell der Spielwelt im OOPIO-Modell .....	50
Tabelle 2/2: Der Bereich Programm im OOPIO-Modell .....	53
Tabelle 2/3: Der Bereich Ausgaben (visuell) im OOPIO-Modell .....	59
Tabelle 2/4: Der Bereich Ausgaben (auditiv) im OOPIO-Modell.....	66
Tabelle 2/5: Der Bereich Steuerung (Input) im OOPIO-Modell .....	67
Tabelle 3/1: Zusammenfassung Simulation .....	81
Tabelle 3/2: Zusammenfassung Interaktivität (Taxonomie nach Schulmeister, 2005) .....	91
Tabelle 3/3: Zusammenfassung Visualisierung.....	96
Tabelle 3/3: Zusammenfassung Visualisierung.....	126
Tabelle 4/1: Zusammenfassung der Rahmenbedingungen für die Entwicklung von Lern-Computerspielen .....	152
Tabelle 4/2: Überarbeitete Taxonomie von Bloom (nach Anderson & Krathwohl, 2001, S. 28).....	155
Tabelle 4/3: Berücksichtigung der Besonderheiten des Computerspiels .....	160
Tabelle 4/4: Bedeutung der Haupthandlungen nach Genres .....	165
Tabelle 4/5: Objektformen im Computerspiel .....	171
Tabelle 4/6: Funktionen von Spielobjekten .....	172
Tabelle 4/7: Tabelle zur Entwicklung der Objekteigenschaften und -fähigkeiten .....	173
Tabelle 4/8: Tabelle zur Entwicklung von Objektform, -funktion, -eigenschaften und -fähigkeiten .....	175
Tabelle 4/9: Tabelle zur Entwicklung der Aufgaben .....	175
Tabelle 4/10: Vollständige Tabelle zur Entwicklung von Objekten.....	179

## Abstract

Computerspiele und andere Formen des elektronischen Spiels erfreuen sich einer zunehmenden Beliebtheit. Sie haben eine große Faszinationskraft und verführen Computerspieler oft zu einer langen und intensiven Beschäftigung mit diesen Spielen. Mittlerweile interessieren sich viele Firmen, Institutionen und Wissenschaftler für die Nutzung von Computerspielen zu Marketing-, Kommunikations- und Lernzwecken. Auch an der TU München sollte ein Computerspiel zur Vermittlung eines technischen Themas eingesetzt werden. Neben der großen Faszinationskraft von Computerspielen zeichnen sich Computerspiele aber auch durch andere Merkmale aus, die lernförderlich sein können. Diese Arbeit befasst sich mit der Entwicklung eines Lern-Computerspiels für einen ingenieurwissenschaftlichen Inhalt und betont, dass Computerspiele nicht nur motivierend sind, sondern auch Merkmale aufweisen, die mit herkömmlichen Lernmedien stark verwandt sind. Ziel der Arbeit ist es zu zeigen, dass ein komplexer Inhalt vollständig in ein motivierendes Computerspiel eingebettet werden kann und dass dieses Computerspiel nicht nur ein Motivationsinstrument ist, sondern zugleich auch ein mediendidaktisch sinnvolles Lernmedium sein kann.

Hierzu geht die Arbeit den Fragen nach, wie Computerspiele beschrieben und eingeteilt werden können, wie sie aufgebaut sind und inwiefern Computerspiele Verwandtschaft mit Lernmedien haben. Zur Begründung der Lernförderlichkeit von Computerspielen untersucht die Arbeit die Aspekte Simulation, Interaktivität und Visualisierung im Computerspiel und zeigt inwiefern diese Merkmale das Lernen mit Computerspielen rechtfertigen. Neben der Verwandtschaft zu Lernmedien geht die Arbeit auch bewusst auf die Besonderheiten des Computerspiels ein und prüft diese als Impuls für die Verbesserung von Lernmedien. Auf Grundlage dieser Überlegungen und der Erfahrungen im Projekt an der TU München wird geschildert, wie Lerninhalte in Form von Lern-Computerspielen aufbereitet und wie solche Spiele entwickelt werden können.

Der zweite Schwerpunkt der Arbeit ist die Anwendung dieser Erkenntnisse zur Verbesserung der ingenieurwissenschaftlichen Lehre. Den Ingenieurwissenschaften kommt wegen ihrer wirtschaftlichen Bedeutung auch eine große gesellschaftliche Bedeutung zu. Dennoch stehen zu wenig oder nicht ausreichend qualifizierte Ingenieure zur Verfügung. Oft werden die Ursachen in der Ausbildung von Ingenieuren gesucht. In dieser Arbeit wird der gegenwärtige Zustand der ingenieurwissenschaftlichen Lehre an Hochschulen untersucht und Ansatzpunkte für den Einsatz von Computerspielen gesucht. Vor diesem Hintergrund wird gezeigt wie ein Computerspiel für die Mikrosystemtechnik (ein Teilgebiet der Elektrotechnik) entworfen werden kann. Der Prototyp in der Mikrosystemtechnik wurde in einem Projekt an der TU München entwickelt, konnte aber nicht fertiggestellt und evaluiert werden. Dennoch ist ein umfangreiches Konzept mit praktischer Relevanz entstanden. In dieser Arbeit fungiert dieses Konzept zudem als Beispiel und Veranschaulichung der gemachten Vorschläge zur Entwicklung von Lern-Computerspielen.

Abschließend befasst sich die Arbeit mit den Problemen und Grenzen des Einsatzes von Computerspielen und macht Vorschläge, wo und wie Computerspiele trotz der festgestellten Probleme genutzt werden könnten.

# 1. Einführung

„Neues Nur-Text-File (NFT)“. Nur-Text-File? Gibt's die immer noch?

De'Scadwa war überrascht. Nutzte noch irgendjemand dieses Protokoll? Das *universal information device* (uid) an seiner Schulter machte ihn dezent aber hörbar auf einen neuen Informationseingang aufmerksam. Dezent hörbar deswegen, weil sich alle UIDs untereinander abstimmten und den jeweils am geeignetsten unter ihnen zur Ausgabe auswählten.

Ein Blick auf das Handrücken-Display.

*Eingang: 1 neue NTF via ETBN*

Die altmodische Schrift amüsierte ihn. So mussten Bildschirmtexte lange vor der kompletten Umstellung der Rechnerarchitektur vor 200 Jahren ausgesehen haben. Er selektierte die Nachricht zur Anzeige. Dabei überlegte er, wie viele Millisekunden ein Nur-Text-File selbst beim inzwischen uralten Everywhere-Terrabyte-Net (ETBN) für die Übertragung benötigen würde. Ein oder zwei Millisekunden? Wenn überhaupt. Hängt von der Länge ab ...

Von: Communicationsslave - World and Colonies-Gov

Siegel: 1(100%)

Ihre Priorität: 1(100%)

Sicherheit: 1(100%)

Stichwort1: New friends

Stichwort2:

Stichwort3:

Dreimal 1/100!? De'Scadwa überlegte wann er das letzte Mal bei der Nachrichten-Triage die höchsten Werte hatte - wann überhaupt? Der Absender klang merkwürdig, schien aber eindeutig der Regierung der Erde und ihrer Kolonien anzugehören. Nur was sollte ein „Communicationslave“ sein und konnten man sich nicht etwas deutlicher ausdrücken: „New friends“?

Der Inhalt der Nachricht, der nicht mal sein Handrücken-Display füllte, war weniger aufschlussreich als mysteriös:

*Es gibt einen Auftrag. Ihre Expertise dürfte bedeutsam sein. Bei Interesse finden Sie sich in 12 Stunden hier wieder ein. Filtern Sie Ihr EGBN auf Nachrichten von Hermes mit niedrigsten Triage-Werten. Sollten Sie sich hierfür entscheiden, könnte eine Meinungsänderung problematisch werden.*

Auftrag? Expertise? MEINUNGSÄNDERUNG PROBLEMATISCH?

De'Scadwa war in seinem Bereich durchaus erfolgreich. Aber er hatte eigentlich keine außerordentliche Bekanntheit erlangt, besonders nicht außerhalb von Fachkreisen. Seit seiner Promotion hatte er sich eher praktischen Fragen der Beurteilung von zweifelhaften Anlagen auf diesem und anderem Planeten beschäftigt. Zeitweise hatte er auch mit dem Militär und militärischen Anlagen zu tun; dennoch war seine Organisation nie im direkten Auftrag der Gesamtregierung tätig.

12 Stunden später. Ohne sich über den letzten Teil der Nachricht wirklich schlüssig zu werden, wartete De'Scadwa am selben Ort wie vor 12 Stunden auf die Übertragung. Er beobachtete die Filter.

Von: Hermes

Siegel: 3(100%)

Ihre Priorität: 3(100%)

Sicherheit: 1(100%)

Stichwort1: Courios?

Stichwort2:

Stichwort3:

*Vielen Dank für Ihr Interesse. Bitte haben Sie Verständnis für die Umstände. Sowohl die bisherigen Nachrichten als auch die bisherigen Kontaktdaten gewährleisten die Sicherheit des Projekts. In Ihrer Wohnung finden sie eine Jacke mit autorisiertem UID. Begeben Sie sich damit zum WCG-Hafen in Frankfurt am Main. Der Rest ihrer Reise wird organisiert sein, Sie benötigen nichts weiter.*

Fantastisch! De'Scadwa war immer noch nicht schlauer. Dafür schien er somit in eine Sache verwickelt zu sein, dessen vorzeitige Beendigung - wie war das nochmal - „problematisch werden könnte“. Bei seiner Ankunft am WCG-Hafen in Frankfurt wurde er sofort in den Bereich der ersten Klasse gebeten und wartete auf sein vorab gebuchtes Shuttle. Vor der Brücke zum Shuttle wurde er jedoch höflich, aber sehr bestimmt, über einen Betriebsgang in einen kontrollierten Bereich des Shuttle-Hafens gebracht und direkt zu einem kleinen Leader-Schiff geflogen.

An Bord des Leader-Schiffs wurde ihm, neben seinem spärlichen Quartier, ein enger Raum mit einem altertümlichen Steuerungsgerät zugewiesen. Auf dem Tisch fand er eine spärliche Einweisung in die Lage:

„Herr De’Scadwa, unter „new friends“ versteht die Regierung der Welt Erde und deren Kolonien eine wenig erkundete Spezies auf die Truppen bei der Erschließung neuer Kolonien gestoßen sind. Diese Spezies zeichnet sich durch ein aggressives, zumindest aber vorschnell defensives Verhalten gegenüber der Menschheit aus. Dabei stehen der Spezies scheinbar hoch entwickelte Technologien auf den Planetenoberflächen zur Verfügung, die sich auch durch hohen Kräfteinsatz nur schwer unter Kontrolle bringen lassen. Inzwischen gelten einige Planeten im zur Besiedelung vorgesehenen Sonnensystem als gesichert. Ihr Auftrag ist die vorgefundenen Anlagen wieder in Betrieb zu nehmen und die zu erwartenden Produkte der Analyse durch unsere Experten zuzuführen. Ihre Kenntnisse in der weltüberschreitenden Anlagenüberwachung haben zu Ihrer Auswahl geführt. Neben Ihnen arbeiten noch zwei Bekannte von Ihnen an der Reproduktion der fremden Technologie. Ihre Informationen erhalten Sie in Zukunft über das bordeigene Kommunikationssystem, über das Sie uns auch ihre Ergebnisse übermitteln. Viel Erfolg.“

### Aufgabe Level 1 (Tutoriallevel).

Situationsbeschreibung:

Unangenehmes Piepsen. Alles dunkel. Auf der Scheibe prangt eine Karte überlagert von Text. De’Scadwa realisierte im Leader-Schiff und nicht wie gewohnt in seinem Bett aufzuwachen. Der Flug musste trotz der neuen Antriebe des Militärs an die zwei Monate gedauert haben. Als sein Blick klarer wurde, begann er das Display vor sich zu studieren.

Auf der Karte im Hintergrund sah er eine Vielzahl von Planeten, die, sofern er sich nicht täuschte, wahrscheinlich das neue Ausbreitungsgebiet der Menschheit sein mussten, wie es in den letzten Wochen in allen News-Streams zu hören war. Er erinnerte sich, es stimmte: Die Planeten waren inzwischen bekannt, nur konnte er sich nicht erinnern, von einer dort lebenden Spezies gehört zu haben. Zwischen vielen der Planeten waren Verbindungen eingezeichnet, vermutlich Routen, und sie sammelten sich alle in Richtung eines Planeten, der von der Erde aus gesehen einer der hintersten sein musste.

Aufgaben-Text:

„Im Hintergrund sehen sie eine Karte des Systems, in dem sie sich jetzt und die nächste Zeit befinden werden. Die Verbindungen zwischen den Planeten stellen Versorgungsrouten des Feindes dar, beruhen gegenwärtig überwiegend aber auf Schätzungen. Kundschafter und Kampfeinheiten haben bisher erst ein Viertel des Gebietes erkundet. Das Schiff auf dem Sie sich befinden ist bereits seit einigen Stunden in der Nähe ihres ersten Ziels. Vor kurzem wurde Ihre persönliche Slave-Einheit abgesetzt und steht jetzt zu Ihrer Verfügung. Mit dem Slave können Sie Ihre Arbeiten auf der Planetenoberfläche durchführen. Ihr Arbeitsplatz ist der Steuerungsraum, der Ihnen gezeigt wurde. Sie werden stets in eroberten Gebieten eingesetzt und werden dabei kaum Kontakt mit Streitkräften haben. Auch werden Ihnen nur die für Ihre Arbeit erforderlichen Kartenausschnitte zur Verfügung gestellt.“

Lage: Mittlerer Planet der Schwarm-Klasse. Kein bekanntes Leben (mehr). Reiche Vorkommen an Silizium und Glas. Kleine Produktionsanlage, Fertigungsprodukt bekannt. Produktzweck: Dient vermutlich der Koppelung aufwändigerer Systeme über kleine und mittlere Strecken für fluidische Medien (organisch).  
Auftrag: Rekonstruieren Sie die Anlage. Melden Sie wenn die Anlage funktionsfähig ist.“

So oder so ähnlich beginnen Science-Fiction-Romane, Filme oder auch Computerspiele. Aber kann auch der Einstieg in eine Lernumgebung so aussehen? Ist es möglich einen Lerninhalt so in ein Computerspiel einzubetten, dass der Spieler kaum einen Unterschied zu einem herkömmlichen Computerspiel bemerkt? Und ist das überhaupt sinnvoll?

Die vorliegende Arbeit soll einige dieser und anderer Fragen beantworten. Aber beantworten Sie sich zunächst selbst eine Frage: Hat Sie die Geschichte neugierig gemacht?

## 1.1 Bedeutung der Computerspiele für Lernen und Ingenieurwissenschaften

Bücher, Filme, Hörspiele und auch Computerspiele haben eine große Anziehungskraft. Sie faszinieren Menschen und (ver-)führen zu einer intensiven Beschäftigung mit dem jeweiligen Werk. Diese Faszination und intensive Beschäftigung sind es, die man in Lernkontexten selten antreffen dürfte. Meiner Ansicht nach ist es also eine naheliegende Frage, was Bücher, Filme, Hörspiele oder Computerspiele so attraktiv macht und ob diese Eigenschaften auch für Lernen fruchtbar gemacht werden können. Bücher, Filme und Hörspiele werden in unterschiedlichem Maße bereits für Lernzwecke genutzt. Auch (nicht-virtuelle) Lernspiele haben im Vor- und Grunschulbereich ihren Platz. Von kommerziellen Anbietern wird bereits seit längerem versucht, auch Computerspiele für Lernzwecke einzusetzen: Mit dem so genannten „Edutainment“ werden einfache Programme mit simplen Lernspielen (vor allem für Kinder) angeboten.

Computerspiele nehmen im Leben von Kindern und Jugendlichen, aber zunehmend auch von Erwachsenen, einen immer wichtigeren Platz ein. Einer Studie der Unternehmensberatung PricewaterhouseCoopers AG WPG (2007) zufolge wurde in Deutschland im Jahr 2007 bereits mehr Geld für Computerspiele als für Musik ausgegeben. Die Autoren (ebd.) schätzen, dass sich der Umsatz von Computerspielen bis 2011 dem Umsatz der Filmbranche annähert (der geschätzte Umsatz der Computerspielbranche soll 2011 ca. zwei Milliarden Euro, der geschätzte Umsatz der Filmbranche soll 2011 ca. drei Milliarden Euro betragen). Für Kinder und Jugendliche sind Computerspiele, ebenso wie Internet und Fernsehen, ein zentraler Bestandteil der Gesellschaft und ihres Lebens (s. KIM/JIM Studie, Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest 2006 und 2007). Verantwortlich für diese hohe und weiter zunehmende Bedeutung ist der Spaß, den Computerspiele ihren Spielern bereiten.

Dabei muss der Spieler auch bei zweckfreien Computerspielen teilweise umfangreiches Wissen über das Spiel erwerben, um es gewinnen zu können. Dieses Wissen wird mit hoher Motivation erworben, da es eine hohe Relevanz hat. Genau diese Motivation, sich intensiv mit einem Gegenstand auseinander zu setzen und dafür erforderliches Wissen zu erwerben, fehlt oft in Lernkontexten. Besonders schwerwiegend sind diese Motivationsdefizite bei komplexen Inhalten aus dem technischen Bereich. Die Schwierigkeit technischer und naturwissenschaftlicher Fächer selbst, führt (z.B. durch Überforderung) zu erheblichen zusätzlichen Motivationsproblemen. Diese Umstände lassen die Natur- und Ingenieurwissenschaften als unattraktiv erscheinen und bedingen eine niedrige Zahl an Studierenden, eine hohe Abbruchquote und somit einen Fachkräftemangel in diesem gesellschaftlich so relevanten Bereich.

Computerspiele können hier allein in motivationaler Hinsicht einen wertvollen Beitrag für das Lernen allgemein und speziell in den Natur- und Ingenieurwissenschaften leisten. Alle Lehr-/Lernmedien, die von unterhaltsamen Medien abgeleitet sind (wie Lehr-Bücher, -Filme, -Hörspiele und Lernspiele), zeichnen sich jedoch durch

eine starke Dominanz des Lernaspekts aus. Gegen allzu unterhaltsame Lehr-/Lernmedien wird oft eingewendet, dass das Spiel in den Vordergrund tritt und vom Lernen ablenkt bzw. dass auf diese Weise kein „ernsthaftes Lernen“ möglich sei. Ich möchte hier das Gegenteil zeigen: Für das Lernen mit Computerspielen lassen sich nicht nur die Faszinationskraft der Spiele und der Spaß beim Spielen anführen. In meiner Arbeit gehe ich bewusst nicht auf die positiven emotionalen und motivationalen Wirkungen von Computerspielen ein, sondern setze sie als gegeben voraus. Vielmehr möchte ich zunächst allgemein zeigen, dass Computerspiele trotz ihres Unterhaltungswerts Merkmale von „ernsthaften“ Lernmedien aufweisen. Später möchte ich diese Erkenntnisse auf die Verbesserung des Lehrens und Lernens in den Ingenieurwissenschaften übertragen. Ich habe also einen didaktischen Fokus auf die mögliche Lernförderlichkeit von Computerspielen gewählt.

## 1.2 Zielsetzung und Fragestellung der Arbeit

### Zielsetzung

Das übergeordnete Ziel der Arbeit ist es zu begründen, warum ein Computerspiel nicht „nur“ zur Motivationsförderung eingesetzt werden kann: Vielmehr möchte ich zeigen, dass ein Computerspiel als interaktives, anschauliches und simulatives Lernmedium aufgefasst werden kann. Computerspiele simulieren Spielgegenstände und haben viele Gemeinsamkeiten mit Planspielen. Ihre anspruchsvolle Grafik bildet die Inhalte des Spiels plastisch ab und ist sehr aufwändig. Im Gegensatz zu den meisten Lernumgebungen weisen sie eine hohe Interaktivität auf. Simulation, Visualisierung und Interaktivität werden im Kontext von Lernumgebungen als lernförderlich beurteilt. Computerspiele weisen diese Merkmale ebenfalls auf und übertreffen aktuelle Lernumgebungen meiner Meinung nach in den allermeisten Fällen. Ich gehe davon aus, dass Computerspiele zudem wertvolle Hinweise liefern können, wie Lernumgebungen verbessert werden können.

Dabei soll aber nicht eine Lernumgebung mit spielerischen Elementen entworfen werden. Ich möchte zeigen, dass ein Lerninhalt vollständig in einem hochwertigen Computerspiel umgesetzt werden kann, ohne eine enge Verbindung zu den Lerninhalten zu verlieren. Die Besonderheit der Arbeit liegt in der Frage nach der „nahtlosen“ Verbindung von Spielen und Lernen. Die besondere Schwierigkeit liegt dabei in der Verzahnung von Lerninhalt und Computerspiel. Ich habe die im zugrundeliegenden Projekt gemachten Erfahrungen aufgrund eigener Überlegungen, theoretischer Grundlagen und fachpraktischer Literatur zu Gestaltungsempfehlungen systematisiert. Die enge Verbindung von Spielen und Lernen wird, ergänzend zu den allgemeinen Erkenntnissen der Arbeit, besonders durch das Konzept für den Prototypen Mikrosystemtechnik verdeutlicht.

Neben den verallgemeinbaren Erkenntnissen und Impulsen, die die Arbeit für Lernen und besonders für Lernumgebungen liefert, sind auch die Besonderheiten des Feldes „Ingenieurwissenschaften“ wichtig. Die Ingenieurwissenschaften zeichnen sich durch einen Nachwuchsmangel und eine hohe Abbruchquote aus. Hierfür scheinen

viele Gründe plausibel: Seien es die anspruchsvollen, mathematik-lastigen Inhalte, die möglicherweise schlechte mathematische Vorbereitung in den Schulen aber auch die oft ungenügende Lehre in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen. Es ist eine besondere Motivation der Arbeit, einen Beitrag für die Verbesserung der Lehre in diesen Fächern zu leisten.

Der Fokus der Arbeit liegt nun nicht mehr auf der Entwicklung und Evaluation eines Prototypen, sondern verstärkt auf theoretischen Grundlagen und konzeptionellen Empfehlungen. Das ist einerseits bedauerlich, weil die Ergebnisse der Evaluation sehr interessante Erkenntnisse für die Beurteilung von Computerspielen in Lehr-/Lernkontexten ergeben hätten. Andererseits ergibt sich hieraus der Vorteil, umfangreicher auf die theoretischen Hintergründe und die Grundlagen des Computerspiels, sowie detaillierter auf Empfehlungen für die Gestaltung von "Lern-Computerspielen" eingehen zu können. Das für die Mikrosystemtechnik entwickelte Spiel geht aber über die Formulierung allgemeiner Empfehlungen hinaus: Es ist nicht nur ein praktisches Beispiel für die Umsetzung, sondern ein vollständiges und umsetzbares Konzept, das jederzeit realisiert werden könnte.

Für eine theoriegeleitete Entwicklung einer Lernumgebung sind einige Gegenstands- und Begriffsklärungen vorzunehmen. Zu Beginn des Projekts wurde festgestellt, dass in der wissenschaftlichen Literatur keine einheitliche Definition und Beschreibung von Computerspielen vorliegt. Die Arbeit verfolgt aus diesen Gründen die folgenden vier Ziele:

#### **Theoretisch**

- I) Beschreibung und Analyse des Gegenstands "Computerspiele"
- II) Analyse der möglichen Lernförderlichkeit von Computerspielen

#### **Konzeptionell**

- III) Erarbeitung von Empfehlungen für die didaktische Nutzung von Computerspielen
- IV) Entwicklung eines Konzepts der Nutzung von Computerspielen zur Behebung von Defiziten in den Ingenieurwissenschaften

Die folgende Abbildung 1/1 fasst die gesamte Arbeit für einen Überblick zusammen. Ausgehend von den obenstehenden Zielen zeigt sie die Hauptfragen auf und ordnet sie den Teilen der Arbeit zu. Zusätzlich sind die konkreten Ergebnisse eingetragen und ebenfalls den Teilen der Arbeit zugeordnet. Im Anschluss an die Übersicht erläutere ich zunächst die Einordnung der Arbeit, um zu klären welche Erkenntnisse gewonnen werden sollen. Aus den Zielen und dem Erkenntnisinteresse der Arbeit leite ich dann die exakte Fragestellung ab.

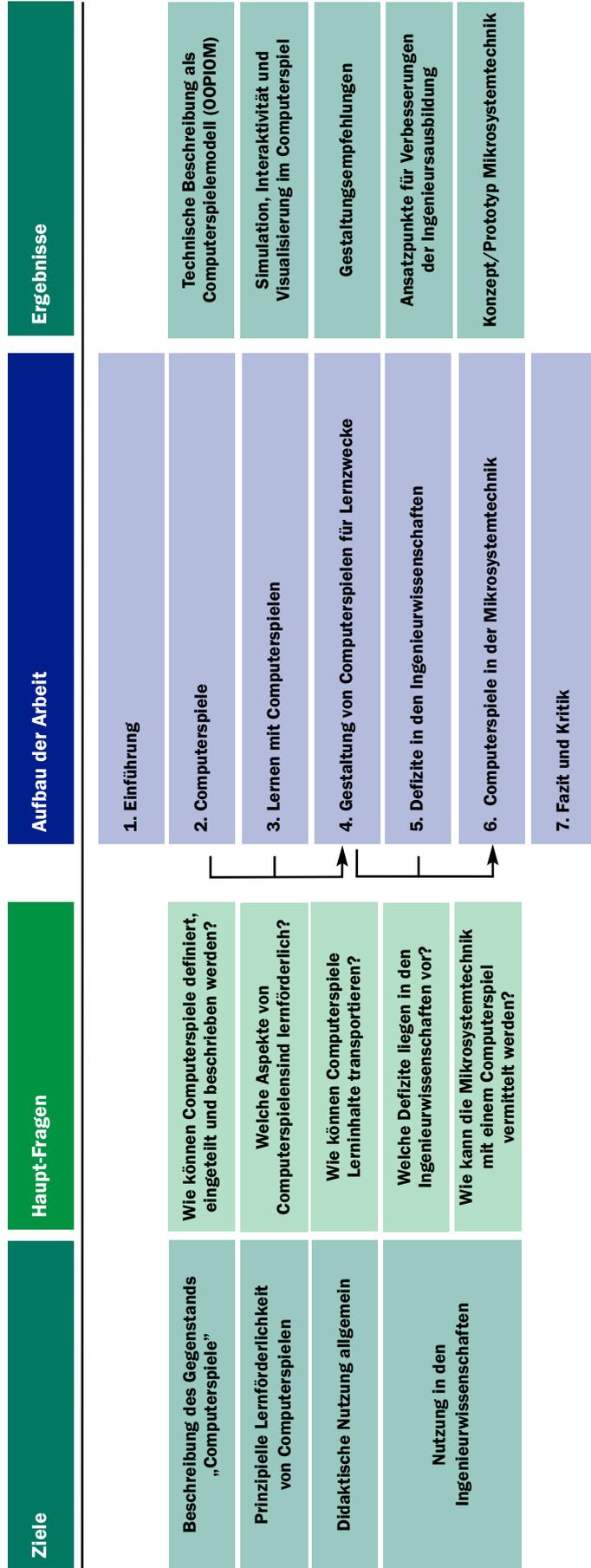


Abbildung 1/1: Zusammenfassung der Ziele, Hauptfragen, des Aufbaus und der Ergebnisse der Arbeit

## Einordnung der Arbeit

Computerspiele allgemein werden schon seit längerem wissenschaftlich untersucht. Die früheren Arbeiten befassen sich mit der Beschreibung von Computerspielen und besonders mit ihren negativen Auswirkungen. Auch in der aktuellen Forschung hat die Untersuchung der Gefahren von Computerspielen noch einen großen Anteil. In dieser Arbeit befaße ich mich nicht mit der Diskussion zu den problematischen Aspekten: So wie es nicht „das gute Buch“ gibt, gibt es auch nicht „das schlechte Computerspiel“. Unbestritten dürfte sein, dass sehr gewalthaltige Computerspiele zweifelhaft sind, wie es auch die in den letzten Jahren immer brutaler werdenden Filme sind. Die Zusammenhänge, die zwischen Computerspielen und Gewalttaten hergestellt werden, sind aber schon logisch so schwach, geschweige denn empirisch belegt, dass diese Diskussion als „überhitzt“ bezeichnet werden kann. In dieser Arbeit befaße ich mich mit der Lernförderlichkeit von Computerspielen, also einem positiven Aspekt. Auch in dieser Richtung gibt es eine Fülle deutsch- und englischsprachiger Publikationen. Auch finden sich zahlreiche Literatur-Analysen (z.B. Kirriemuir & McFarlane, 2004 und Mitchell & Savill-Smith, 2004): Mitchell und Savill-Smith (ebd.) zählen in ihrem literature review selbst über 20 weitere reviews auf. Ebenso finden sich inzwischen zahlreiche Institutionen und Internetmagazine, die sich ausschließlich mit Computerspielen und Game-based Learning bzw. Serious Games befassen (der nebenstehende Kasten listet ein paar Beispiele auf). Im Jahr 2003 wurde die Digital Games Research Association (DIGRA) auf skandinavische und amerikanische Initiative hin gegründet, die sich der Verbindung der stark verstärkten Forschung zum Thema Computerspiele widmet (Copier & Raessens, 2003).

### Spezifische Internetseiten zu Computerspielen und Lernen

[www.game-research.com](http://www.game-research.com)  
[www.gamasutra.com](http://www.gamasutra.com)  
[www.game-research.com](http://www.game-research.com)  
[www.gamelearning.net](http://www.gamelearning.net)  
[www.gamestudies.org](http://www.gamestudies.org)  
[www.seriousgames.org](http://www.seriousgames.org)

Die Forschung zu Computerspielen befasst sich mit einer Vielzahl von verschiedenen Aspekten. Während meiner Recherche haben sich die folgenden Bereiche als Hauptrichtungen herausgestellt:<sup>1</sup>

- Das Wesen von Computerspielen in Verbindung mit Spiel in allgemeiner Hinsicht und die Beschreibung aus Sicht verschiedener Disziplinen (vor allem der Pädagogik, Psychologie, Sprach- und Literaturwissenschaften und Informatik).
- Die Beschreibung von Computerspielern, Computerspielnutzung und (vor allem negativen) Auswirkungen von Computerspielen auf Computerspieler.
- Der Einfluss der Computerspielergeneration auf die Gesellschaft und die scheinbar notwendigen Veränderungen, die der intensive Umgang von Kindern und Jugendlichen mit neuen Medien bedingt.
- Ansätze, die sich explizit mit der Verbindung von Computerspiel und Lernen beschäftigen und sich dadurch auszeichnen, dass sie auf theoretischer Grundlage Argumente für Lernförderlichkeit von Computerspielen finden oder die bestehende Computerspiele auf ihre Lernförderlichkeit in bestimmten Kontexten überprüfen.
- Praktische Überlegungen und Projekte zur Nutzung bestehender Computerspiele und zum Einsatz oder der Gestaltung von so genannten Serious Games in unterschiedlichen Kontexten.

<sup>1</sup> Dieser Aufzählung ließen sich zahlreiche Beispiele für die jeweiligen Ansätze anfügen. Die meisten dieser Ansätze ziehe ich aber nicht für diese Arbeit heran, weshalb es müßig wäre, hier eine Liste von Quellen anzugeben. Ich gehe in der Arbeit gezielt auf relevante Quellen ein.

- Die Exploration Untersuchung der Wirkung von Computerspielen auf einzelne, allgemeine psychische Prozesse und Phänomene (wie z.B. Konzentration, Gedächtnis, räumliches Vorstellungsvermögen, Reaktion, visuelle Aufmerksamkeit etc.)
- Die Nutzung von Computerspielmerkmalen für andere, disziplinspezifische Anwendungen (z.B. die Übertragung der Computerspiel-Usability auf Anwendungssoftware in der Informatik oder die Nutzung von modifizierten Computerspielen für praktische und wissenschaftliche Diagnosen unterschiedlicher Merkmale von Menschen).

Problematisch bei all diesen Arbeiten ist, dass sie meistens entweder nur auf theoretischer Grundlage (und mit sehr unterschiedlichem Niveau) argumentieren oder sich nur auf Konzepte oder durchgeführte Projekte beziehen (die oft nicht implementiert oder evaluiert werden). Empirische Studien sind immer noch (wie bei jedem neueren Feld) selten.

In meiner Arbeit fokussiere ich auf die Aspekte Simulation, Interaktivität und Visualisierung als lernförderliche Merkmale von Computerspielen. Nach einer allgemeinen Beschreibung von Computerspielen und der Betrachtung theoretischer Erkenntnisse zu Simulation, Interaktivität und Visualisierung habe ich exemplarisch untersucht, inwiefern Computerspiele diesen Aspekten und ihrer didaktischen Nutzung entsprechen. Auf Grundlage der Beschreibung von Computerspielen, ihrer lernförderlichen Merkmale und der Besonderheiten des Computerspiels entwickle ich eine Vorgehensweise zur Gestaltung von Lern-Computerspielen und zeige anhand dieses Schemas, wie in einem Projekt ein Konzept für die Mikrosystemtechnik entwickelt wurde. Die Arbeit befasst sich also (a) mit der Beschreibung von Computerspielen allgemein als Grundlage für die (b) theoretische Begründung der Lernförderlichkeit und die (c) Anwendung der Erkenntnisse für die Gestaltung von Lern-Computerspielen allgemein und für die Vermittlung der Mikrosystemtechnik.

Das Erkenntnisinteresse der Arbeit kann sowohl als theoretisch als auch als konzeptionell bezeichnet werden. Theoretisch ist die Arbeit insofern, als dass sie einerseits eine klare Definition und Einteilung von Computerspielen vorlegt und andererseits ein allgemeines Modell zur Beschreibung von Computerspielen aufstellt. Darüber hinaus beschreibt die Arbeit die Lernförderlichkeit von Computerspielen auf theoretischer Grundlage und zeigt die lernförderlichen Merkmale exemplarisch an ausgewählten Computerspielen auf. In konzeptioneller Hinsicht liefert die Arbeit einerseits allgemeine Gestaltungsempfehlungen für die Entwicklung von Lern-Computerspielen. Andererseits werden die allgemeinen deskriptiven und praktischen Erkenntnisse exemplarisch auf ein spezifisches Feld angewendet. Resultat dieser Arbeiten ist ein in der Praxis einsetzbares Konzept für die Vermittlung der Mikrosystemtechnik in Form eines Computerspiels.

### **Fragestellung**

Mit welchen Fragen befasst sich demzufolge die Arbeit? Aus den oben genannten Zielen und dem Erkenntnisinteresse können folgende Haupt- und Unterfragen abgeleitet werden. Jedem Haupt-Ziel sind Hauptfragen zugeordnet, die wiederum anhand verschiedener Unter-Fragen beantwortet werden sollen.

### Ziel I) Beschreibung und Analyse des Gegenstands "Computerspiele"

#### Wie können Computerspiele definiert, eingeteilt und beschrieben werden?

Sowohl in der praktischen Fachliteratur als auch in der wissenschaftlichen Literatur existiert eine Vielfalt an Auffassungen und Definitionen von Computerspielen. Nicht nur für die Verwendung der Begriffe in dieser Arbeit, sondern auch für die Klarheit bei der weiteren Erforschung und den praktischen Umgang mit Computerspielen, ist eine eindeutige Beschreibung des Computerspiels notwendig. **Zu fragen ist also zunächst, welche Definitionen vorherrschen und wie Computerspiele von anderen Formen des Spiels abgegrenzt werden können?** Aufgrund der Zahllosigkeit und Unterschiedlichkeit von Computerspielen müssen diese selbst wiederum unterteilt und voneinander abgegrenzt werden. **Zu klären ist also, wie Computerspiele unterschieden und eingeteilt werden können?** Nicht zuletzt mangelt es an einer klaren Vorstellung darüber, wie Computerspiele beschaffen sind. **Für ein besseres Verständnis des Gegenstandes ist zu klären, wie Computerspiele allgemein beschrieben werden können?** Alle diese grundsätzlichen Fragen sind nicht nur in wissenschaftlicher Hinsicht aufschlussreich, sondern sind besonders für den alltäglichen Umgang mit Computerspielen relevant: Pädagogische Praktiker, Lehrer oder Eltern benötigen eine klare Vorstellung von solchen Spielen um sie angemessen bewerten und nutzen zu können.

### Ziel II) Analyse der möglichen Lernförderlichkeit von Computerspielen

#### Welche Aspekte von Computerspielen sind lernförderlich und welche Besonderheiten weisen Computerspiele auf?

Um Computerspiele für Lernen nutzen zu können, sollte klar sein warum sie Lernen unterstützen können. Dabei steht im Mittelpunkt, welche grundsätzliche Eignung welche Art von Spiel hat. **Neben den motivationalen Auswirkungen ist also zu fragen, welche Elemente oder Merkmale von Computerspielen aus mediendidaktischer Sicht lernförderlich sind?** Darüber hinaus zeichnen sich Computerspiele aber gerade durch eine besondere Gestaltung aus, die von anderen Anwendungen abweicht. Diese Abweichungen könnten, besonders im Vergleich mit Lernumgebungen, für den motivierenden Charakter von Computerspielen verantwortlich sein. **Eine wichtige Frage ist also, welche Besonderheiten Computerspiele von Lernmedien unterscheiden und wie sie helfen können Lernmedien zu verbessern?**

### Ziel III) Erarbeitung von Empfehlungen für die didaktische Nutzung von Computerspielen

#### Wie können Computerspiele Lerninhalte abbilden?

Eine wichtige Frage bei der Implementation einer Maßnahme oder eines Lehr-/Lernmediums ist unter welchen Umständen der Einsatz erfolgen soll: **Welche Rahmenbedingungen müssen für den Einsatz von Lern-Computerspielen zu Lernzwecken beachtet werden?** Da ich mich für die enge Verbindung von Spielen und Lernen ausspreche, muss klar sein welche Rolle diese beiden Aspekte spielen sollen. **Zu klären ist also welche didaktischen und spielorientierten Vorentscheidungen getroffen werden müssen? Die zentrale Frage ist dann, wie ein Lerninhalt als Computerspiel aufbereitet werden kann?**

#### Ziel IV) Entwicklung eines Konzepts der Nutzung von Computerspielen zur Behebung von Defiziten in den Ingenieurwissenschaften

##### Welche Defizite liegen in den Ingenieurwissenschaften vor?

Da in der Arbeit Computerspiele zur Verbesserung der Situation in den Ingenieurwissenschaften vorgeschlagen werden, muss erläutert werden, **wie sich die Situation in den Ingenieurwissenschaften charakterisieren lässt?** Diese Situationsbeschreibung ist Grundlage für den gezielten Einsatz von Computerspielen. **Fraglich ist, welche Defizite sich aus der Situation in den Ingenieurwissenschaften schließen lassen?**

##### Wie kann die Mikrosystemtechnik mit einem Computerspiel vermittelt werden?

Auf Grundlage der Erkenntnisse zur Gestaltung von Computerspielen für Lernzwecke und zur Situation in den Ingenieurwissenschaften ist zu prüfen, **welche Rahmenbedingungen beachtet werden müssen und wie der Inhalt Mikrosystemtechnik als Computerspiel umgesetzt werden kann?**

### 1.3 Aufbau und Ergebnisse der Arbeit

Im Anschluss an diese Einführung liefert Kapitel 2 Vorschläge zur einheitlichen Definition und Einteilung von Computerspielen und stellt ein Modell zur Beschreibung derselben auf. Kapitel 3 zeigt die Verbindung von Computerspielen und Lernmedien anhand der Aspekte Simulation, Interaktivität und Visualisierung auf. Kapitel 4 orientiert sich an den Erkenntnissen zu Arten, Aufbau und Gestaltung von Computerspielen sowie den Erkenntnissen zur Lernförderlichkeit von Computerspielen. Auf dieser Grundlage werden Empfehlungen zur sukzessiven Entwicklung eines Computerspiels für Lernzwecke gegeben.

Kapitel 5 befasst sich mit der Situation der Ingenieurwissenschaften und sucht nach vorherrschenden Defiziten in Bezug auf die Lehre. Kapitel 6 greift die Erkenntnisse auf, verdeutlicht sie an einem Beispiel und zeigt wie ein technischer Inhalt in einem Computerspiel aufbereitet werden kann.

Kapitel 7 fasst die Erkenntnisse zusammen, unterzieht sie einer kritischen Beurteilung, greift die Grenzen des Einsatzes von Computerspielen auf und befasst sich mit den realistischen Perspektiven von Computerspielen in Lehr-/ Lernkontexten.

Die Hauptergebnisse der Arbeit sind (a) die genaue Beschreibung des Aufbaus von Computerspielen, (b) die Beschreibung der lernförderlichen Merkmale von Computerspielen (Simulation, Visualisierung und Interaktivität) sowie die Betonung der Besonderheiten des Computerspiels als didaktischem Impuls, (c) die Erarbeitung von Gestaltungsempfehlungen für „Lern-Computerspiele“ und (d) die Entwicklung eines Konzepts für die Mikrosystemtechnik.

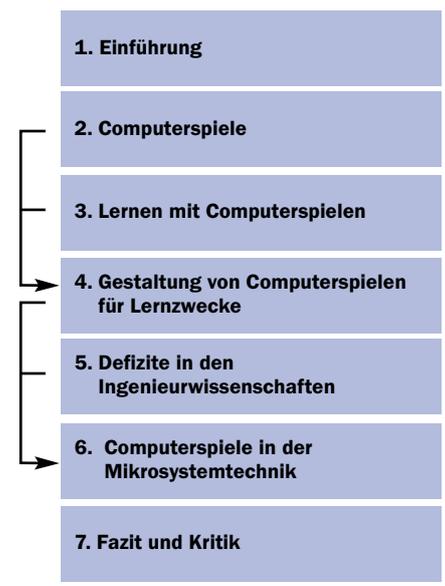


Abbildung 1/2: Aufbau der Arbeit

Die folgende Aufzählung fasst alle konkreten Ergebnisse der Arbeit zusammen:

- Entwicklung einer eindeutigen Einteilung der Computerspiele nach Genres
- Entwicklung eines Computerspiele-Modells als ausführliche, allgemeine Beschreibung und als Grundlage für weitere Arbeiten
- Betonung der Besonderheit von Computerspielen als didaktischem Impuls für Lernmedien
- Beschreibung von Computerspielen hinsichtlich der Lernförderlichkeit von Computerspielen (Simulation, Interaktivität und Visualisierung)
- Erarbeitung von didaktischen Empfehlungen für die Gestaltung von Computerspielen für Lernzwecke
- Feststellung von Defiziten in der ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung
- Entwicklung eines Konzepts für die computerspielbasierte Vermittlung von Lerninhalten der Mikrosystemtechnik als Beispiel und zur Beurteilung der potentiellen Lernförderlichkeit

## 2. Computerspiele

Das Feld der Computerspiele wurde inzwischen von vielen Autoren beschrieben. In den meisten Publikationen zu Computerspielen findet sich eine (mehr oder weniger umfangreiche) Erläuterung und Einteilung. Obwohl eine inhaltliche Kategorisierung vorherrschend ist, fallen die Kategorien selbst und die Zuordnung konkreter Computerspiele sehr unterschiedlich aus.

Die hier durchzuführende Beschreibung von Computerspielen ist die Grundlage, um im Weiteren von einem klareren Gegenstand sprechen zu können. Sie soll aber nicht nur eine Begriffsklärung liefern, sondern bildet die Grundlage für die weitere systematische Untersuchung von Computerspielen.

Zu Beginn der Beschreibung gehe ich auf alle Formen elektronischer Spiele ein, um die später genau zu betrachtenden Computerspiele einordnen und abgrenzen zu können. Daran schließt die Darstellung des von mir entwickelten Computerspiele-Modells an. Ziel der Beschreibung ist es Merkmale von Computerspielen zu erfassen, an denen sich die Lernförderlichkeit in Anlehnung an Visualisierungen, Simulationen und interaktiven Lernmedien aufzeigen lässt.

### Die Problematik der Einteilung

„Schaut man allein auf die Namen der vielen hundert Spiele, die jedes Jahr neu auf den Markt gelangen, kann man unschwer die recht unterschiedlichen Welten ausmachen, die sich den Spielern öffnen. (...) Für einen außen stehenden Betrachter ist diese Vielfalt unterschiedlicher, miteinander verwobener und ‚verwandter‘ Welten nur noch schwer zu ordnen – und jeden Tag kommen neue Welten dazu.“ (Fritz 1997b, S. 87).

In diesem Zitat von Jürgen Fritz zeigt sich das besondere Problem bei der Systematisierung der Computerspiele deutlich: Zu betonen ist sowohl die Vielfalt und Unterschiedlichkeit, als auch die Verwobenheit und Verwandtschaft. Gerade in der Gegenwart erfreuen sich Spiele, die unterschiedliche Genres verbinden, größter Beliebtheit und größten Zuwachses. Diese Schwierigkeit der Einteilung lässt die in der Literatur vorgenommenen Einteilungen uneinheitlich werden (vgl. Walter 2003, S. 16 f.). Ziel meiner allgemeinen Computerspielanalyse ist somit auch dieser Problematik zu entsprechen. Trotz der pessimistischen Einschätzung von Jürgen Fritz kann man bei vielen Computerspielen Parallelen feststellen. Der Verweis auf Verwobenheit und Verwandtschaft zeigt, dass Computerspiele viele Gemeinsamkeiten haben.

In dieser Arbeit liegt der Fokus auf Computerspielen. Ich werde im Folgenden aber erläutern, dass sich die Abgrenzung von Computerspielen beispielsweise zu Konsolenspielen nur auf die Unterscheidung der Plattform (Hardware) beschränkt. Im Bereich der Programmierung (Software) und besonders in der Gestaltung (Gamedesign) sind die Unterschiede zunehmend gering.

## 2.1 Beschreibung und Einteilung in der Literatur

Wenn man sich über die vorherrschenden Definitionen und Einteilungen einen Überblick verschafft, so fällt besonders die Einteilung nach dem so genannten Genre auf. „Actionspiel“, „Adventure“ oder „Strategie“ sind bekannte Beispiele für diese Art der Kategorisierung. In der neueren Literatur finden sich auch Einteilungen, die sich an anderen Kriterien orientieren: „Denken“, „Action“ und „Geschichten“ ...“ bzw. „Aktion, Kognition, Narration“ (Fritz 1997b, S. 87 bzw. Fritz 2003a) oder Löschenkohl und Bleyer (1995, S. 11) „Kognitive Spiele“, „Konzentrationsspiele“, „Abenteuerspiele“ und „Interactive Stories“. Hierbei ist immer noch die Nähe zur gängigen Einteilung nach Genre zu erkennen. Diese „Inhaltsklassifikationen“ (Zeitter 1987, S. 9) sind für die Charakterisierung von Computerspielen maßgeblich, da sie auf die herausragenden Eigenschaften der unterschiedlichen Computerspiele zielen. In den Beschreibungen dieser Genres finden sich dann konkrete Unterscheidungskriterien wie Spieldaufgaben, erforderliche Fähigkeiten oder Gestaltungselemente. Leider werden die Genres aber unsystematisch definiert, was sich in zahllosen unterschiedlichen Einteilungen niederschlägt.

### Computerspiele und andere Formen des elektronischen Spiels

Schon 1987 stellt Zeitter (S. 8) fest: „Gemeinsames Transportmittel für alle Spielarten ist der Bildschirm.“ Auch bis heute hat sich an dieser Tatsache nichts geändert, obwohl sich neben den Bildschirmen auch die sonstige Hardware stark verändert (verbessert) hat. Neben Begriffen wie „digitales“ oder „elektronisches Spiel“ dürfte der Begriff „Bildschirmspiel“ der markanteste Oberbegriff für Videospiele, Telespiele, Konsolen, Portables, Computerspiele etc. sein.

Der Bildschirm ist der zentrale Bezugspunkt des Spielers. Das gesamte Spiel (im engeren Sinn) spielt sich auf dem Bildschirm ab. Damit ermöglicht es der Begriff Bildschirm zunächst, derartige Spiele eindeutig von anderen Formen des Spiels abzugrenzen. Die meisten Bildschirmspiele haben, neben dem Bildschirm, noch andere Elemente gemeinsam: Ein Computer (bzw. ein Gerät zur Ausführung von Software), Lautsprecherboxen, Eingabegeräte (Maus, Tastatur, Joystick, Joypad o. ä.), Software, Datenträger (Disketten, CDs, DVDs, „Einsteckmodule“) und Laufwerke sind in unterschiedlichen Formen Kennzeichen von derartigen Spielen (vgl. Fritz 1997a, Zeitter 1987).

Elektronische Spiele werden hauptsächlich nach der Geräteart unterschieden, auf der sie ausgeführt werden. Darüber hinaus haben die unterschiedlichen Gerätearten meist typische Kombinationen oben genannter Elemente: Ein GameBoy hat einen kleinen Bildschirm, wenige Tasten und verwendet Einsteckmodule. Eine Playstation benötigt einen Fernseher zur Anzeige, bietet eine kleine Auswahl an Eingabegeräten und verwendet neuerdings CDs und DVDs anstelle von Einsteckmodulen. Ein Personal Computer kann an unterschiedliche Bildschirme angeschlossen werden, es stehen zahlreiche Eingabegeräte bis hin zu einer umfangreichen Tastatur zur Verfügung und er kann CDs, DVDs und Disketten lesen.

Eine neuere Aufstellung unterschiedlicher Plattformen findet sich in Mitchell und Savill-Smith (2004, S. 4, Übersetzung F. A.), die folgende Arten von Bildschirmspielen auflisten:

- „- Spielautomaten in Spielhallen (keine Glückspielautomaten, F.A.)
- spezialisierte Spiel-‘Konsolen‘ (leistungsstarke Computer mit hochspezifischer Grafikleistung zur Benutzung zuhause, beispielsweise die Sony PlayStation, Microsoft Xbox und der Nitendo GameCube)
- Personal Computer (gewöhnliche Arbeitsplatzcomputer)
- Handgeräte, wie der Nintendo Game Boy und Game Boy Advance und andere Hangeräte wie PDAs
- Mobilfunkgeräte, die Spiele beinhalten
- andere Spezialanwendungen an ungewöhnlichen Orten (beispielsweise Fahrzeug-Kopfstützen, Rückseiten von Flugzeugsitzen oder sogar Uhren).“

Diese moderne Einteilung ist immer noch mit älteren, wie z. B. Zeitter (1987) und Fritz (1997a) vereinbar. Unterschiede weisen lediglich einzelne Begriffe auf. Der deutlichste Unterschied findet sich bei den Geräten zum Anschluss an den Fernseher: Während diese früher als Video- oder Tele-/TV-Spiel bezeichnet wurden, hat sich heute die Bezeichnung als „Konsole“/„Spielkonsole“ durchgesetzt (s.o.). Auch wurde der Begriff „Videospiel“ teilweise für Spielautomaten (inzwischen als „Arcades“ bezeichnet) oder für Tele-/TV-Spiele sowie für tragbare Videospiele und sog. LCD-Spiele verwendet. Zudem konnten damals natürlich modernere Formen, die erst durch Miniaturisierung möglich wurden, nicht berücksichtigt werden: PDAs, Notebooks, komplizierte Uhren, Handys und Fahrzeug-/Flugzeug-Unterhaltungselektronik. Die Aufstellung nach Mitchell & Savill-Smith berücksichtigt die Neuerungen und grenzt diese Formen voneinander ab. Die gegenwärtig bedeutsamsten Bereiche stellen Computerspiele, Spielkonsolen und Handhelds dar. Von zunehmendem Interesse sind Handys, deren Leistungsfähigkeit schon heute ansprechende Spiele erlaubt. Spielautomaten (Arcades) haben in Deutschland eine eher geringe Bedeutung und Verbreitung.

Nach dieser Einteilung sind Computerspiele vor allem dadurch definiert, dass sie auf einem handelsüblichen Personal Computer (PC) ausgeführt werden. Dazu gehören vor allem der Windows-PC, Apple-Computer und Unix/Linux basierte PCs. In vergangenen Zeiten waren der C64, Amiga und Atari beliebt. Für die Arbeitsdefinition von Computerspielen in dieser Arbeit wird ein technisch orientierter Begriff herangezogen, da die Abgrenzung zu anderen Bildschirmspielen lediglich eine Frage der technischen Plattform ist. Damit wird in dieser Arbeit unter Computerspiel ein Bildschirmspiel verstanden, das auf der technischen Plattform „Personal Computer“ (PC) oder auf vergleichbaren Computern wie dem Apple ausgeführt wird.

### **Computerspielgenres - Einteilung der Computerspiele**

Aus den Überlegungen im Projekt und im Rahmen meiner theoretischen Arbeiten bin ich zu dem Schluss gekommen, dass sich die Einteilung in Genres vor allem am Spielprinzip und der Gestaltung des Spiels orientieren sollte (vgl. a. Dehne, in Vorbereitung):

- Mit Spielprinzip sind die dominierenden Tätigkeiten beziehungsweise Aufgaben im Spiel gemeint, die sich fortlaufend wiederholen: Bei Rennspielen dominiert das Steuern eines Fahrzeugs, bei Strategiespielen das Steuern vieler Spielfiguren oder bei Rollenspielen das Steuern einer Figur. In der Fachpresse zu Computerspielen ist hierfür auch der Begriff der Spielmechanik bzw. Gameplay gebräuchlich, obwohl letzterer sehr unterschiedlich verwendet wird.
- Die Gestaltung des Spiels bezieht sich auf den Kontext des Spiels (zumeist realistisch, historisch, fiktiv) und damit auf die konkrete Gestaltung von Geschichte, Figuren und Grafik.

Im Schnittfeld zwischen Spielprinzip und Thematik liegen die inhaltlich-bestimmten Haupthandlungen: In einem Spiel mit dem Thema „Zweiter Weltkrieg“ ist nicht nur der historische Kontext, sondern auch die Haupthandlung „Kampf“ zwingend. Die Besonderheit ist hierbei, dass sie oberflächlich nicht klar nach Spielprinzip und Thematik getrennt werden können. Die Definitionen der Genres weiter unten werden aber zeigen, dass es unterschiedliche Formen z.B. von „Kampf“ im Computerspiel gibt. In Ego-Shootern wird direkt gekämpft, während in Strategiespielen Armeen geführt werden. Ich ordne also Schwerpunkte wie „Kampf“ oder „Handel“ der Thematik des Spiels zu, da die Spielmechanik genauere Auskünfte über die Art des Spiels gibt. Um nun beispielsweise Strategiespiele mit dem Schwerpunkt „Kampf“ von solchen mit dem Schwerpunkt „Handel“ zu unterscheiden, schlage ich vor entsprechende Namens-Kombinationen zu verwenden: Nach dem hier gemachten Beispiel als „Action-Strategie-Spiel“ und „Aufbau-/Handels-Strategie-Spiel“. Dies deckt sich einerseits mit den Alltagsbegriffen und wird andererseits den sogenannten „Genre-Mixes“ gerecht. Bei einem Genre-Mix werden typische Elemente verschiedener Genres in einem Spiel kombiniert. Die von mir vorgeschlagene Benennung erlaubt also eine trennscharfe Definition der Genres und eine kurze und dennoch genaue Beschreibung. Ein „Action-Strategie-Spiel“ ist demnach ein Spiel mit dem Spielprinzip „Strategie“ und dem Schwerpunkt auf Kampfhandlungen. Ergänzend kann noch ein Hinweis auf die Thematik angefügt werden: Z.B. „Mittelalter-Action-Strategie-Spiel“ oder „Fantasy-Action-Strategie-Spiel“. Zusammen mit einer trennscharfen Definition der Genre (s.u.) und einer darüber hinaus gehenden Systematik der Computerspielthemen, wäre eine systematische Bezeichnung und Einteilung der Computerspiele leichter. Während ich unten trennscharfe und konsensfähige Genred Definitionen vorlege, kann ich keine Systematik der Computerspielthemen aufstellen. Da hierfür eine sehr große Zahl von Computerspielen analysiert werden müsste, kann ich dies im Rahmen dieser Arbeit nicht leisten.

Aus diesen Gründen schlage ich vor, das Genre vor allem nach dem Spielprinzip zu definieren. Die Gestaltung des Spiels, beziehungsweise die narrativen Anteile des Spiels, halte ich für ein untergeordnetes Kriterium und werde Kontext, Geschichte und Gestaltung unter dem Begriff Thematik zusammenfassen. Für untergeordnet halte ich dieses Kriterium, da es weniger konstant für die einzelnen Genres ist: Während sich die meisten Computerspiele relativ leicht und eindeutig nach ihrem Spielprinzip unterscheiden lassen, gibt es bei der Thematik des Spiels mehr Überschneidungen zwischen verschiedenen Genres.

In der Literatur werden unterschiedlich umfangreiche Genre-Einteilungen vertreten. Sie reichen von unter zehn Genres bis über dreißig unterschiedliche Genres (vgl. Bates, 2002; Zeitter, 1987; Fritz, 1997b; Dittler, 1996; Schell, 1997; Adt, 2005; Dondi, Edvinsson & Moretti, 2004; Walter, 2003; Kücklich, 2001; Fromme, 1996. Eine Zusammenstellung weiterer Einteilungen finden sich bei Scienter, 2005).

Nach einer ergänzenden Betrachtung von sechs einschlägigen Internetseiten (<http://gamesurf.tiscali.de/>, <http://www.4players.de/>, <http://www.gamecaptain.de/>, <http://www.games-guide.de/>, <http://www.ks-spielemagazin.de>, <http://www.pcgames.de>, Zugriff jeweils am 14.03.2007) sind die am häufigsten vertretenen Genres „Adventures“, „Rollenspiele“, „Actionspiele“, „Strategiespiele“, „Sportspiele“ und „Simulationsspiele“ (diese wurden, bis auf Simulation und Adventure, jeweils auf allen Internetseiten genannt).

Auch Walter (2005) und Kücklich (2001) sprechen sich aufgrund der Uneinheitlichkeit in der Literatur für eine Beschränkung auf folgende Haupt-Genres aus:<sup>1</sup>

- |                |               |
|----------------|---------------|
| 1. Action      | 4. Simulation |
| 2. Adventure   | 5. Strategie  |
| 3. Rollenspiel |               |

Ich schließe mich dieser Einteilung an und lege meiner Arbeit folgende Arbeitsdefinitionen der Haupt-Genres zu Grunde, die sich am Spielprinzip der Spiele orientieren (vgl. auch Bates 2002):

**Action:** Spiele, bei denen der Spieler vor allem psycho-motorische Aufgaben der Steuerung wahrnimmt und bei denen es auf Geschicklichkeit und Reaktions-schnelligkeit ankommt. Anspruchsvollere Actionspiele erfordern aber auch taktisches und strategisches Vorgehen. Von Bedeutung sind aufwändig gestaltete Level und zumeist eine gute Waffenauswahl.

**Adventure:** Spiele, bei denen der Spieler vor allem Rätsel lösen und Geheimnisse herausfinden muss und dabei die Spielwelt erkundet. Dabei werden zumeist Gegenstände in der Spielwelt zur Verbesserung des Charakter und vor allem für die Bewältigung der Aufgaben gesammelt. Oft gehören auch Kämpfe zum Spiel, die aber weniger wichtig sind, als in anderen Genres. Von Bedeutung sind eine tragende Geschichte, gute Rätsel, und eine aufwändig gestaltete Spielwelt.

**Rollenspiel:** Spiele, bei denen der Spieler meistens eine oder wenige Spielfiguren steuert und versucht deren Eigenschaften, Fähigkeiten und Ausstattung anhand unterschiedlicher Aufgaben im Spiel zu verbessern. Von Bedeutung sind Statistiken über die Leistung des Spielers bei der Entwicklung seiner Figur sowie Kämpfe und andere Aufträge, mit deren Bewältigung der Spieler seine Figur weiterentwickeln kann. Ebenso ist eine tragende Geschichte wichtig.

**Simulation:** Spiele, bei denen der Spieler aus der Realität bekannte Gegenstände, Maschinen oder (technische) Systeme möglichst realitätsnah bedienen bzw. einsetzen kann. Von Bedeutung sind ein oft sehr hoher Realismusgrad, eine vereinfachte aber dennoch möglichst realistische Steuerung sowie Aufgaben bzw. Kontexte, in denen der Spieler das simulierte Objekt sinnhaft einsetzen kann.

---

1) Eine weitere, nähere Beschreibung der Genres erfolgt auch in den Kapiteln 3.1.2 bis 3.1.4

**Strategie:** Spiele, bei denen der Spieler zur Erledigung abgeschlossener oder endlos spielbarer Ziele verschiedene Ressourcen und Mittel strategisch einsetzt. Die Ziele haben meist militärischen oder wirtschaftlichen Charakter und beides wird oft kombiniert. Von Bedeutung sind Aufgaben, die mit verschiedenen Strategien gelöst werden können, eine geschickt begrenzte Auswahl an Spielressourcen und abwechslungsreiche Levelaufträge/-ziele (außer bei Endlosspielen).

Neben diesen „Haupt-Genres“ gibt es weitere Genres, die sich (abhängig von einer weiten oder engen Definition) zumindest als populäre Sonderformen abgrenzen lassen:

**Sportspiele:** Spiele, bei denen der Spieler Sportarten aus der Realität am Computer nachspielen kann. Je nach Art überschneiden sie sich mit Actionspielen, Simulation und Strategiespielen und lassen sich durch den Kontext „Sport“ abgrenzen.

**„Prügelspiele“:** Spiele, bei denen der Spieler meist eins zu eins gegen einen Computergegner (s. S. 56) oder einen anderen Spieler kämpft. Diese Spiele haben zumeist keinen aufwändigen Kontext bzw. Geschichte. Sie überschneiden sich mit Adventure und Rollenspielen und lassen sich durch ihre starke Reduktion auf Zweikampf-Szenen abgrenzen.

**Gelegenheitsspiele:** Spiele, die leicht erlernt und bewältigt werden können, in denen sich die Spielhandlung stetig wiederholt und die oft nur kurz „zwischen-durch“ gespielt werden. Sie sind oft Umsetzungen beliebter Karten- oder Gesellschaftsspiele, haben geringe Überschneidungen mit anderen Genres und können allenfalls als einfachere Simulationen im weiteren Sinn bezeichnet werden (z.B. „Tetris“, „Solitär“ oder Skatspiele).

**Denkspiele:** Spiele, bei denen der Spieler eine Vielzahl von teilweise unterschiedlichen, teilweise immer gleichartigen Rätseln lösen muss, ohne dass diese in einen detaillierten Kontext oder eine Geschichte eingebettet sind. Sie überschneiden sich mit Adventure-Spielen, lassen sich aber durch die starke Reduktion auf bloße Rätsel abgrenzen.

**Lernspiele (Edutainment):** Spiele, die den Zweck verfolgen einen bestimmten Inhalt zu vermitteln oder einzuüben und die zumeist aus sehr einfachen Sammlungen simpler, isolierter Einzelspiele bestehen. Sie weisen teilweise Elemente aus anderen Genres auf, lassen sich aber durch ihren Zweck und die Verbindung mit Lerninhalten abgrenzen.

**Onlinespiele:** Prinzipiell lässt sich jedes der anderen Genres in Form eines Online-Spiels umsetzen. Beliebt sind gegenwärtig vor allem Online-Rollenspiele. Sie sind lediglich eine Sonderform anderer Genres deren Besonderheit im Zusammenspiel vieler, örtlich verteilter Spieler liegt.

Oft werden auch so genannte „Gottspiele“ als eigenes Genre abgegrenzt. Meines Erachtens lassen sich diese meist aber gut den Strategiespielen unterordnen (je nach konkreter Gestaltung). Die einzige Besonderheit dieser Spiele ist, dass man nicht als „König“ ein „Volk“ führt oder als „Kriegsherr“ eine „Armee“ befiehlt, sondern als „Gott“ eine gesamte „Rasse“ „beherrscht“.

Nach dieser ersten Beschreibung und Einteilung möchte ich zunächst allgemein die Besonderheiten des Computerspiels erläutern und hervorheben. Eine genauere Analyse von Computerspielen erfolgt danach.

## 2.2. Besonderheiten des Computerspiels aus Sicht der Spielentwicklung

Die wichtigste, verallgemeinere Besonderheit des Computerspiels ist, dass es wichtige Design-Prinzipien gibt, die strikt befolgt werden. Das gilt besonders für kommerzielle Spiele, die für den Entwickler und Publisher eine finanzielle Investition darstellen, die sich nur lohnt, wenn das Spiel erfolgreich ist. Aber auch nichtkommerzielle Spiele oder solche von kleinen Entwicklergruppen können sehr gelungen sein, wenn die Prinzipien des Gamedesigns umgesetzt werden. Ich habe in den folgenden Abschnitten solche Prinzipien strukturiert und zusammengefasst. Ich beziehe mich dabei, wenn nicht explizit angegeben, auf Bates (2002), Crawford (1982) und Dobrovka (2003).

### 2.2.1 Warum Spieler spielen: Faszinationselemente

Was ist ein Spiel? Diese Frage stellt sich z.B. Dobrovka (2003a, S. 83). Als Gamedesigner beantwortet er die Frage natürlich nicht aus einer wissenschaftlichen Sicht. Ich möchte in diesem Abschnitt auch keine pädagogisch-psychologische Sichtweise einnehmen, sondern die Sicht von Spielentwicklern wiedergeben. Für Dobrovka ist das Ausschlaggebende die Interaktion, genauer das Entscheiden für verschiedene Alternativen. Er zitiert Sid Meier (ohne Quellenangabe), einen berühmten Spielentwickler, der beispielsweise für die erfolgreiche SimCity-Reihe steht, wie folgt: „Ein Spiel ist eine Serie interessanter Entscheidungen“ (Meier, ohne Angabe nach Dobrovka, 2003a, S. 84). Die Hauptfrage bei der Gestaltung eines Spiels ist für ihn, wie man den Spieler konstant mit interessanten Entscheidungen beschäftigt ohne ihn zu langweilen. Hierfür sei eine Aufgabe wesentlich. Ein Spiel ohne Aufgabe, bei dem der Spieler zwar Entscheidungen treffen kann, sich seine Aufgaben aber selbst ausdenken muss, nennt er ein „Toy“. Mit einem Toy kann der Spieler herumspielen, hat aber kein Spielziel. Ein Toy ist im Lernkontext mit einer Simulation in Reinform (vgl. 3.1.1) zu vergleichen, mit der der Lerner auch „herumspielen“ kann, die ihm aber keine Aufgaben oder Szenarien bereitstellt. Ein wesentliches Merkmal von Computerspielen ist demnach die Interaktivität, die man als Reihe interessanter Entscheidungen im Rahmen von sinnvollen Aufgaben bezeichnen kann. Wenn man ein Computerspiel auf seinen wesentlichen Kern reduzieren möchte, schließe ich mich dieser Auffassung an. Ich finde aber auch, dass man Computerspiele nicht mit einem „Geheimrezept“ beschreiben kann, sondern dass eine Vielzahl von Besonderheiten in ihrer spezifischen Kombination für Erfolg oder Mißerfolg stehen (vgl. 2.2.2 und 2.2.3).

Etwas konkreter sind die Antworten auf die Frage, warum Spieler Computerspiele spielen. Dobrovka (2003a, S. 96 ff.) argumentiert aus seiner Erfahrung, dass Neugier, Herausforderung, „Sammeltrieb“ und Wettbewerb ausschlaggebend seien. Unter Neugier versteht er, den Abwechslungsreichtum des Spiels (vgl. auch Kapitel 2.2.2), d.h. den Spieler immer wieder mit Neuem zu konfrontieren und ihn in der

Ungewissheit zu lassen, ob er schon alles entdeckt hat. Als Herausforderung betrachtet er die Balance zwischen dem Frust, eine Aufgabe nicht geschafft zu haben und dem Eindruck, dass sie zu schaffen ist. Dies wird dadurch erreicht, dass die Lösung der Aufgabe in greifbarer Nähe scheint und der Spieler überzeugt ist, es beim nächsten Versuch schaffen zu können. Hierfür muss der Schwierigkeitsgrad der Aufgaben am Anfang niedriger sein und beständig ansteigen. Mit einer oberflächlichen, evolutionsbiologischen Begründung verweist er auf die Eigenschaft des Menschen, Dinge zu sammeln und zu horten. Das Phänomen ist allgemein nachvollziehbar und viele Computerspiele haben in unterschiedlichem Maße Sammel-Aspekte (vgl. die Beschreibung der Genres in den Abschnitten 3.1.2 bis 3.1.4). Als vierte Begründung führt Dobrovka Highscores an. Ihre Bedeutung sei zwar in modernen Computerspielen geringer als bei den öffentlich aufgestellten Münzspielautomaten, dennoch ist es immer noch ein Reiz „der Beste“ zu sein, zumindest aber stetig besser zu werden und mehr Punkte zu erspielen. In Online-Spielen haben Highscores immer noch einen besonderen Wert, da hier ein öffentlicher Vergleich der Spieler möglich ist. Mit Neugier, Herausforderung und Wettbewerb spricht Dobrovka drei Kriterien des Flow-Erlebens an (vgl. Csikszentmihalyi 1975 und 1993), die oft für die Begründung von Spielfaszination heran gezogen werden.

Crawford (1982, S. 16 ff.) begründet das Spielen von Computerspielen mit dem Entdecken von Phantasiewelten, der Übernahme von unkonventionellen Rollen, damit, sich beweisen zu können und dem Erwerben von Anerkennung. Computerspiele bieten dem Spieler eine Welt an, die anders ist als die Realität, in die er sich flüchten und seine Probleme vergessen kann (Realitätsflucht). Im Gegensatz zu Büchern oder Filmen kann der Spieler diese Welten selbst erkunden und aktiv eingreifen. Hierzu gehört auch das Phänomen, dass der Spieler in einem Computerspiel eine Rolle übernehmen kann, die ihm im wirklichen Leben verboten oder nicht zugänglich ist (z.B. Dieb oder Flugzeugpilot). Im Spiel besteht auch die Möglichkeit Herausforderungen anzunehmen um sich selbst oder gegenüber anderen zu beweisen. Ein besondere Bedeutung hat dieser Aspekt wiederum im öffentlichen Vergleich (s.o.). Hierzu gehört auch das Bedürfnis nach Anerkennung, die sich der Spieler durch Erfolg selbst verleiht oder beim Austausch mit anderen Spielern verliehen bekommt. Durch den fehlenden Ernstcharakter und die Vereinfachungen im Computerspiel ist es leichter Erfolge zu erzielen. Daneben erläutert Crawford kurz, dass es Spiele gibt, die als „soziales Schmiermittel“ fungieren, die nur dazu dienen sich mit anderen zu treffen und sich gemeinsam mit etwas zu beschäftigen. Auch würden einige Spieler ihr Spiel als (kognitive) Übung betrachten: Ein gutes Beispiel, wenn auch kein Computerspiel, ist Schach, das als Förderung geistiger Fähigkeiten betrachtet wird. Aktuell sind Handheld-Spiele beliebt, die Intelligenz oder gar die Augen und das Sehen trainieren sollen (z.B. Dr. Kawashimas Gehirn-Jogging, Nintendo).

### **Spielertypen und ihre Präferenzen**

Die Gründe für das Computerspielen sind also verschieden. Etwas eindeutiger ist die Einteilung von Computerspieler-Typen, die Dobrovka (2003a, S. 104 ff.) vornimmt. Auch wenn seine Erläuterungen subjektiv und einseitig sind, macht er einige sinnvolle Feststellungen. Ich beschränke mich auf die sinnvollen Feststellungen und ergänze sie aus meiner Sicht. Er unterscheidet „casual gamer“ (Gelegenheitsspieler) und „hardcore gamer“ (Vielspieler) (ebd.). Der Gelegenheitsspieler spielt Computerspiele

mehr als Zeitvertreib und beschäftigt sich in seiner Freizeit auch mit anderen Dingen. Das Spiel sollte schnell erlernbar und nicht die Lektüre eines umfangreichen Handbuchs erfordern. Auch muss das Spiel nicht so umfangreich sein, weil er sich nur eine gewisse Zeit damit beschäftigen möchte und dann eines neues Spiel sucht. Umfangreiche Einstellungen und lange Geschichten interessieren ihn nicht. Auch darf das Spielprinzip nicht zu viele langwierige Handlungen erfordern: Wenn er für einen Level vier Stunden oder mehr benötigt, dann wird ihn das Spiel schnell langweilen, weil er keine schnellen Fortschritte erzielt.

Der Vielspieler dagegen möchte sich möglichst lange mit einem Spiel befassen und es komplett erkunden. Er beschäftigt sich intensiv mit dem Handbuch und der Hintergrundgeschichte. Er entwirft eigene Spielkarten, die das Spiel noch mehr nach seinem Geschmack gestalten und tauscht diese mit anderen Vienspielern aus. Er möchte viele Aspekte des Spiels einstellen können und beschäftigt sich lange mit jedem Detail eines Levels. Er interessiert sich dafür, eine Runde besonders geschickt oder überlegen zu gewinnen und nimmt sich dafür Zeit. Wenn ihm ein Spiel gefällt, spielt er es sehr lange.

Zahlenmäßig ist der Gelegenheitsspieler vorherrschend. Kommerzielle Spiele orientieren sich an dieser Gruppe. Eine Ausnahme stellt World of Warcraft dar: Es ist ein kommerziell äußerst erfolgreiches Online-Rollenspiel, das von Umfang und Tiefe her keine Wenigspieler anspricht. Die große Community erklärt sich wahrscheinlich dadurch, dass sich durch die Internettechnologie weltweit Vielspieler mit einem Spiel befassen. Bei Dobrovkas Darstellung gewinnt man den Eindruck, dass es hier keine Zwischenstufen gibt. Ich denke aber, dass es in beiden Kategorien Spieler gibt, die teilweise Eigenschaften bzw. Ausprägungen der anderen Kategorie aufweisen. Einen stufenlosen Übergang sehe ich jedoch nicht, da die jeweiligen Präferenzen recht gegensätzliche Spiele erfordern. Eine Mischung beider Spiel-Arten würde gegensätzliche Aspekte in einem Spiel vereinen wollen. Auch wenn diese Unterscheidung trivial klingt, ist sie doch von großer Bedeutung für den Erfolg eines Spiels. Ebenso kann sie sehr bedeutsam werden, wenn man Spiele für Lernzwecke entwickelt und diese so aufwändig werden, dass sie selbst als Zeitvertreib von den meisten Spielern abgelehnt würden.

Ein Computerspiel, auch oder besonders für Lernzwecke, sollte also berücksichtigen, was ein Spiel auszeichnet, warum Spieler es spielen und auf welche Weise sie es spielen. Die grundsätzliche Unterscheidung in Gelegenheits- und Vielspieler gibt wichtige Hinweise darauf, wie aufwändig und detailliert ein Spiel sein soll. Die Mehrheit der Spieler sind Gelegenheitsspieler. Außerdem muss bei einem Lern-Computerspiel berücksichtigt werden, dass dieses Spiel nur dem Geschmack eines Teils der Zielgruppe entsprechen wird. Aus beiden Gründen sollte das Spiel also mehr für den Typ "Gelegenheitsspieler" gestaltet werden, um eine höhere Akzeptanz zu erreichen.

### 2.2.2 Gameplay, Gamedesign und Narration

Die Frage, was bei einem Computerspiel zentral ist, beantworten viele Spieler und Gamedesigner mit dem Begriff Gameplay. Ich plädiere dafür ein Computerspiel als aufwändige und kohärente Kombination mehrerer wichtiger Spielelemente aufzufassen, die getrennt eingesetzt eine geringere Wirkung haben.

## Gameplay

Eines dieser wichtigen Elemente ist das sog. "Gameplay". Der Begriff wird sehr unterschiedlich verwendet: „Es ist für die meisten ‘alles außer der Grafik’.“ (Dobrovka, 2003a, S. 122). Gebräuchlich ist auch die Übersetzung als Spielmechanik, was wiedergeben soll, dass das Gameplay das innere, gesetzmäßige, maschinenartige Funktionieren des Spiels ist. Dobrovka (ebd.) bezeichnet es als „Spielfluss“, als „... Dinge, die er [der Spieler, F.A.] beim Spielen *tatsächlich und hauptsächlich tut ...*“. Bei unseren Arbeiten im Projekt an der TU München (vgl. Kapitel 6, Beispiel: Prototyp Mikrosystemtechnik) entwickelten wir eine vergleichbare Auffassung von Gameplay und definierten Gameplay als Spielprinzip bzw. Haupthandlungen. Ich habe bereits die Genres auf Grundlage des Spielprinzips definiert. In Abschnitt 3.1.3 zur Interaktivität von Computerspielen habe ich die Haupthandlungen der einzelnen Genres beschrieben. Zwar wirken diese Haupthandlungen des Spieler sehr einfach. Spieler suchen sich aber ihre Spiele nach diesen, sich wiederholenden Handlungen aus. Der Spieler orientiert sich oberflächlich an der Einteilung nach Genres, weshalb ich es unter anderem für sinnvoll halte, Genres nach dem Spielprinzip einzuteilen. Gameplay beinhaltet also die Handlungen des Spielers, die er häufig ausführt. Aus diesem Grund ist es sehr wichtig, ein gutes Spielprinzip zu entwickeln: Bei Computerspielen schlagen sich diese spezifischen Prinzipien in unterschiedlichen Genres nieder und werden aus Angst vor schlechten Verkaufszahlen wenig verändert, sondern höchstens rekombiniert (Genremix).

## Gamedesign-Prinzipien: Aufgaben, Spieltiefe, Abwechslungsreichtum, Spielkomplexität, Spielbalance und Leveldesign

Gameplay im engeren Sinne beschreibt nur, welche Handlungen der Spieler wiederholt ausführt, aber nicht zu welchem Zweck. Man könnte das Spielprinzip als das allgemeine Spielziel bezeichnen, z.B. „Städte bauen“ im Aufbau-Strategie-Spiel. Eng damit verbunden sind die konkreteren Teilziele, die vom Spieler im Laufe des Spiels, in den einzelnen Level, zu erreichen sind. Diese Teil- oder Levelziele kann man als **Aufgaben** beschreiben, die der Spieler erledigen muss um den Level zu gewinnen. Ein solche Aufgabe könnte im Aufbaustrategiespiel lauten: „Baue eine Stadt für 1000 Einwohnern“. Der Spieler muss dann alle erforderlichen Maßnahmen durchführen, die eine Stadt dieser Größe erfordert und hierzu die Haupthandlungen, z.B. für den Bau von Gebäuden, Straßen oder Versorgungseinrichten, wiederholt ausführen.

Aus der Vielfalt und der Qualität dieser Aufgaben und der Regeln des Spiels resultiert die **Spieltiefe** des Spiels. Auch der Begriff der Spieltiefe ist nicht klar definiert und wird unterschiedlich verwendet: Dobrovka (2003a, S. 124) umschreibt Spieltiefe mit Abwechslungsreichtum und setzt sie mit der „...Summe bzw. Anzahl der Regeln...“ gleich. Bates (2002, S. 25 ff.) bezeichnet den Abwechslungsreichtum als „Moment-zu-Moment-Erfahrung“ und versteht unter Spieltiefe, wie überzeugend die Moment-zu-Moment-Erfahrung umgesetzt ist. Hieran zeigt sich, dass die Prinzipien des Gamedesigns anspruchsvoll sind, aber schwer ausgedrückt werden können. Angelehnt an diese groben Definitionen verstehe ich unter der Spieltiefe den Abwechslungsreichtum und die Komplexität des Spiels.

**Abwechslungsreichtum** meint, wie unterschiedlich die Aufgaben und Ereignisse sind und vor allem, ob es gelingt den Spieler fortwährend zu involvieren: Der Spieler sollte stets mit interessanten Dingen, Geschehnissen und Auswahlmöglichkeiten konfrontiert sein, aber nicht durch Wiederholung von Aufgaben und Situationen oder lästige Nebenhandlungen beschäftigt werden.

Die **Komplexität** des Spiels bezieht sich vor allem auf die Aufgaben, die Regeln und die Linearität des Spiels. Sind es einfache Aufgaben, die direkt erledigt werden können und innerhalb von Minuten ausgeführt sind, wird das Spiel schnell langweilig. Eine Aufgabe sollte sich aus mehreren oder vielen Handlungen zusammensetzen. Die Handlungen sollten von einander abhängig sein oder durch Begrenzungen erschwert sein. Die Komplexität erhöht sich auch mit der Anzahl an Regeln: Ein Spiel wird komplexer, je mehr unterschiedliche Objekte dem Spieler zur Verfügung stehen oder mit denen er konfrontiert ist und je mehr unterschiedliche Eigenschaften diese Objekte haben. Letztlich entscheidet die Linearität des Spiels mit über seine Komplexität. Auch wenn Computerspiele nicht linear wirken, sind viele Spiele so gestaltet, dass der Spieler zwar fünf Auswahlmöglichkeiten hat, ihn aber nur eine weiterführt. Wenn derartige Situationen hintereinander aufgereiht werden, gibt es eine lineare Abfolge zielführender Szenen. Durch das Ausprobieren der falschen Lösungen hat der Spieler aber dennoch das Gefühl verschiedene Wege testen zu können und die richtige herauszufinden. Komplexere Spiele ermöglichen unterschiedliche Wege zum Ziel. In Action-Strategie-Spielen kann man mit unterschiedlichen Einheiten angreifen, die unterschiedlich aufwändig hergestellt und je nach Stärke in unterschiedlicher Zahl eingesetzt werden müssen. In Adventures sind Level beispielsweise oft in Bereiche aufgeteilt, in denen der Spieler frei wählen kann in welcher Reihenfolge er die Teilaufgaben bearbeitet. Von einem Bereich in den nächsten kommt er aber nur, wenn alle Aufgaben des vorangehenden Bereichs gelöst sind.

Eine wichtige Aufgabe des Gamedesigners ist die **Spielbalance**: Eigentlich geht es nur darum, das Spiel so zu gestalten, dass es nicht zu schwer und nicht zu leicht ist (vgl. Dobrovka, 2003a, S. 182 ff.). Diese Balance entspricht dem Gleichgewicht von Herausforderung, Erfolg und Frustration in Csikszentmihalyis Konzept des Flows (vgl. Csikszentmihalyi, 1975 und 1993). In der Praxis müssen die Spielehersteller aber sehr viel Zeit investieren und ausgiebige Tests durchführen, bevor ein Spiel die richtige Balance hat. Um Balance herzustellen, müssen Regeln und Situationen geschaffen werden, die ausgeglichen sind. Der Ausgang der Situation muss immer offen sein, der Spieler muss die Aufgabe sicher bestehen können, aber es sollte nicht zu leicht sein und die Herausforderung muss nicht auf Anhieb bestmöglich sein. Konkret bedeutet dies, dass keine der Spiel-Parteien zu unterschiedlich ausgestattet sein darf: Im Egoshooter müssen Munition und Waffen so verteilt sein, dass alle Spieler (bzw. der Computergegner) die gleiche Chance haben ein begehrte Waffe zu ergattern oder gleich viel Munition auf dem Weg zu dieser Waffe finden. Im Strategiespiel sollten die Ressourcen am Anfang einer Runde so vergeben werden, dass alle Parteien die gleichen Startchancen haben. Weitere Ressourcen sollten für alle gleichermassen leicht oder schwer erreichbar sein. Im Jump'n'Run-Actionspiel (z.B. Super Mario Bros.), müssen die Level so gestaltet werden, dass Schwierigkeitsgrad mit dem Geschicklichkeitsgewinn des Spieler ansteigt, so dass er am Anfang nicht überfordert ist, es aber auch nie zu leicht wird.

Das Spiel im engeren Sinne ist der Level. Einstellungen, Auswahlmenüs, Intros, Zwischensequenzen sind nur der Rahmen des Spiels. Die eigentliche Spielhandlung findet nur in den Level statt. Das Programm des Spiels kann zusammen mit der Ein- und Ausgabe unterschiedlichste Variationen abbilden und spielbar machen. Erst ein konkreter Level gibt dem Spiel eine konkrete Form. Deswegen ist das **Leveldesign**

ein bedeutsamer Punkt bei der Gestaltung des Spiels. Hier muss entschieden werden, welche Spielobjekte wie eingesetzt werden, welche Ereignisse im Laufe der Runde geschehen und natürlich was das Ziel ist. Beim Leveldesign wird eine Auswahl der verfügbaren Elemente kombiniert, in einen räumlichen Aufbau auf dem Spielfeld gebracht und ein zeitlicher Verlauf (mit Wahlmöglichkeiten und Zufall) konstruiert. Aus der konkreten Umsetzung resultieren der Schwierigkeitsgrad und der Spannungsbogen, die Komplexität und die Struktur des Levels. Leveldesign ist in seiner Gesamtheit schwer zu beschreiben. Ich fasse es mit Bates wie folgt zusammen: „Der Leveldesigner schnappt sich ... all diese Einzelteile und bastelt daraus Stück für Stück das Spiel zusammen“ (Bates, 2002, S. 90). Diesem Aspekt der Computerspielgestaltung kommt größte Bedeutung zu, eine adäquate Darstellung entspricht aber nicht der Fragestellung dieser Arbeit und würde an dieser Stelle den Rahmen sprengen, zumal eine umfassende Darstellung auch in der Fachliteratur selten ist.

### **Geschichten im Computerspiel**

Geschichten spielen oft eine große Rolle in Computerspielen. Natürlich gibt es Spiele, die fast komplett auf eine begleitende Geschichte verzichten und Genres, bei denen narrative Aspekte weniger wichtig sind als bei anderen: Genre, bei denen Geschichten klassischerweise große Bedeutung haben, sind Adventures, Rollenspiele und Strategiespiele. Actionspiele und Simulationen kommen dagegen oft ohne Geschichte aus. Sie beinhalten eine bestimmte Thematik, die als situativer Rahmen genügt und setzen diese fast ausschließlich in der oberflächlichen Gestaltung des Spiels und dem Spielprinzip um: Selbst das bekannte SimCity (Aufbau-Strategie-Spiel, Maxis), bei dem man Städte aufbauen kann, kommt ohne Geschichte aus. Der Spieler wird lediglich in die Situation eines Bürgermeisters versetzt. Es gibt keinen linearen Erzählstrang, Ereignisse geschehen zufällig, der Ablauf ist stets gleich. Auch Simulationen, wie z.B. die geschilderten Flug- oder Eisenbahn-Simulatoren, sind auf die Abbildung realer Situationen beschränkt.

Trotz dieser Tendenzen in den einzelnen Genres gibt es immer Beispiele, die die Regel widerlegen. In den letzten Jahren wurden sogar Egoshooter zu Kino-Filmen verarbeitet (z.B. Resident Evil, Capcom). Von wenigen Ausnahmen abgesehen, z.B. Spielen wie Tetris, haben Computerspiele stets ein Thema innerhalb dessen die Handlungen im Spiel einen Sinn bekommen. Thematik und Geschichte geben dem Spiel seinen Kontext und situieren die Handlungen des Spielers. Zur Thematik oder Geschichte des Spiels gehört auch die Umsetzung in der grafischen Gestaltung, der begleitenden Musik und den Spielgeräuschen. Im einfachsten Fall werden diese Elemente zur Schaffung einer Atmosphäre genutzt, die dem Spiel einen zusätzlichen Reiz verleihen. Die nächste Stufe ist es, dem Spieler eine Hintergrundgeschichte zu liefern. Die Hintergrundgeschichte gibt nähere Informationen über den Sinn der Handlungen im Computerspiel. Als höchste Stufe wird dem Spieler nicht nur der Hintergrund, sondern eine fortwährende Begleithandlung erzählt. Innerhalb dieser Handlung übernimmt der Spieler immer wieder Aufgaben bzw. Situationen in Form von Level. Natürlich gewinnt der Spieler normalerweise irgendwann den Level und die Handlung wird aufgrund seines Erfolges fortgesetzt.

Thematik und Geschichte des Spiel haben also einige wichtige Funktionen. In jedem Spiel findet eine Situierung statt, entweder durch die bloße Thematik oder eine umfangreiche Geschichte. Je nach Ausmaß schaffen Thematik und Geschichte, in

Verbindung mit der grafischen Gestaltung und der akustischen Begleitung, eine Atmosphäre, die das Spiel interessanter und spannender macht. Eine Geschichte kann dem Spieler zumindest einen detaillierteren Hintergrund für die Herausforderungen und Ereignisse im Spiel geben oder jeden einzelnen Level in einen übergeordneten Handlungsstrang einbetten. Die Übergänge zwischen diesen Stufen sind fließend und jedes Computerspiel hat sein eigenes Maß an Narrativität. Sie motivieren den Spieler und können eine Vereinfachung darstellen, indem sie komplexe Themen linearisieren (zu Narration und Spiel als didaktischen Kategorien vgl. Reinmann, 2006).

Die Geschichte des Spiels hat aber auch für die Vermittlung von Informationen eine große Bedeutung. Ein Spiel beginnt zumeist mit einem Intro, das den Spieler in den Hintergrund sowie die Charaktere und die Mission einführt. Der erste Level schließt mit einer konkreten Situation und Aufgabe an, in der der Spieler selbst aktiv werden kann. Zwischen jedem Level wird die Geschichte Stück für Stück weiter erzählt. Neben dem übergeordneten Sinn der einzelnen Level und der Orientierung im Spiel (s.u.) werden in den Teilgeschichten oft Informationen zur Bedienung des Spiels gegeben oder Tipps für die Lösung der Runde gegeben. Auch innerhalb der Level können Teile der Geschichte erzählt werden. So genannte „Zwischensequenzen“, z.B. Filme oder auditive Dialoge zweier Spielfiguren auf dem Spielfeld, werden ausgegeben wenn eine zuvor definierte Situation eintritt. Sie dienen einerseits dem Abwechslungsreichtum, indem die Geschichte nicht nur zwischen den Level erzählt wird, oder so besondere Teile der Geschichte hervorgehoben werden. Sie können andererseits aber auch dafür genutzt werden die Levelziele überraschend zu erweitern oder wichtige Informationen zu vermitteln und zu betonen.

Ich halte die Faszinationselemente, das Gameplay, die Prinzipien des Gamedesigns und die Narration im Computerspiel für herausragende Merkmale, die man in den meisten Lernumgebungen komplett vermissen dürfte. Im Folgenden möchte ich auf Besonderheiten eingehen, die eigentlich für Lernumgebungen selbstverständlich sein müssten, oft aber vernachlässigt werden. Gemeint sind die Anleitung des Lernalters, die Bedienbarkeit des Programms und die didaktische Kohärenz des Konzepts. Ich stelle diese Aspekte aber wiederum aus Sicht der Spielentwicklung dar.

### 2.2.3 Anleitung, Intuitivität und Kohärenz

„Ein gutes Spiel ist leicht zu erlernen und schwer zu meistern“ (Bates, 2002, S. 37). Für ein Computerspiel ist es wichtig, dass der Spieler es schnell spielen kann. D.h. von dem Moment an, da er den ersten Level gestartet hat, muss er sofort handeln können und gleich Erfolge erzielen: „Die ersten paar Minuten eines Spiels sind wie die ersten Minuten eines Kinofilms: Sie sind dazu da, den Spieler zu packen.“ (ebd.) Die ersten Handlungen im Spiel müssen einfach und intuitiv sein. In einem Ego-Shooter hat der Spieler sofort eine einfache Waffe und kann auf die ersten Gegner schießen. Erst später lernt er, dass es effektiver ist im Laufen zu schießen, findet bessere Waffen und überlegt sich, welche Waffe für welche Situation geeignet ist. Zu Beginn des Spiels lernt der Spieler erst die Grundregeln und die Bedienung des Spiels. Die ersten Level sind so gestaltet, dass der Spieler mit ein paar einfachen Handlungen auskommt.

Um dies zu erreichen, werden zwei Gestaltungsprinzipien verwendet: ein durchdacht ansteigender Schwierigkeitsgrad und sog. Trainings-Level (tutorial level). Für das gesamte Spiel gilt, dass der Schwierigkeitsgrad während der einzelnen Level ansteigt. Die ersten Level bieten einfache Aufgaben an, an denen der Spieler die Bedienung übt und sukzessive die Grundregeln lernt. In den mittleren Level steigt der Schwierigkeitsgrad stärker an, damit der Spieler anspruchsvollere Strategien erlernt und nicht gelangweilt wird. Die letzten Level sind die schwersten, in denen der Spieler komplexe Aufgaben lösen muss, bei denen er aus den fortgeschrittenen Techniken die jeweils geeignete auswählen muss. In den mittleren Level kann man den Spieler auch auf schwere Herausforderungen in den letzten Level vorbereiten: Benötigt der Spieler am Ende des Spiels eine besondere Fähigkeit, kann man sie ihn während des Spiels an leichteren Gegnern üben lassen. Da es unterschiedliche Spieler gibt, sollte es auch unterschiedliche Herausforderungen geben. Einerseits kann es mehrere alternative Wege zum Ziel geben, die mehr oder weniger vom Spieler fordern. Andererseits sollten schwere Aufgaben optional angeboten werden, so dass ein weniger ambitionierter Spieler nach zwei oder drei Versuchen aufgeben kann und das Spiel ohne diese Herausforderung einfach weiterspielt. Auf schwierige Stellen im Spiel sollte hingewiesen werden: Wenn das Spiel ein Falle stellt, z.B. einen Scharfschützen hinter eine Ecke im Ego-Shooter, dann sollte es der Spieler bemerken können (z.B. durch Geräusche oder einen Schatten). Ebenso sollte es klar sein, dass es alternative und optionale Herausforderungen gibt. Nicht nur über das Spiel, sondern auch im Level sollte der Schwierigkeitsgrad ansteigen: Zu Beginn der Runde muss sich der Spieler orientieren und kann dabei ein paar einfache Aufgaben nebenher erledigen. Hierfür wird ihm eine Startausstattung (starting goods) gegeben, mit der er sich verteidigen oder die ersten Spielfiguren für grundlegende Handlungen erstellen kann. Nach einer kurzen Zeit sollte der Spieler die Situation erfasst haben und mit den Aufgaben im Level beginnen (z.B. die Verteidigung verstärken, weil stetig größere Angriffe kommen). Bei der Entwicklung des Schwierigkeitsgrads ist es wichtig, eine Balance zwischen Heraus- und Über-Forderung zu schaffen. Die Aufgaben sollen schwer, aber lösbar sein. Wenn der Spieler für die Aufgaben meist nur einen Versuch, aber ab und zu auch zwei oder drei Versuche benötigt, dann ist die richtige Kombination aus Frust und Erfolg gelungen.

Eine andere Möglichkeit, die sich bei grundsätzlich komplexeren Genres wie Adventure, Rollenspiel und Strategie-Spielen anbietet, aber auch für aufwändige Actionspiele oder Simulationen sinnvoll sein kann, sind Trainingslevel. Ein Trainingslevel bietet dem Spieler die Möglichkeit, die Bedienung und einige Grundtechniken in einer Umgebung zu erlernen, in der er gefahrlos üben kann: In Adventures oder Rollenspielen ist es beispielsweise eine Spielkarte, in der keine Gegner warten, die der Spieler erkunden kann und einfache Aufgaben lösen muss. Nebenher erlernt er die Steuerung der Spielfigur. In Strategie-Spielen müssen oft eine Vielzahl von unterschiedlichen Spielobjekten erlernt werden. In den den ersten Level bekommt der Spieler einfache Aufgaben, für die er nur die Grund-Objekte benötigt, die er auch im weiteren Spiel ständig einsetzt. Der Unterschied zu einem steigenden Schwierigkeitsgrad ist, dass der Spieler in den Trainingsmissionen viele Objekte gezeigt und die Verwendung grundsätzlich erläutert bekommt. Im weiteren Spiel, mit steigendem Schwierigkeitsgrad, kommen nur noch einzelne Objekte hinzu, die nur kurz erläutert werden. Im Rollenspiel muss der Spieler beispielsweise erst

erlernen, wie er seine Figur weiterentwickeln kann. Hierzu werden im einfache Aufgaben angeboten, mit deren Lösung er viele einfache Verbesserungen an seiner Figur ausprobieren kann. Die Trainingslevel können als Einführung in die Geschichte des Spiels oder den Charakter der Spielfigur verwendet werden. Bei den Trainingsleveln gilt, dass sie nicht jeder Spielertyp garantiert spielen wird. Das eigentliche Spiel muss also so gestaltet sein, dass es auch ohne die Kenntnis der Trainingsmissionen spiel- und gewinnbar ist.

Der Schwierigkeitsgrad und die Einführungs-Level sind als Komplexitätsreduktion zu verstehen. Neben diesen grundlegenden Strategien folgt ein gutes Gamedesign weiteren Prinzipien. Beim Computerspiel steht die Interaktion im Vordergrund: Der Spieler handelt und das Spiel reagiert darauf. Jede dieser Handlungen muss mit einer wahrnehmbaren Reaktion beantwortet werden. Dieses Feedback sollte dem Spieler für jede denkbare Handlung vermitteln, dass sie registriert wurde, ob die Aktion ausgeführt wurde oder dass die Aktion nicht möglich ist oder das Spiel mit der Anweisung nichts anfangen kann. Dieses elementare Feedback ist wichtig um die Bedienung und die Regeln des Spiels zu erlernen. Zudem ist es frustrierend, wenn der Spieler etwas tut, das Gefühl hat „es passiert nichts“ und auch nicht herausfinden kann warum nichts geschieht. Eine andere Form von Feedback ist es den Spieler darüber zu informieren, wo er sich im Spiel befindet. Ein Spiel hat stets ein großes Endziel und viele Teilziele auf dem Weg dorthin. Der Spieler sollte immer eine Orientierung haben, wie weit er ist und warum er tun soll, was er gerade tut. Die Handlungen bekommen auf diese Weise einen übergeordneten Sinn. Hierzu werden meist die Geschichte des Spiels und grafische, meist landschaftliche Übersichtskarten eingesetzt und kombiniert. Die Karten zeigen die einzelnen Etappen des Spiels. Der Spieler hat so immer einen Überblick über seinen Fortschritt. Auf der Karte bewegt er sich zwischen den einzelnen Runden auf einem vorgezeichneten Weg oder absolviert aufgezeichnete Felder auf der Karte. Die Geschichte erläutert ihm die einzelnen Etappen seiner „Reise“. Um sinnvolles Feedback geben zu können und dem Spieler Orientierung auch im Level zu geben, muss der Spielentwickler eine genaue Vorstellung davon haben, wie sich der Spieler im Spiel verhält und wie er Situationen wahrnimmt. Er muss sich das Spiel auch in der Entwicklung konkret vorstellen können und jede Reaktion des Spielers vorhersehen. In vielen Spielen werden hierzu Informationen in das Spiel eingebettet. In den Trainingsleveln werden oft viele Informationen als einleitende Texte oder plötzliche Meldungen bei einer bestimmten Handlung angezeigt. Aber auch in den eigentlichen Spielrunden können Informationen über Gegenstände, Bewohner der Spielwelt oder bestimmte Ereignisse, z.B. als Zwischensequenz, vermittelt werden.

Ein letzter Aspekt, dem Spieler das Spielen zu erleichtern und an seine Bedürfnisse anzupassen sind so genannte Cheats: Cheats sind spezielle Befehle, die die Regeln des Spieles unterschiedlich außer Kraft setzen. Sie werden für das Testen des Spiels benötigt, damit der Spieltester gezielt bestimmte Funktionen testen kann, ohne alle aufwändigen Schritte davor ausführen zu müssen. Cheats sind unterschiedlich mächtig. Manche erhöhen nur die begrenzten Ressourcen ein wenig, andere verleihen dem Spieler unbegrenzte Ressourcen. Die Spielfigur(en) können ebenso ein wenig verbessert werden oder unbesiegbar gemacht werden. Cheats beziehen sich immer auf zentrale Aspekte des Spielprinzips und wirken sich unterschiedlich stark aus.

So kann der Spieler entscheiden, wie stark er „schummelt“. Die Cheats entsprechen aber nicht nur unterschiedlichen Spielervorlieben, sie können sehr wichtig sein, wenn ein Spieler an einem Level scheitert. Ohne einen Cheat wäre das Spiel an dieser Stelle zu Ende, auch wenn nur ein kleines Details übersehen wurde.

Mathias Bopp hat diese „immersive Didaktik“, wie er die Anleitung und Spielerführung nennt, genauer dargestellt und sich darüber hinaus bemüht, diese Prinzipien für Lernkontexte fruchtbar zu machen (Bopp, 2005 und 2006). Ich gehe später auf die Übertragung auf Lernkontexte ein, die beiden Texte sind aber auch für die Vertiefung meiner zusammenfassenden Erläuterungen interessant.

Abschließend hat die Bedienbarkeit des Computerspiels eine besondere Bedeutung. Obwohl Usability für jedes Programm selbstverständlich ist, wird sie bei vielen Anwendungen und auch bei Lernumgebungen vernachlässigt. Anders beim Computerspiel: Bei den meisten Spielen ist der Spieler gefordert seine Handlungen zielgerichtet und oft unter Zeitdruck auszuführen. Nichts wäre dabei fataler als eine schlechte Bedienbarkeit. Spiele, die schwer und umständlich zu bedienen sind und deren Bedienlogik schwer nachzuvollziehen und zu behalten ist, werden vom Spieler meist nach kurzer Zeit beendet.

Am wichtigsten sind die Steuerung des Spiels und die Spieler-Schnittstelle (User-Interface). Die Steuerung beinhaltet, welche Bediengeräte (Maus, Tastatur, Joystick) in welcher Weise vom Spieler genutzt werden können. Das Interface dient der Eingabe von Befehlen, die über die direkte Steuerung der Spielfigur hinaus gehen. Die grundlegende Steuerung der Spielfiguren muss möglichst effizient sein und vom Spieler auf seine Vorlieben einstellbar sein. Mit dem Interface muss eine Vielzahl von zusätzlichen Funktionen oder Informationen schnell und einfach abrufbar gemacht werden. Dafür werden meist verschachtelte Menüs verwendet, die die Funktionen gruppieren. Diese Gruppierung muss leicht erfassbar und gut zu erinnern sein, damit der Spieler nicht jedes Mal neu nach einer dringend benötigten Funktion suchen muss. Das Interface sollte zudem sehr ansprechend gestaltet sein, da es das Einzige ist, was der Spieler ständig vor Augen hat.

In einem Spiel kann es viele Störfaktoren geben, die den Spieler im Spielfluss unterbrechen. Lange Ladezeiten, Wartezeiten im Spiel (weil etwas zu lange dauert) und Programmierfehler lösen den Spieler aus dem Spielgeschehen heraus. Eine Spielunterbrechung ist aber auch, wenn der Spieler an einer Aufgabe scheitert und wieder neu beginnen muss. In diesem Fall ist es wichtig, dass der Spieler relativ schnell wieder in das Spiel zurückkehren kann. Dies wird entweder durch bestimmte Schlüsselstellen im Spiel oder das Speichern und Laden von verschiedenen Spielzuständen erreicht. Schlüsselstellen sind Punkte oder Ereignisse im Spiel, die der Spieler, falls er an anderer Stelle versagt, nicht wieder erledigen muss. Er startet dann einfach bei der letzten erfolgreichen Aufgabe. Durch das Speichern und Laden des Spiels kann der Spieler selbst solche Schlüsselstellen festlegen. Wenn er ein wichtiges Teilziel erreicht hat, speichert er den Spielstand und kann später, wenn es erforderlich ist, aus diesen Spielständen auswählen. Das Laden und Speichern ist besonders für Wenigspieler von Bedeutung: Weil sie nicht den Anspruch haben eine Runde „in einem Zug“ durchzuspielen, sondern Fehler durch Laden auszugleichen. Müsste man jede Runde neu beginnen, würde das Spiel viel länger dauern und vieles oft wiederholt werden (vgl. Spielertypen).

## Fazit

Alle aufgezählten Besonderheiten und Prinzipien des Computerspiels sollten in einem einzigen Spiel konsequent umgesetzt werden. Ein gutes Spielprinzip wird durch eine schlechte Bedienbarkeit ruiniert. Eine schlechte Geschichte verdirbt den Spaß an hervorragenden Aufgaben. Natürlich sind nicht alle Computerspiele perfekt und es gibt Prinzipien die wichtiger sind als andere. Hier kommen auch Spielervorlieben zum Tragen: Manche legen mehr Wert auf die Geschichte oder die Grafik und nehmen dafür eine schlechtere Bedienung oder simpleres Gameplay in Kauf. Andere (vor allem Vielspieler) legen kaum Wert auf die Grafik. Sie achten umso mehr auf die Geschichte, das Gameplay und die Bedienung des Spiels. Für erfolgreiche Spiele ist es wichtig, dass alle dieser Faktoren in einem (hohen) Mindestmaß berücksichtigt werden, dass die jeweiligen Spielelemente gut mit einander verzahnt sind und zueinander passen. Diese Kohärenz der Spielelemente und die Befolgung der genannten Prinzipien sind für den Erfolg ausschlaggebend. Bei kommerziellen Produktionen wird sehr viel Zeit für das Testen und Optimieren des Spiel verwendet (Beta-Testing). Neben den Tests, die die Entwickler selbst durchführen, werden eigens Tester bezahlt, die das Spiel ohne Vorkenntnisse prüfen. Zudem werden diese Tester oft ausgetauscht, damit sich kein Tester an das Spiel gewöhnt und durch sein eigenes Feedback voreingenommen ist.

Die Vielfalt der aufgezählten Prinzipien und deren strenge Einhaltung sind ein unverzichtbarer Beitrag für die Qualität des Computerspiels. Rittfeld (2007) hat in einer Studie über 650 Serious Games starke Qualitätsdefizite festgestellt und dabei folgenden Qualitätskriterien definiert: die Qualität der technischen Funktionalität, das Gamedesign, die visuelle und akustische Qualität, eine gute Storyline und die Möglichkeit der Partizipation. Diese Kriterien entsprechend weitgehend denen von mir formulierten Besonderheiten des Computerspiels, die meiner Auffassung nach auch zwingend bei einem Lern-Computerspiel beachtet werden müssen. Rittfelds (ebd.) Studie betont damit die Bedeutung des spielerischen Aspekts zusätzlich. Ich denke, es ist naheliegend, dass dies durchaus eine weitere wichtige Besonderheit des Computerspiels gegenüber Lernanwendungen ist. Ich habe derartige Prinzipien ausgewählt und zusammenfassend dargestellt. Im Detail ist eine Vielzahl weiterer, konkreter Empfehlungen zu befolgen, die ich hier nicht ausführlich darstellen kann. Auch in der Fachliteratur gibt es keine systematische und umfassende Darstellung. Es sollte aber deutlich geworden sein, dass ein Computerspiel sehr aufwändig zu entwickeln ist und dass erfolgreiche Computerspiele hohen Qualitätsansprüchen genügen müssen. Dieser Qualitätsanspruch im Detail und in der Kohärenz fehlt leider bei vielen Lernanwendungen. Auf der anderen Seite müssen die Entwicklungskosten für Computerspiele beachtet werden: Für moderne Spiele werden teilweise mehrere Millionen Euro und mehrere Jahre der Entwicklung in Teams von 10 bis 20 Personen investiert.

## 2.3 Vom Inventar zum Modell – Entstehung und Entwicklung eines allgemeinen Computerspiele-Modells

Das vorzustellende Modell sollte ursprünglich mittels einer qualitativen, induktiven Inhaltsanalyse erstellt werden. Bereits bei der Untersuchung des ersten Computerspiels (dem Mittelalter-Strategie-Spiel „Warrior Kings“), das als Pretest ein erstes strukturiertes Inventar liefern sollte, hat sich gezeigt, dass eine induktive Vorgehensweise sehr schwierig ist. Nach einer längeren Analyse des Spiels und der Spielanleitung (mit ca. 1000 Kodierungen, vgl. Anhang A) habe ich die bis dahin gewonnenen Erkenntnisse mittels Fachliteratur zu Computerspiele-Programmierung und -Design überarbeitet und in ein allgemeines Modell überführt.

Vorweggenommen sei, dass Dobrovka (Hrsg., 2003), Kalista (2005), Bates (2002) und Crawford (1982) Grundlage der technisch orientierten Ausführungen sind. Diese Quellen haben an vielen Stellen, zumeist indirekt, Verwendung gefunden, weshalb ich nicht jedes Mal auf sie verweisen werde.

### **Der erste Versuch: Induktive Inhaltsanalyse nach Mayring**

Für die Beschreibung der Computerspiele sollte die qualitative, zusammenfassende Inhaltsanalyse nach Philipp Mayring (1997) angewendet werden. Vor dem Hintergrund des geringen Forschungsstandes, aber auch des Interesses an einer gegenstandsnahen Beschreibung, sollte die Sonderform der induktiven Kategorienbildung (s. u.) angewendet werden. Dieses Verfahren wird auch, in vergleichbarer Form, in der Grounded Theory (z.B. bei Strauss 1987 oder Strauss und Corbin 1990) als „offenes Kodieren“ bezeichnet.

Da Computerspiele aufgrund ihrer Dynamik sehr schwierig zu analysieren sind, habe ich nach zahlreichen Versuchen der Erfassung und Dokumentation von Spielsequenzen eine erste Anpassung der Methodik vorgenommen. Anstelle des Spiels selbst habe ich die Spielanleitung und die Online-Hilfe verwendet, mit der das Spiel systematischer und frei von Redundanzen erfasst werden konnte. Auf dieser Grundlage wurden zunächst einzelne Wörter, später größere Abschnitte, kategorisiert.

Bei der induktiven Kategorienbildung wird der Gegenstand der Analyse (zumeist Dokumente) auf eine Stelle abgesucht, die für die Fragestellung relevant ist. Für diese erste Fundstelle wird eine (noch wenig abstrakte) Kategorie angelegt. Die weiteren Fundstellen werden entweder dieser ersten Kategorie untergeordnet oder bilden neue Kategorien. Das so entstehende Kategoriensystem muss in mehreren Durchgängen überarbeitet werden, indem Kategorien zusammengelegt oder differenziert, abstrahiert oder konkretisiert und umbenannt werden. Im Anhang A findet sich eine Tabelle, die den letzten Stand der induktiven Kategorisierung wiedergibt. Bei diesem Stand der Arbeiten zeigte sich, dass eine freie Analyse von Computerspielen nicht in angemessenem Umfang machbar sein würde.

### Exkurs zur Schwierigkeit der Computerspielanalyse

Ich möchte die Schwierigkeit der Analyse eines Computerspiels mit dem Versuch Microsoft Windows zu beschreiben vergleichen. Wenn man den PC startet, lädt Windows, ebenso wie es ein Computerspiel macht, wenn man es startet. Wenn beide geladen sind, kommt man zu einem „Hauptmenü“: der Desktop beziehungsweise das Startmenü des Spiels. Während der Startvorgang noch relativ überschaubar war, kommen hier in beiden Fällen sehr viele Möglichkeiten auf den Nutzer zu: Man kann gleich mit einem Programm arbeiten oder erstmal ein paar Einstellungen vornehmen, um das System an sich selbst anzupassen.

Dies ist der erste große Unterschied zur Analyse von Filmen oder anderen linearen Medien: Das Computerspiel oder der Computer führen lediglich den Start eigenständig aus, der Rest hängt vom Nutzer ab.

Man könnte auch sagen, der Vergleich von Windows mit Computerspielen stimmt nicht, da Computerspiele viel weniger Funktionen haben. Das stimmt. Ein Taschenrechner dagegen hat viel weniger Funktionen als ein Computerspiel. Ebenso wie ein Computerspiel nimmt er Eingaben an, verrechnet diese und gibt die Ergebnisse auf seinem Display aus. Also ist eine Analyse eines Taschenrechners sehr einfach: Beschreibt man alle Knöpfe und berücksichtigt das Display, dann sind alle Möglichkeiten des Taschenrechners erfasst. Das ist sehr einfach. Man wird aber feststellen, dass man damit nur die einfachsten Möglichkeiten des Taschenrechners beschreiben kann.

Damit findet man nichts über die komplizierten Berechnungen heraus, die mit einem Taschenrechner möglich sind: Wenn man die Elemente des Taschenrechners richtig kombiniert, kann man umfangreiche mathematische Probleme lösen. Hieran sieht man, dass bestimmte Systeme von ihren Grundkomponenten her sehr einfach sind und es auch leicht ist diese zu erfassen. Daraus kann man aber auch ableiten, was man damit alles übersieht. Versucht man, die Möglichkeiten des Taschenrechners aufzuschreiben werden es unglaublich viele sein, die sich nur aus der Kombination weniger Grundkomponenten ergeben. Das ist bei Computerspielen ähnlich, nur das Computerspiele etwas aufwändiger sind, als ein Taschenrechner.

Wenn man nun genauer über den Taschenrechner nachdenkt, wird man darauf kommen, dass nicht der Taschenrechner so komplex ist, sondern das Modell dahinter. Der Taschenrechner nimmt Eingaben an, verrechnet diese und gibt das Ergebnis aus. Für die Verrechnung der Ergebnisse benötigt der Taschenrechner einen Regelsatz oder ein Modell, das vorgibt welche Eingabe zu welchem Ergebnis führt. Das Modell des Taschenrechners ist die Mathematik. Wenn man also die Möglichkeiten eines Taschenrechners bestimmen will, muss man „nur“ den Teil der Mathematik beschreiben, der mit den vorhandenen Funktionen eines Taschenrechners möglich ist (je nach Taschenrechner sind unterschiedlich viele Möglichkeiten gegeben).

Ebenso ist es bei Computerspielen und sogar bei den einfachen anderen Spielen: Zum Fußball gehören nur ein paar Spieler, ein Ball und zwei Tore sowie ein Spielfeld. Trotzdem beinhaltet es unendliche Spielvarianten und beschäftigt seit längerer Zeit Generationen. Auch hier wird man durch die Analyse der Grundkomponenten wenig erfahren; man muss das Modell beschreiben. Im Fall Fußball ist es das Regelwerk. Bei Computerspielen werden physikalische, wirtschaftliche, soziale und fiktive Systeme abgebildet. Aber wie im Fußball werden diese definitiv durch die Regeln festgelegt. Die Regeln beinhalten alles, was man tun kann, nicht tun darf und was passiert, wenn man etwas Erlaubtes oder Verbotenes tut.

Ziehen wir einen Vergleich zu einem sozialen System. In einer Gesellschaft ist scheinbar alles in Form von Gesetzen geregelt. Aber auch wenn diese Gesetze zwischenzeitlich sehr umfangreich sind, so erlauben sie doch keine Beschreibung unserer Gesellschaft. Die Gesetze beschreiben nämlich vor allem was verboten ist. Darüber hinaus gibt es aber noch Normen und Werte, die nur teilweise in Gesetzen erfasst sind (z.B. im Grundgesetz). Natürlich sind Gesellschaften wesentlich komplexer als Computerspiele. Oft sind die Regeln bei Computerspielen ebenfalls sehr komplex und implizit. Das erschwert die Analyse dieser Spiele.

Die Schwierigkeiten bei der Analyse von Computerspielen liegen:

- in der Interaktivität und der damit verbundenen Non-Linearität und Dynamik,
- in der Einfachheit der Bedienoberfläche gegenüber der Komplexität des dahinter liegenden Systems und
- in der Komplexität und Verborgenheit der Regeln.

Somit ist die „Fixierung“ eines Computerspiels in einem analysierbaren Dokument, der direkte Zugang zu den Spielmerkmalen über die Oberfläche und die Erfassung der zugrundeliegenden Regeln erschwert.

### **Inventar, EVA, OOP: Die Entwicklungsschritte**

In der Grafik auf der folgenden Seite sind die Entwicklungsschritte des Modells grafisch aufgezeichnet. Dabei habe ich auch den Abstraktionsgrad bzw. die Deduktivität/Induktivität des einzelnen Schrittes eingezeichnet: Abstrakte Ergebnisse und deduktive Schritte stehen in der Grafik höher als konkrete (gegenstandsnahe) Ergebnisse oder induktive Schritte. Die Entwicklung des Modells beginnt in der Grafik in der linken unteren Ecke mit der bereits geschilderten qualitativen Inhaltsanalyse.

Bei der Erhebung der Spielelemente bereitete die Durcharbeitung und die Dokumentation des Spiels erhebliche Probleme. Wie bei den meisten Computerspielen steigerte sich auch in dem von mir ausgewählten Strategiespiel der Schwierigkeitsgrad langsam über den Spielverlauf. Das bedeutet, dass man zu Beginn des Spiels eine kleinere Auswahl an Spielelementen hat, die sich langsam erweitert. So wird der Spieler zu Beginn nicht von der Menge aller vorhandenen Spielelemente überfordert. Für die Analyse bedeutete dies aber, dass ein großer Teil des Spiels durchgespielt werden musste, um alle Spielelemente erfassen zu können. Dabei müssen auch sehr viele Level gespielt werden, in denen keine neuen Elemente hinzu kommen. Zusätzlich war es schwierig, das Spielgeschehen zu dokumentieren und somit die Kodierung zu belegen. Versuche mit Screenshots und einer Digitalkamera lieferten nur befriedigende Ergebnisse (vgl. 2.5.2 „Weiterentwicklung und Funktionen“).

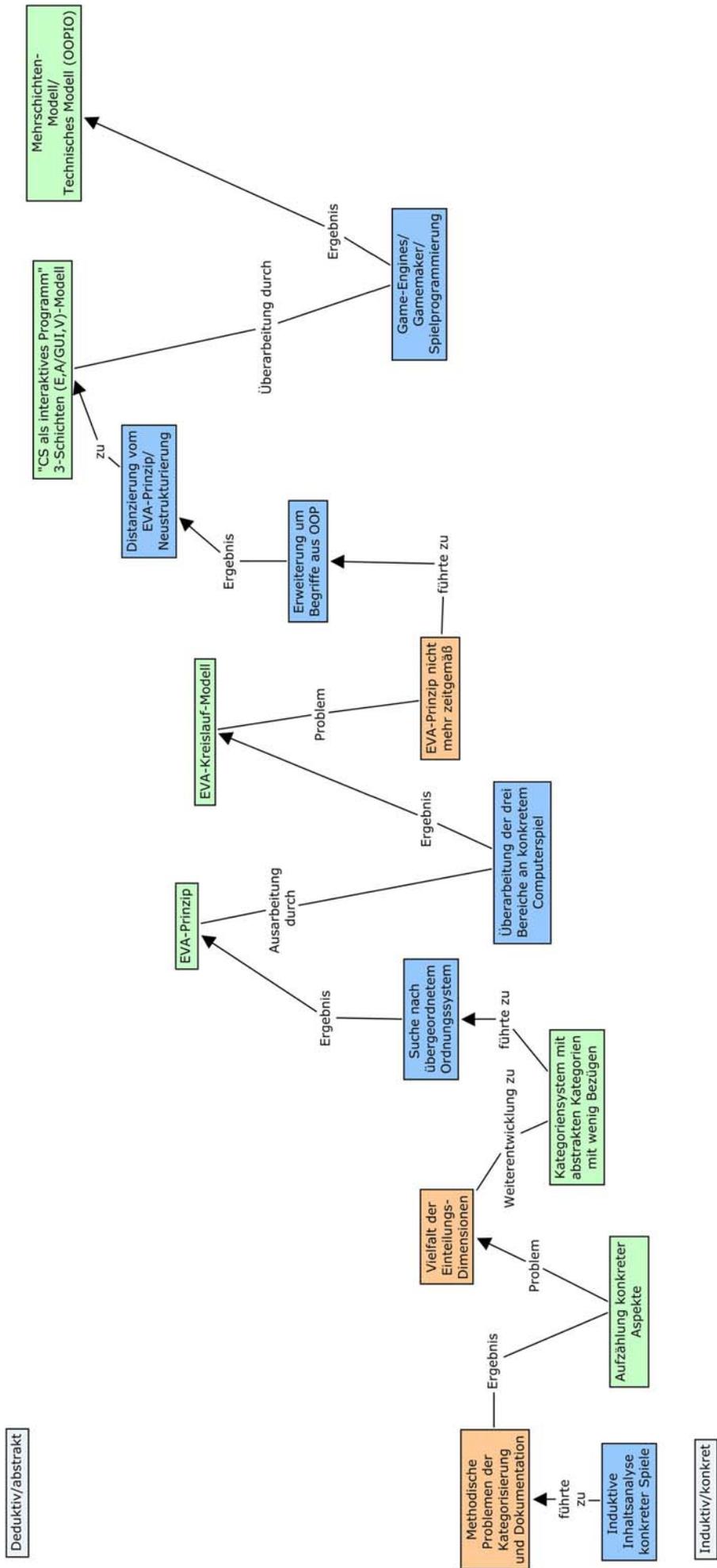


Abbildung 2/1: Grafische Darstellung der Modellentwicklung  
 Anmerkung: EVA steht für Eingabe/ Ausgabe/ Verarbeitung und OOP für objektorientierte Programmierung, die im Folgenden erläutert werden.

Bei der induktiven Kategorisierung dieses ersten Inventars stellte sich heraus, dass eine Einteilung schwer vom Spiel selbst abzuleiten ist: Ein Ritter in einem Spiel ist eine Spielfigur, aber auch ein Bedienelement, er kann nach seiner Funktion (militärisch) oder nach seiner Gestaltung (historisch, fiktiv...) eingeteilt werden, er kann nach seinem Einfluss auf andere Objekte beurteilt werden (schädigt feindliche), er kann einer von unterschiedlichen Parteien zugeordnet werden oder es können alle Fähigkeiten und Eigenschaften dieser Figur einzeln aufgelistet und eingeteilt werden.

Trotz dieser vielfältigen Einteilungsdimensionen entwickelte ich ein erstes Kategoriensystem, das im Anhang A abgebildet ist. Dieses Kategoriensystem enthielt grobe, unterschiedlich abstrakte, undifferenzierte und auf unterschiedlichen logischen Ebenen liegende Kategorien. Die meisten Kategorien waren schon so abstrakt, dass nur noch geringe Bezüge zum untersuchten Spiel vorhanden waren. Nachdem sich das Kategoriensystem auch nach längeren Arbeiten nur langsam entwickelte, suchte ich nach einem übergeordneten Strukturierungsprinzip. Ich versuchte ein Einteilungsprinzip zu finden, das einen groben, ordnenden Rahmen lieferte, um die Computerspielelemente besser differenzieren zu können.

Dabei stieß auf das so genannte EVA-Prinzip (Eingabe, Verarbeitung, Ausgabe) zur Beschreibung und Programmierung von Computerprogrammen. Das EVA-Prinzip beschreibt Programme als Kreislauf von Eingabe, Verarbeitung und Ausgabe. D. h. das Programm wartet nach dem Start auf Eingaben des Nutzers, verarbeitet diese und gibt die Ergebnisse aus. Bei Computerspielen ist dies bei rundenbasierten Spielen gut nachvollziehbar: Der Spieler trifft seine Entscheidungen und gibt alle Änderungen nacheinander ein. Danach berechnet der Computer die Ergebnisse und gibt diese aus. Nach der Ausgabe ist ein anderer menschlicher Spieler oder der Computergegner an der Reihe, seine Entscheidungen einzugeben. Diese Eingaben werden ebenfalls verrechnet und dann ausgegeben.

Um diesen Ansatz zu überprüfen, übertrug ich das bestehende Kategoriensystem in die Bereiche Eingabe/Verrechnung/Ausgabe. Diese Dreiteilung ermöglichte eine bessere Zuordnung konkreter Spielelemente, weshalb ich das überarbeitete Kategoriensystem wiederum an dem Spiel „Warrior Kings“ verfeinerte. Ergebnis war das in Abbildung 2/2 gezeigte EVA-Kreislaufmodell (siehe nächste Seite).

Aktuelle Programme, und damit auch Computerspiele, sind nicht mehr nach diesem Ansatz aufgebaut. Der aktuelle Programmierungs-Ansatz ist die objektorientierte Programmierung: Das Programm ist nicht mehr in die drei EVA-Bereiche, sondern in einzelne Objekte unterteilt, die unabhängig voneinander, zumeist aber im Zusammenspiel, aktiv sind. Jedes Objekt übernimmt nicht mehr nur Aufgaben entweder der Eingabe oder der Ausgabe oder der Verrechnung. Ein solches Objekt kann eine bestimmte Eingabe annehmen, speichern, verarbeiten und das Ergebnis an ein anderes Objekt übergeben.

Die Besonderheit dieses Ansatzes liegt im neuen Aufbau derartiger Programme: Einfach ausgedrückt sind sie strukturierter aufgebaut und für den Programmierer leichter zu handhaben. Für meine allgemeine Beschreibung der Computerspiele ist es nicht nötig die objektorientierte Programmierung genauer zu kennen.



Die erforderlichen Kenntnisse schildere ich bei der detaillierten Beschreibung des (sog.) OOPIO-Modells.<sup>1</sup> Für diese Arbeit ist lediglich von Bedeutung, dass die objektorientierte Programmierung das zeitgemäße Prinzip für die Erstellung eines Computerspiels ist. Ich nutze diesen Ansatz um einen adäquaten Hintergrund für die Beschreibung von Computerspielen zu verwenden. Mein Interesse liegt bei einer gegenstandsangemessenen Computerspielbeschreibung, allerdings unter Verwendung angemessener Begriffe und Konzepte aus der Informatik.

Wichtig ist auch, dass nicht alle Computerspiele objektorientiert programmiert sind oder sein müssen. Ich bin aber der Auffassung, dass sich alle Computerspiele gut mit diesem Ansatz beschreiben lassen, auch wenn sie anders realisiert sind (vgl. hierzu die Beschreibung des Modells in Abschnitt 2.4).

Die Berücksichtigung der objektorientierten Programmierung führte zum Modell „Computerspiele als interaktives Programm“. Der Begriff „interaktives Programm“ wird zur Bezeichnung von Programmen verwendet, die nicht auf der EVA-Dreiteilung basieren, sondern objektorientiert programmiert sind. Um Verwechslungen mit der Interaktivität aus pädagogisch-psychologischer Sicht zu vermeiden, verwende ich ihn nicht weiter.

Zur Überarbeitung dieses Modells untersuchte ich die Game-Engine 3d GameStudio aufgrund der Beschreibung in Dobrovka (2003) und ein einfaches Tool zur Erstellung von Computerspielen (GameMaker). Game-Engines kann man als Werkzeugsammlung für die Programmierung von Computerspielen beschreiben. Unter Werkzeugen muss man sich dabei vor allem Funktionen und Algorithmen vorstellen. Ein Computerspiel wird in einer Programmiersprache programmiert (z.B. C++), die ganz allgemeine Befehle zur Verfügung stellt. Mit diesen Befehlen können die unterschiedlichsten Programme erstellt werden. Eine Game-Engine liefert Zusammenstellungen von Programmier-Befehlen, die typische Aufgaben übernehmen. Sie erleichtern damit die Erstellung von Computerspielen, indem sie immer wieder benötigte Funktionen bereitstellen, die der Programmierer somit nicht selbst schreiben, sondern nur kombinieren muss. GameMaker ist eine stark vereinfachte Gameengine, bei der eine überschaubere Menge an Funktionen einfach zusammengestellt werden kann und die Erstellung einfacher Computerspiele erlaubt.

Allerdings hat sich die Betrachtung dieser Game-Engines als wenig aufschlussreich herausgestellt. Von größerer Bedeutung war die Auswertung von Literatur zu Spielprogrammierung und Spieldesign (vgl. Dobrovka (Hrsg.), 2003; Kalista, 2005; Bates, 2002 und Crawford, 1982). Eine aufschlussreiche Aufteilung fand ich dabei bei Crawford (1982), der die Teile „Program Structure“, „I/O Structure“<sup>2</sup> und „Game Structure“ unterscheidet. Hieraus kann man ableiten, dass das eigentliche Spiel eine eigene Struktur hat, die sich nicht direkt in der Programmstruktur niederschlägt.

Was also oft mit „Gameplay“ gemeint ist, kann meiner Meinung nach präziser als „Game Structure“ beschrieben und deutlicher von der „Program Structure“ abgegrenzt werden.

---

1) Für eine genauere Beurteilung der objektorientierten Programmierung empfehle ich die umfangreiche einschlägige Literatur.

2) „I/O“ steht für „Input“ und „Output“

Für das Verständnis des Modells ist es wichtig, die Trennung von Spielgestaltung (Gamedesign) und Spielprogrammierung zu kennen: Crawford (1982) unterscheidet Programm-, I/O- und Spiel-Struktur (I/O steht für Input/Output d.h. die Ein- und Ausgaben des Programms). Die Programm- und I/O-Struktur beinhaltet die technische Umsetzung der Spielstruktur. Die Spielstruktur ist das, was der Spieler wahrnimmt.

Die Trennung von Gamedesign und Spielprogrammierung wird mit einem einfachen Vergleich deutlicher:

Bei einem Hausbau werden unterschiedliche Materialien auf bestimmte Weise zu dem gewünschten Haus zusammengesetzt. Allerdings kann man ein Haus nicht über die Liste der verwendeten Materialien, Werkzeuge und Techniken beschreiben. Jedes Haus ist anders, obwohl es aus ähnlichen Materialien besteht und auf ähnliche Weise gebaut wurde. Der Gamedesigner ist der „Architekt“ des Spiels. Er entscheidet wie das Spiel aussieht, welchen Aufbau es hat, er gestaltet jeden „Raum“ (Level) oder in welcher „Landschaft“ das Spiel „steht“ (Story). Der Spielprogrammierer ist der Handwerker, der die üblichen Bauelemente (Befehle der Programmiersprache) nach dem „Bauplan“ des Gamedesigners zu einem Spiel zusammensetzt.

Wenn man ein Spiel betrachtet, kann man lediglich die Spielstruktur erschließen; die Programmierung und die Bauteile bleiben weitgehend verborgen. Wenn man versucht diese Bauteile zu beschreiben, wird man feststellen, dass dies nur sehr allgemein möglich ist. So wie ein Backstein für die unterschiedlichsten Bauwerke, vom Grill im Garten bis zum mehrstöckigen Gebäude eingesetzt wird, besteht ein Computerspiel zu großen Teilen aus allgemeinen „Programmier-Backsteinen“.

Ein ähnlicher Vergleich erläutert diese Unterscheidung ebenfalls gut: Ein Geldspielautomat, den man aus manchen Gaststätten kennt, besteht aus einem großen Kasten. Von außen sieht man nur auf der Front einige Anzeigen und ein paar Bedienknöpfe. Im Inneren ist eine Elektronik verborgen, die die Eingaben des Spielers annimmt, das Zufallsergebnis produziert und die Ausgabe durch die Anzeigen steuert. Die Gestaltung der Frontansicht und das konkrete Glücksspielprinzip ist bei diesem Vergleich die Spielstruktur. Die Programmstruktur ist die eingebaute Elektronik und die I/O-Struktur sind die Bedienknöpfe und die Anzeigen auf der Frontseite. Ebenfalls wie bei Computerspielen können die Automaten recht unterschiedlich sein. Ihre Elektronik und Programmierung unterscheidet sich nicht sehr stark und ist von außen kaum erkennbar.

## 2.4 OOPIOM CS: Ein allgemeines Modell zur Beschreibung von Computerspielen

### 2.4.1 Überblick über das Modell

Was bedeutet nun die Abkürzung „OOPIOM CS“? Sie steht für: objektorientiertes Programm- und I/O-Modell der ComputersPiele. In der folgenden Grafik ist das OOPIO-Modell in einer vereinfachten Version abgebildet, die einige Details der Übersichtlichkeit wegen vernachlässigt.

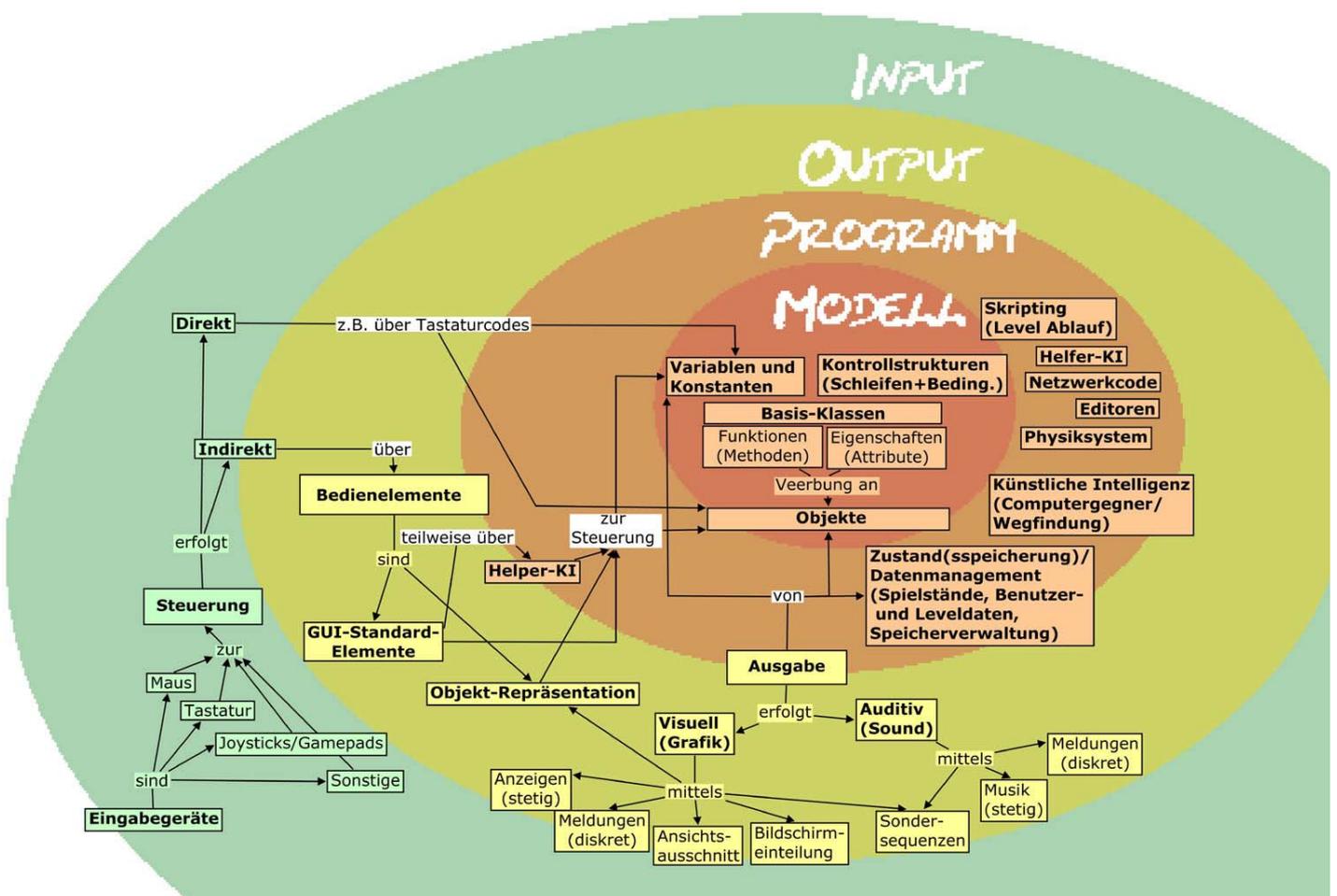


Abbildung 2/3: Das vereinfachte OOPIO-Modell

Im oberen Teil ist erkennbar, dass das OOPIO-Modell in die vier Bereiche „Input“, „Output“, „Programm“ und „Modell“ eingeteilt ist.

Im innersten Teil sind die grundlegenden Elemente des Spiels zu finden, die es ermöglichen eine virtuelle Welt im Spiel abzubilden (weshalb dieser Teil als Modell bezeichnet wurde). Ich spreche im folgenden von Modell, wenn ich diesen zentralen Bereich des OOPIO-Modells meine. Das gesamte Computerspiele-Modell bezeichne ich stets als „OOPIO-Modell“.

Zentral sind dabei die Kontrollstrukturen, die bestimmen, wie lange das Spiel läuft und was im Spiel passiert. Eine Kontrollstruktur ist eine Schleife (mache etwas so lange bis ...), die zusammen mit Bedingungen (... bis alle Gegner besiegt sind) Variablen überwachen (Feindliche Gegner = 0). Hinzu kommen die Objekte: Ein Objekt kann eine Spielfigur, jede einzelne Figur eines angreifenden Heeres oder ein Baum auf dem Spielfeld sein. Diese Objekte haben Funktionen (sie können angreifen, zaubern, laufen, ...) und sie haben Eigenschaften (Gesundheit, Angriffskraft, Laufgeschwindigkeit, ...). Diese Objekte werden nicht jedes Mal einzeln programmiert, sondern werden in einer Klasse gleicher Objekte zusammengefasst und bei Bedarf als ein Vertreter („Instanz“) dieser Klasse eingefügt.

Im Teil „Programm“ finden sich weitere Funktionen des Spiels, die nicht direkt mit der modellierten Spielwelt in Verbindung stehen, dennoch aber benötigt werden. Das Datenmanagement und die Zustandsspeicherung verwalten die gesamten Daten, die während des Spiels anfallen: z.B. die Daten, die einen Level beschreiben oder die Einstellungen, die der Spieler machen kann. Aufgrund des Datenmanagements und der Zustandsspeicherung ist es möglich, den aktuellen Spielstand zu speichern. Alle diese Daten können bei einigen Spielen auch über Netzwerke ausgetauscht werden, um mit mehreren Spielern spielen zu können; hierzu dient der Netzwerkcode. Das Physiksystem und die sog. KI (künstliche Intelligenz) sorgen dafür, dass sich Gegenstände und Figuren realistisch verhalten oder dass der Computergegner<sup>1</sup> gegen den Spieler antreten kann. Die KI steuert aber auch die Bewegung aller Spielfiguren, wenn sie vom Spieler angewiesen werden an einen bestimmten Punkt zu gehen. Letztlich passieren in Computerspielen unterschiedliche Dinge, die der Spieler nicht selbst ausgelöst hat und die auch keine direkte Reaktion auf sein Verhalten sind. Beispielweise greift plötzlich ein Computergegner an, mit dem der Spieler bisher verbündet war. Solche Ereignisse im Spiel können durch das „Scripting“ ausgelöst werden. Dabei können

- bestimmte Variablen (die Menge des von Ihnen angesammelten Golds),
- ein Zeitpunkt (nach 45 Minuten erfolgt die Endschlacht) oder
- eine Zufallszahl (wie bei den Erdbeben in SimCity) Auslöser sein.

Letztlich gibt es noch eine weitere KI, die „Helper-KI“, die nichts mit der bereits erläuterten zu tun hat, sondern dem Spieler die Steuerung des Spiels erleichtert. Sie kann z.B. erkennen, was ein Bauer im Spiel tun soll, wenn der Spieler ihn auf ein Feld oder in einen Wald schickt (nämlich Weizen anbauen oder Holz fällen).

Wenn der Spieler eine Runde (einen Level) startet, wird das Modell des Spiels in einen bestimmten Zustand versetzt: Der Spieler und sein Gegner haben schon eine bestimmte Anzahl an verschiedenen Spielobjekten und Spielfiguren. Diese Daten werden dem Spiel in den so genannten „Leveldaten“ vorgegeben und bestehen z.B. aus einem bestimmten Spielfeld, aus den vorhandenen Objekten und den Startwerten der Variablen (z.B. einem Startkapital von „100 Gold“). Nun liegen diese Daten aber alle erstmal im Speicher des Computers und das Spiel muss diese Daten anzeigen.

---

1) Als „Computergegner“ wird ein vom Computerspiel simulierter, virtueller Gegenspieler bezeichnet, gegen den der menschliche Computerspieler antreten kann (s. S. 56).

Im Teil „Output“ sind neben den Bedienelementen die Ausgaben in grafischer und/oder auditiver Form eingeordnet. Beim so genannten „Sound“ wird beispielsweise eine Hintergrundmusik gespielt oder man hört ein kurzes Geräusch, wenn der Spieler eine Anweisung erteilt. Auch können bestimmte Dinge im Spiel Geräusche machen, um die Atmosphäre zu verbessern.

Die Grafik ist etwas aufwändiger: Sie stellt die vorhandenen Objekte dar, die sich im Sichtbereich des Spielers befinden. Zudem zeigt sie aber auch bestimmte Variablen an (z.B. wie viel Gold der Spieler besitzt) und sie gibt Bedienelemente aus, mit denen Objekte und Variablen gesteuert werden können. Eine Variable, die von keinem sichtbaren Objekt repräsentiert wird, könnten z.B. Steuern sein, die in einem Spiel vom virtuellen Volk erhoben werden. Diese können mit einem Bedienelement gesenkt oder erhöht werden. Die Objektrepräsentation hat dabei eine Doppelrolle: Einerseits zeigt sie an, welche Objekte der Spieler hat (Ausgabe), andererseits kann der Spieler die Objekte durch Anklicken zumeist auch steuern (Eingabe).

Im Bereich „Input“ sind die Eingabegeräte (Maus, Tastatur, Joystick, ...) zu finden, mit denen das Spiel bedient werden kann. Dabei können einzelne Eingaben direkt erfolgen (über eine Taste können alle Ritter ausgewählt werden) oder indirekt, indem man die Objekte (Ritter) mit der Maus anklickt und durch einen weiteren Klick auf das Spielfeld an einen bestimmten Ort schickt.

In dieser knappen Beschreibung des Modells habe ich bereits einige Begriffe aus der Informatik verwendet. Das ist leider unumgänglich, da Computerspiele komplexe Programme sind. Trotz dieser Orientierung an informationstechnischen Begriffen ist es aber nicht der Hauptzweck des Modells, Computerspiele rein technisch zu beschreiben oder ihre Programmierung zu erläutern. Das Modell soll das Phänomen Computerspiele möglichst gegenstandsnah beschreiben und orientiert sich, wann immer es möglich ist, am äußerlich Wahrnehmbaren. Das bedeutet konkret, dass Informatiker möglicherweise einige technische Details vermissen werden oder vielleicht manches anders einteilen oder definieren würden.

## 2.4.2 Das Modell der Spielwelt

Im Kern des vereinfachten OOPIO-Modells steht das Modell der Spielwelt (im Folgenden nur noch „Modell“), das den Spielgegenstand in programmierter Form abbildet. Diese Bestandteile des Modells (siehe Tabelle nächste Seite) kommen im Computerspiel nicht nur als Abbild des Spielgegenstands zum Einsatz. Ebenso dienen sie auch, unbemerkt vom Spieler, vielen Funktionen des Programms „Computerspiel“, die direkt und indirekt für das Funktionieren notwendig sind.

Da diese verborgenen Schleifen, Variablen, Konstanten, Klassen und Objekte nur für die konkrete Herstellung eines Computerspiels (Programmierung) relevant sind, klammere ich sie aus und konzentriere mich auf diejenigen, die für das Spiel im engeren Sinne relevant sind.

Tabelle 2/1: Modell der Spielwelt im OOPIO-Modell

Modell	
Kontrollstrukturen	Schleifen
	Bedingungen
Variablen und Konstanten	Globale Variablen und Konstanten
(Basis-)Klassen	Funktionen (Methoden, Operationen)
	Eigenschaften (Attribute, Objektvariablen)
Objekte	Instanzen von Klassen

Deswegen behandle ich bestimmte Aspekte auch nur oberflächlich: Im Interesse meiner Arbeit liegen die verallgemeinerbaren Aspekte und nicht die exakte Erfassung der konkreten Programmierung (für genauere Erläuterungen zur Programmierung von Computerspielen vgl. z.B. Kalista, 2005). Das komplette Modell in tabellarischer Form findet sich in Anhang B.

### Kontrollstrukturen

Zentraler Bestandteil eines Programms ist eine Kontrollstruktur, die seine Aktivität steuert. Der Begriff Kontrollstruktur ist dabei in der Informatik nicht gebräuchlich. Sie werden dort als Schleifen bezeichnet, die Befehle ausführen, solange eine Bedingung erfüllt bzw. nicht mehr erfüllt ist. In Computerspielen muss man dabei eine solche Schleife des gesamten Programms „Computerspiel“ von den Schleifen des Spielmodells unterscheiden. Das gesamte Programm „Computerspiel“ findet in einer so genannten Main-Loop (Haupt-Schleife) statt, bis eine Bedingung das Beenden des Programms herbeiführt (im Normalfall beendet der Spieler das Programm). Für das Modell des Spielgegenstands sind aber speziellere Schleifen von größerer Bedeutung, die definieren wann eine Runde beendet ist. Diese Schleifen überwachen Bedingungen wie „Held des Spielers am Leben“ oder „alle Gegner besiegt“. Mit diesen Schleifen lassen sich aber auch die Aufgaben des Spielers definieren (z.B. „Runde gewonnen, wenn 1.000 Einheiten Gold gesammelt“ oder „Überleben Sie alle Angriffe“). Und sie können natürlich kombiniert werden: „Runde gewonnen wenn 1.000 Einheiten Gold gesammelt“ und „Held des Spielers am Leben“. Um beurteilen zu können, welche Bedingungen erfüllt/nicht erfüllt sind kontrollieren Schleifen regelmäßig Variablen und Objekte auf die entsprechenden Bedingungen.

### Variablen und Konstanten

Variablen sind die grundlegenden Bestandteile des Programms zur Zwischenspeicherung von Daten. Ohne variable Werte wären keine unterschiedlichen Programmzustände möglich. Im Spielmodell nehmen Variablen die unterschiedlichen Zustände bestimmter Kriterien ein: Z.B. wird der Goldbestand des Spielers in einer Variable gespeichert, die Anzahl der Leben, die dem Spieler gewährt werden, ob es im Spiel

Nacht oder Tag ist oder der einfache Punktestand bei „Tetris“ und vielen anderen Spielen. Konstanten ergänzen Variablen um Werte, die sich nicht ändern. Diese sind für die Programmierung wichtig, da manche Werte nicht geändert werden dürfen (auch nicht versehentlich; z.B. die Anzahl der Level) oder weil ein Programm leichter zu optimieren ist, wenn solche Werte einmal zentral angegeben sind und dann nur an einer Stelle angepasst werden müssen.

### (Basis-)Klassen und Objekte

Ein letzter wichtiger Bestandteil des Modells der Spielwelt sind die Klassen und Objekte (zumindest nach dem objektorientierten Ansatz, der hier gewählt wurde und inzwischen der Standard für die Programmierung ist).

Ein Objekt im Spiel kann Super-Mario sein, ein Klötzchen in „Tetris“, die vielen Figuren der Mitspieler in einem Online-Rollenspiel aber auch Bäume auf der Karte, die Straßen und Gebäude in „SimCity“ etc. Jedes Objekt hat Eigenschaften (oft auch als Attribute bezeichnet) und Fähigkeiten (normalerweise als Methoden oder Operationen bezeichnet): Super Mario hat drei Leben und reagiert auf Berührung mit einer anderen Spielfigur mit einem zunehmenden Verletzungsgrad, bis ein Leben gelöscht wird (Eigenschaften). Aber Mario kann auch Springen, Laufen und manchmal Schiessen (Methoden). In sehr einfachen Spielen kann man jedes einzelne Objekt im Spiel auch einzeln programmieren. Aber schon bei „Super Mario Land“ und „Tetris“ tauchen Marios Gegenspieler oder die Klötzchen immer wieder auf (in Tetris theoretisch unendlich). Um hier effizient zu programmieren, werden Objekte, die gleiche Eigenschaften und Methoden haben, in einer Klasse zusammengefasst. Ein Objekt ist eine Instanz (ein konkreter Vertreter) dieser abstrakten Klasse und es können auf diese Weise beliebig viele Objekte sehr leicht eingesetzt werden. Ebenso können Klassen leicht abgewandelt werden um ähnliche Objekte zu realisieren.

In vielen Spielen kann der Spieler mit seiner mittelalterlichen Armee gegnerische Burgen angreifen. Dabei kann er ein Katapult verwenden, das Steine wirft. Genauso könnte das Katapult aber auch brennendes Pech werfen: Die beiden Katapulte bewegen sich gleich schnell, brauchen die gleiche Versorgung und sehen fast gleich aus; der Programmierer muss nur die unterschiedliche Wirkung von Steinen und brennendem Pech auf die Burg verändern und die Grafik anpassen.



Im kleinsten Kreis (1) ist ein Objekt (eine Instanz) der Klasse „Speerkämpfer“ (2) abgebildet, die mit anderen Spielfiguren zur Basisklasse „Kampfeinheiten“ (3) zusammengefasst werden kann. Alle Spielfiguren in (3) haben z.B. die gemeinsamen Fähigkeiten „Bewegung“, „Kampf“, „Verteidigung“. Sie unterscheiden sich z.B. durch ihre „Bewegungsgeschwindigkeit“ oder ihre „Kampfstärke“.

Abbildung 2/4: Beispiel zu Klassen und Objekten (Quelle: Warrior Kings, Black Cactus Games)

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass ein konkretes Objekt (eine Instanz einer Klasse) die gleichen Eigenschaften und Methoden ihrer Klasse hat. Diese Übertragung wird als Vererbung bezeichnet. Genauso wie Objekte in Klassen zusammengefasst werden können, kann man auch Klassen weiter in so genannten Basisklassen zusammenfassen, die nur die Eigenschaften und Methoden beinhalten, die alle Unterklassen gemeinsam haben (Basisklassen vererben also Eigenschaften und Methoden an Klassen und Klassen wiederum an Objekte). Der Sinn ist leicht zu verstehen: Durch die Vererbung bekommt jedes Objekt von der Klasse und die Klasse wiederum von der Basisklasse alle (gewünschten) Eigenschaften und Methoden, ohne nochmals alles programmieren zu müssen. Somit kann das meiste an einer Stelle geändert werden.

Einige kennen dieses Prinzip von der Gestaltung von Interseiten mit Cascading Style Sheets (CSS)<sup>1</sup>: Sie legen das Aussehen in einer CSS-Datei fest und alle HTML-Seiten beziehen sich auf diese. Ändert man etwas in der CSS-Datei, dann sehen alle HTML-Seiten anders aus, ohne dass man auch nur eine einzige HTML-Seite bearbeiten musste (geschweige denn alle).

Natürlich ist ein Computerspiel als Programm noch auf weitere Bestandteile angewiesen. Diese habe ich im Bereich „Programm“ zusammengefasst (siehe Tabelle auf der folgenden Seite).

---

1) Eine CSS-Datei definiert für bestimmte Elemente eines HTML-Codes, wie der Browser sie anzeigen soll (z.B. Größe, Farbe, Position, Schriftart etc.). Im HTML-Code einer Internetseite wird festgelegt, dass das Aussehen dieser Seite von einer oder mehreren CSS-Dateien bestimmt wird. Änderungen der Gestaltung müssen somit nur in der entsprechenden CSS-Datei gemacht werden und gelten für alle HTML-Seiten, die sich auf diese CSS-Datei beziehen. Der Überschrift „<h2>Überschrift 1</h2>“ mit dem HTML-Befehl für Überschriften zweiter Ordnung (h2) können in der CSS-Datei Attribute wie z.B. die Größe von 12 Punkt und die Textfarbe Blau zugewiesen werden: „h2 {font-size:12pt; color:blue;}“. In allen HTML-Seiten, die auf die CSS-Datei verweisen, werden alle Textstellen, die von <h2></h2> eingeschlossen sind, in 12 Punkt und blauer Farbe angezeigt.

Tabelle 2/2: Der Bereich Programm im OOPIO-Modell

Programm		
<b>Zustandsspeicherung/ Datenmanagement</b>	Spielstände (Variablenwerte)	
	Objektbaum	
	Benutzerdaten	
	Leveldaten	
	Speicherverwaltung	
<b>Skripting</b>	(Ereignisse/Ablauf)	
<b>Künstliche Intelligenz (KI)</b>	Wegfindung	Feldstruktur
		Wegfindungsalgorithmen
	KI-Modell der Spielwelt	Repräsentation der Umwelt
		Verhaltensmöglichkeiten
		Regelset kausaler Veränderungsmöglichkeiten
	Computergegner	Agenten (autonome Charaktere)
		Funktions-Interface
		KI-Hilfsfunktionen
		KI-Makros
		KI-Zwischenspeicher
		Reaktionstabellen
		KI-Ziele
		KI-Entscheidungen
		Individual-Parameter
<b>Helfer-KI</b>	(siehe KI allgemein)	
<b>Netzwerkcode</b>	Verbindungstechniken	TCP/IP via LAN
		TCP/IP via Internet (WAN)
		Modem zu Modem
		Kabel-Direktverbindung
	Verbindungsmodelle	Zentralistisches Modell
		Halbzentralistisches Modell
		Verteilter Ansatz
<b>Physik-System</b>	(korrektes Objektverhalten)	
<b>Editoren</b>	Leveleditoren	
	Objekteditoren	

### 2.4.3 Der Bereich Programm

#### Zustandsspeicherung und Datenmanagement

Wie man bereits erkennen konnte, fallen in einem Computerspiele viele Daten an. Die Daten müssen während des Spiels zwischengespeichert (Datenmanagement), aber auch beim längeren Unterbrechen des Spiels abgespeichert werden können (Zustandsspeicherung). Zu diesen Daten gehören:

- die Inhalte der Variablen, die zusammengefasst den Spielstand bilden,
- welche Objekte im Moment auf dem Spielfeld sind (verwaltet und gespeichert im sog. Objektbaum, einer hierarchischen Aufzeichnung),
- die Benutzerdaten (z.B. sein Name, sein Schwierigkeitsgrad, die Grafik- und Soundeinstellungen),
- die Leveldaten (z.B. für jeden Level die Startwerte, die Ereignisse im Level, das Verhalten des Computergegners) sowie
- die Speicherverwaltung, die die Daten im physikalischen Speicher des Computers organisiert.

Eine besondere Rolle haben dabei die Leveldaten. Sie definieren die Ausgangssituation einer Spielrunde und welche Ereignisse den Spieler erwarten bzw. wie sich der Computergegner verhält. Eng damit ist das so genannte Scripting verbunden, bei dem die Reihenfolge und der Zeitpunkt der Spielereignisse festgelegt wird.

#### Scripting

Das Scripting<sup>1</sup> ist die Umsetzung des „Drehbuchs“ des Levels. Hiermit wird die Dramaturgie eines Levels technisch umgesetzt. Hierzu werden für einen Level eine Reihe von Ereignissen bestimmt, die zu bestimmten Zeitpunkten geschehen sollen. Diese Ereignisse werden in einer speziellen Sprache oder einem grafischen Skript-Editor eingegeben und gespeichert. Das kann geschehen, um einen Gegner zu simulieren: Sofern der Computergegner nicht über eine aufwändige Künstliche Intelligenz (s.u.) gesteuert wird, können seine Handlungen einzeln als Ereignisse eingegeben werden. Ein solcher Computergegner ist nicht wirklich intelligent und wird auch leicht durchschaut. Es können aber auch andere Ereignisse eingespielt werden, die das Spiel reizvoller machen: In „SimCity“ zerstören Erdbeben oder Godzilla Teile der Stadt des Spielers und fordern ihn heraus die Stadt wieder aufzubauen.

Natürlich kann man ein Spiel auch ohne Scripting entwerfen: In einem Adventure geschehen Dinge, wenn der Spieler an eine bestimmte Stelle auf dem Spielfeld gerät oder einer anderen Spielfigur begegnet. Es ist aber leicht vorstellbar, dass auch diese Spiele interessanter sind, wenn nicht alles in der direkten Nähe des Spielers geschieht. In der Realität geschehen Dinge ohne das direkte Zutun eines Menschen und die Spielwelt sollte sich auch in dieser Hinsicht möglichst „realistisch“ verhalten.

#### Künstliche Intelligenz

Bei komplexen Spielen ist es schwierig, den Gegner mit Skripten zu simulieren. Man verwendet dann Computergegner mit künstlicher Intelligenz (KI). Diese KI-Computergegner (Agent, s.u.) treffen die konkreten Entscheidungen nach allgemeinen Prinzipien.

---

<sup>1</sup> Scripting bezeichnet hier eine Komponente des Computerspiels und steht natürlich in engen Zusammenhang mit dem Entwerfen des Drehbuchs. Dieses Drehbuch erstellt der Spieledesigner. Der Spielprogrammierer hat bestimmte Funktionen bzw. Tools um das Drehbuch zu realisieren, die hier als Scripting bezeichnet werden.

Die Programmierung der KI ist eine schwierige Aufgabe. Die konkreten Lösungen fallen zudem sehr unterschiedlich aus. Da es hier weniger um die Programmierung eines Computerspiels geht, erläutere ich die KI nur sehr allgemein (vgl. hierzu v. a. Dobrovka 2003, S. 444 ff.).

### Wegfindung

Eine der einfach wirkenden Aufgaben der Spiel-KI ist das Bewegen einer Spielfigur. Technisch ist diese Aufgabe anspruchsvoll. Die so genannte Wegfindung ist das Ermitteln eines Weges, den eine Spielfigur über das Spielfeld gehen soll. Dies ist nicht nur erforderlich, wenn der Computergegner seine Figuren über das Spielfeld bewegt. Auch wenn der Spieler einer Figur eine neue Stelle auf dem Spielfeld zuweist, muss der Weg dort hin berechnet werden. Hierfür wird ein Spiel in eine Struktur aus Feldern aufgeteilt. Wenn sich die Figur bewegen soll wird sie von der KI Feld für Feld über die Spielkarte geführt (über die Feldstruktur). Viele Spiele bestehen schon aus Feldern (aus grafischen „Tiles“, engl. für „Kachel“, s.u.).

Man kann sich das wie einen gefliesten Boden vorstellen: Eine „Fliese“ verkörpert ein Stück Wiese, eine andere ein Stück Ufer oder See. Die Spielkarte ist also ein Mosaik aus „Grafik-Fliesen“. Andere Spiele (speziell 3d-Spiele) müssen erst in solche Felder eingeteilt werden, da sie aus einer einzigen großen Grafik (aus der „Heightmap“ s. S. 62) bestehen. Das Schwierige dabei ist herauszufinden, über welche Felder die Figur ihr Ziel am schnellsten erreichen kann, ohne mit Hindernissen zu kollidieren und ohne Umwege zu gehen. Hierfür werden Wegfindungs-Algorithmen eingesetzt, die alle möglichen Wege ermitteln und den bestgeeigneten auswählen.

7	6	5	6	7	8	9	10	11		19	20	21	22
6	5	4	5	6	7	8	9	10		18	19	20	21
5	4	3	4	5	6	7	8	9		17	18	19	20
4	3	2	3	4	5	6	7	8		16	17	18	19
3	2	1	2	3	4	5	6	7		15	16	17	18
2	1	0	1	2	3	4	5	6		14	15	16	17
3	2	1	2	3	4	5	6	7		13	14	15	16
4	3	2	3	4	5	6	7	8		12	13	14	15
5	4	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
6	5	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

grün: Startfeld

rot: Weg

blau: Zielfeld

grau: Hindernis

Abbildung 2/5: Wegfindung mittels Feldstruktur  
(Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Pathfinding>,  
letzter Zugriff: 14.05.2007)

### Helfer-KI

Eine weitere Hintergrundfunktion des Spiels ist es, die Eingabe des Spielers sinnvoll zu interpretieren. Um dies zu erreichen, werden Regeln aufgestellt, um nicht jede einzelne Interpretation programmieren zu müssen. Diese Funktion wird auch als KI bezeichnet, normalerweise aber nicht der KI zugeordnet, da sie sich nicht auf den Computergegner bzw. die Computerplayer bezieht.

### KI-Modell der Spielwelt

Die KI benötigt Informationen über die Spielwelt. Sie werden im (KI-)Modell der Spielwelt zur Verfügung gestellt. Ebenso wie der Spieler sich über das Spiel allgemein und über jeden neuen Level einen Überblick verschaffen muss, muss auch die KI Informationen über den Level und das Spiel allgemein haben:

- Wie sieht das Spielfeld aus, welche Spielfiguren sind aktuell darauf, welche Hindernisse gibt es (Repräsentation der Umwelt)?
- Welche Spielfiguren gibt es, welche Handlungen sind möglich (Verhaltensmöglichkeiten)?
- Welche Ergebnisse hat eine bestimmte Handlung in einer bestimmten Situation (Regelset kausaler Veränderungsmöglichkeiten)?

Da ein komplettes Modell der Spielwelt zu aufwändig ist, wird das Spielwelt-Modell der KI normalerweise vereinfacht. Natürlich betrachtet die KI nicht das Spielfeld, wie es der Spieler tun würde um sich einen Überblick zu verschaffen. Die Repräsentation der Spielwelt ist eine Auswahl von Variablen des Spiels, die den gegenwärtigen Zustand des Spiels beschreiben.

### **Computergegner**

Der Computergegner wird im Rahmen der Spiel-KI als Agent bezeichnet: „Ein autonomer Charakter (AC), oftmals auch Agent genannt, ist eine Spielfigur, die ihr Verhalten selbst bestimmt, d. h. autonom entscheidet, was sie als Nächstes tut.“ (Dobrovka, 2003, S. 445). Agenten in Computerspielen können Computer-Player oder Computer-Charaktere sein.

Ein Computer-Player (Computergegner) entspricht dabei einem virtuellen Gegenspieler für den menschlichen Spieler: In einem Strategiespiel verkörpert beispielsweise ein virtueller „König“ einen einzelnen Gegner, der seine Truppen (viele einzelne Spielfiguren) gegen den Spieler anführt. Ein Computer-Player ist also ein virtuelles Pendant zum menschlichen Spieler.

Computer-Charaktere werden zwar von der KI gesteuert, stellen aber keinen virtuellen Spieler dar. Ein Beispiel für solche Computer-Charaktere sind die einzelnen (computer-gesteuerten) Gegner in Ego-Shootern, die dem Spieler während des Spiels „begegnen“. Computer-Charaktere haben also keinen virtuellen Spieler im Hintergrund, sondern verhalten sich eher wie viele einzelne Spieler. Meist warten sie in einem engen Bereich der Spielkarte auf ein Ereignis und führen dann eine einfache Aufgabe aus: Beispielsweise greifen sie an, wenn der Spieler in ihre Nähe kommt.

Damit diese Agenten das Spiel steuern können benötigen sie eine Schnittstelle zu den Funktionen, die auch dem menschlichen Computerspieler zur Verfügung stehen. Natürlich wird ein solcher Agent nicht Maus und Tastatur benutzen, aber die von menschlichen Spielern abrufbaren Funktionen müssen auch von einem Agenten benutzt werden können. Der Zugriff auf die Steuerung des Spiels erfolgt für Agenten über das Funktionsinterface (vgl. Dobrovka 2003, S. 444 ff.).

Mit Zugriff auf die Funktionen des Computerspiels kann der Agent bereits einige einfache Handlungen ausführen. Beispielsweise kann er in einem Kriegs-Strategiespiel eine Kaserne bauen, um später kämpfende Einheiten „auszubilden“, d. h. Objekte generieren zu können. Um nun zu entscheiden, an welcher Stelle der Agent seine Kaserne bauen soll, werden in den sog. KI-Hilfsfunktionen Vorgehensweisen programmiert, um einen solchen Bauplatz zu finden (z.B. durch Absuchen der Start-Basis nach freien Plätzen nahe am Zentrum dieser Basis). KI-Makros setzen solche einzelnen, einfachen Handlungen zu komplexeren zusammen (z.B. Bauplatz suchen, Kaserne bauen und Einheiten ausbilden). Da nicht alles sofort erledigt werden kann (z.B. können nicht alle Einheiten auf einmal gebaut werden) braucht die KI ein Kurzzeitgedächtnis (KI-Zwischenspeicher). Hier werden Handlungen abgelegt, die nicht sofort bzw. nicht vollständig erledigt werden können oder später nochmals erledigt werden sollen. In Reaktionstabellen ist festgelegt, wie der Agent auf bestimmte Situationen reagieren soll (z.B. auf einen Angriff).

Obwohl so einige anspruchsvolle Aufgaben von der KI erledigt werden können, ist das Verhalten bisher weitgehend reaktiv. In den KI-Zielen wird definiert, wie der Agent agieren soll: Durch die Definition von Ziel-Zuständen und dem Vergleich mit

dem Ist-Zustand können Abweichungen ermittelt und Handlungen zur Erreichung der Ziele abgeleitet werden. Dabei sind in den meisten Fällen verschiedene Handlungsalternativen vorhanden, weshalb die KI Entscheidungen treffen muss. Diese Entscheidungen können fest vorgegeben werden (deterministisch), es kann eine Alternative per Zufall ausgewählt werden oder es wird geprüft, welche Alternative die Ziele am Besten erreichen dürfte (zielorientiert).

Da das Letztere sehr rechenaufwändig ist, wird zumeist ein Kompromiss gewählt:

- möglichst viele (einfache) vorgegebene Entscheidungen,
- so wenig wie möglich (aufwändige) zielorientierte Entscheidungen und
- einige (ergänzende) Zufallsentscheidungen.

Wenn nur vorgegebene Entscheidungen eingesetzt würden wäre die KI zu leicht zu durchschauen, weil der Spieler die vorgegebenen Reaktionen mit der Zeit erlernt.

Die KI kann mit sog. Individualparametern realistischer gestaltet werden: Menschliche Spieler sind aggressiv oder defensiv, sind vorsichtig oder riskieren viel, sind Einzelkämpfer oder verbünden sich, sind sparsam oder verschwenderisch. Alle diese Unterschiede können auch bei der Programmierung einer Computer-Gegner-KI berücksichtigt werden, um sie realistischer zu machen.

### Netzwerkcode

Viele Spiele können über verbundene Computer von mehreren Spielern gleichzeitig gespielt werden. Um dieses gemeinsame Spiel zu ermöglichen, kann der Spielstand ständig über den so genannten Netzwerkcode an andere Spieler gesendet werden. Vor allem zwei Formen des netzwerkbasierten Spielens werden aktuell gespielt:

- Seit mehreren Jahren treffen sich Spieler auf so genannten „LAN-Parties“ um ihre Computer über ein lokales Netzwerk zu verbinden und so gemeinsam zu spielen.
- In den letzten Jahren ist das Spielen über das Internet beliebt geworden. Dabei sind die Computer nicht über ein lokales Netzwerk, sondern über das Internet verbunden. Ein bekanntes Beispiel ist das Online-Rollenspiel „World of Warcraft“ (<http://www.wow-europe.com/de/>).

Hierfür können verschiedene Verbindungstechniken verwendet werden. Die Spieldaten können über ein lokales Netzwerk (LAN) aus räumlich nahen Computern oder über das Internet an weltweit verteilte Rechner übertragen werden. In beiden Fällen wird das Protokoll TCP/IP (Transfer Control Protocoll/Internet Protocoll) verwendet, weshalb sich hier Unterschiede nur aus der schlechteren Verbindung über das Internet ergeben (vor allem längere Reaktionszeiten). Daneben können Spieler-Computer auch durch Daten-Modems oder durch ein Kabel verbunden werden (ein sog. Nullmodem-Kabel, bei dem die Daten ohne Modem direkt zwischen den Schnittstellen der beiden Rechner übertragen werden können). Diese beiden Varianten sind aber mittlerweile unüblich.

Eine wichtige Frage ist auch, welche Daten ausgetauscht werden sollen. Beim zentralistischen Ansatz gibt ein Zentralrechner alle auszugehenden Daten an angeschlossene Spieler-Rechner weiter und empfängt ihre Eingaben. Sparsamer in der Datenmenge ist der halbzentralistische Ansatz, bei dem nur Spielstandänderungen übertragen werden.

Sehr wenig Daten müssen beim verteilten Ansatz übertragen werden: Bei jedem Spieler läuft eine vollständige Kopie des Spiels und es werden nur noch Informationen ausgetauscht, welcher Spieler welche Aktion ausgeführt hat. Die Datenmenge entscheidet darüber, wie schnell ein Spiel die Informationen austauschen kann und damit wie wenig Verzögerungen beim Spielen auftreten.

### Physiksystem

Mit zunehmender Leistungsfähigkeit der Computertechnik wird versucht nicht nur Computergegner und Verhaltensweisen von Spielfiguren möglichst echt wirken zu lassen. Figuren, Gegenstände und andere Objekte im Spiel sollen sich auch physikalisch korrekt verhalten. Spielfiguren werden weggeschleudert, Fässer explodieren, Kronleuchter können von der Decke geschossen werden und Handgranaten rollen über das Spielfeld. Diese Auswahl zeigt, dass diese physikalischen Effekte besonders in Ego-Shootern eingesetzt werden. Physikalische Effekte werden im Laufe der Spieleentwicklung aber dazu beitragen, dass die meisten Spiele realistischer wirken werden. Das erhöht die Erlebnisqualität, d. h. das Eintauchen in die Spielwelt (Immersion) wird durch zunehmenden Realismus verstärkt.

### Editoren

Viele moderne Spiele bieten dem Spieler die Möglichkeit, das Spiel nach den eigenen Vorstellungen zu erweitern. Hierfür werden einerseits Leveleditoren angeboten, die es ermöglichen, Level nach eigenem Geschmack zu entwerfen und zu spielen. Andererseits gibt es auch Möglichkeiten, nicht nur einen ganzen Level zu entwerfen, sondern auch einzelne Objekte des Spiels zu verändern. Hierfür werden jeweils Level- bzw.



Abbildung 2/6: Der Spieleeditor des Spiels Unreal, Epic Games Inc. (Quelle Bates 2002, S. 92)

Objekteditoren bereitgestellt (siehe Bild). Sie sind Werkzeuge, um das Bearbeiten von Level und Objekten so weit zu vereinfachen, dass ein Spieler nicht programmieren können muss, um das Spiel anpassen zu können. Diese Editoren wurden ursprünglich für die Produktion des Spiels genutzt. So genannte „Mods“ (weitgehende Modifikationen) erfreuen sich großer Beliebtheit und werden sogar dafür genutzt Filme mit Computerspielen zu erstellen (Machinimas, s. <http://www.machinima.com/>).

Tabelle 2/3: Der Bereich Ausgaben (visuell) im OOPIO-Modell

Ausgaben (Output) visuell		
<b>Objektrepräsentation</b>	2d (zweidimensional)	Sprites
		Tiles
		Map
		Sprite-Animationen
		Hintergründe
		Texturen bei 2d
	3d (dreidimensional)	Vertices/Modelle
		Texturen bei 3d
		Kamera
		Räume
Feldstruktur		
<b>Anzeigen</b>	Ständige	
	Abrufbare	
<b>Meldungen</b>	Textmeldungen	
	Hervorhebungen	
	Einblendungen	
	Animationen	
	Bubble-Help	
	Dialogboxen	
<b>Ansichtsausschnitt</b>	Kameraposition	
	Kamerarotation	(Gier-Winkel)
	Kamerawinkel	(Nick- und Rollenwinkel)
	Kamerazoom	
<b>Bildschirmaufteilung</b>	Spielbereich	
	Funktionsbereich	
	Totbereich	
	Bedienelemente im Spielbereich	
	Kontextmenü-artige	
<b>Sondersequenzen</b>	Menüs und Sonderschirme	Titelbild, Logos
		Menüs
		Info-Screens
	Film-Sequenzen	Intro
		Zwischensequenzen
		In-Level-Sequenzen
	Techniken	Video
		Renderfilm
		Animationen mit der Gameengine

#### 2.4.4 Der Bereich „Ausgabe“

Ein sehr bedeutender Teil des Computerspiels ist die Ausgabe der Daten. Die visuellen und auditiven Ausgaben des Computerspiels werden vom Spieler direkt wahrgenommen und gelten allgemein als wichtiges Qualitätsmerkmal. „Grafik“ und „Sound“ haben ihren festen Platz in jeder Spielbewertung. Da der Bereich Ausgabe im Modell recht umfangreich ist, finden sich in der Tabelle auf der vorigen Seite nur die grafischen Ausgaben. Die akustischen Ausgaben folgen in einer weiteren Tabelle nach der Beschreibung der grafischen Ausgaben.

##### Objektrepräsentation in 2d

Im Mittelpunkt der grafischen Ausgabe stehen die Objekte. Vorab sei darauf hingewiesen, dass sie eine Doppelrolle haben, da sie neben der Ausgabe oft auch gleichzeitig der Eingabe von Befehlen dienen. Hierauf wird weiter unten eingegangen. Bei Computerspielen muss zwischen zwei Formen unterschieden werden: zwischen der zweidimensionalen und der dreidimensionalen Darstellung.

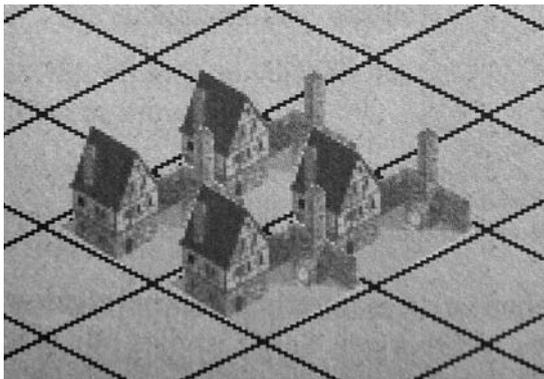


Abbildung 2/7: Sprites und Tiles in isometrischer Darstellung (Quelle Dobrovka 2003, S. 646)

Bei 2d-Spielen besteht die Welt vor allem aus vielen, kleinen, einzelnen Grafiken: den Sprites und Tiles. Einfach ausgedrückt sind Sprites der Vordergrund und Tiles der Hintergrund: Sprites stellen z.B. eine Spielfigur dar, Tiles „kacheln“ das Spielfeld wie Fliesen den Boden.

Die Tiles werden nebeneinander angezeigt und bilden die Map (das Spielfeld). Während in den ersten Spielen flache Grafiken in der Draufsicht üblich waren, sind heute (je nach Genre) 2d-Grafiken verbreitet, die einen dreidimensionalen Eindruck erzeugen (isometrische oder perspektivische Darstellung). Die Sprites und Tiles erwecken durch geschickte Gestaltung den Eindruck, dass man dreidimensionale Figuren und Landschaften vor sich hat. Solche Spiele sind leicht daran zu erkennen, dass man die Ansicht auf das Spiel nicht beliebig ändern kann. Zumeist gibt es nur zwei oder drei Vergrößerungsstufen (Zoom) und nur Ansichten von vier Seiten des Objekts.

Doch wie kann man bei einer zweidimensionalen Ansicht vier Seiten eines Objekts zeigen? Ganz einfach: Jedem Objekt ist nicht nur eine Grafik (ein Sprite) zugewiesen, sondern mehrere. Damit kann man eine Grafik für jede Seitenansicht anlegen und anzeigen. Objekte haben allerdings noch eine andere Eigenschaft, für die sie viele zusätzliche Grafiken benötigen: die Animation. Soll sich eine Figur im Spiel bewegen, wird eine Folge von Bildern angezeigt, die den Bewegungsablauf wie ein Zeichentrickfilm in einzelne Zwischenschritt-Grafiken abbildet. Je mehr Grafiken hierfür verwendet werden, desto realistischer ist die Bewegung.



Abbildung 2/8: Grafik für ein animiertes Sprite eines brennenden Feuers (Quelle Dobrovka 2003, S. 275)

In vielen Spielen kann man am Rande des Spielfelds einen Horizont sehen. Dieser Hintergrund schließt das begrenzte Spielfeld optisch ab.

Um auch die Bedienelemente eines Spiels besser in die Spielstimmung zu integrieren, werden zu ihrer optischen Anpassung Texturen eingesetzt. Texturen sind Grafiken, die möglichst unauffällig nebeneinander wiederholt werden können. D.h. wenn man zweimal die gleiche Textur nebeneinander anzeigt, darf sich keine Kante zwischen den beiden Grafiken zeigen.

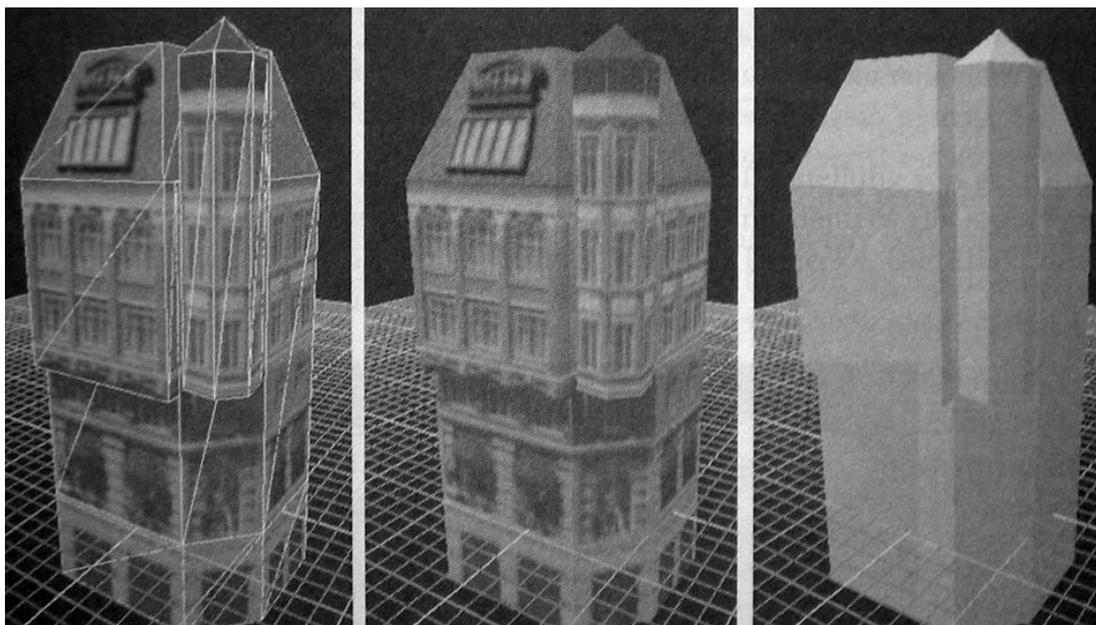


Abbildung 2/9: Konstruktion eines 3d-Objekts aus Vertices (Quelle Drobvka 2003, S. 664)

### Objektrepräsentation in 3d

Bei dreidimensionalen Spielen werden Objekte nicht durch Anzeige einer (bzw. mehrerer) 2d-Grafiken realisiert. Eine Spielfigur, ein Baum, ein Gebäude wird als dreidimensionales Modell erstellt (Modelling). Dieses 3d-Modell setzt sich aus einer Vielzahl kleiner Dreiecke (Vertices) zusammen. Das Modell wird aus Dreiecken aufgebaut, da diese datensparsam verarbeitet werden können. Weil die wenigsten Objekte Ähnlichkeiten mit Dreiecken haben, braucht man eine gewisse Anzahl dieser. Man versucht also ein Objekt aus möglichst wenigen Dreiecken aufzubauen, wobei für eine bessere optische Qualität auch mehr Dreiecke verwendet werden müssen (siehe Bild).

Um mit weniger Dreiecken auskommen zu können, wird nicht jedes Detail daraus aufgebaut, sondern nur die Form grob nachkonstruiert (weshalb auch in aktuellen Spielen alles ein wenig eckig aussieht). Die fehlenden Details werden durch Texturen „aufgemalt“. Während in 2d-Spielen nur Bedienelemente einen digitalen „Anstrich“ bekommen, sind Texturen bei 3d-Spielen elementar. Ansonsten wären nur Gittermodelle zu betrachten. Auf diese Gittermodelle werden die Texturen gelegt um z.B. einen Eindruck von Haut oder Holz zu vermitteln. Eine Textur ist auch hier nur eine Grafik, die einen bestimmten optischen Eindruck vermittelt: Z.B. fällt in vielen architektonischen, dreidimensionalen Abbildungen von Städten oder Burgen auf, dass die

Gebäude nur grob erfasst werden und die Fassade nicht mehr so dreidimensional aussieht. Hier wurde einfach eine Fotografie der Fassade auf die klotzartige Nachbildung des Gebäudes gelegt (s. Abb. 2/9).

In einem 3d-Spiel hat man mehr Möglichkeiten das Spiel zu betrachten: Man kann den Blickwinkel beliebig verändern, kann stufenlos (in einem künstlich begrenzten Bereich) vergrößern und verkleinern und sich alles von jeder Seite ansehen. Dies ermöglicht eine Kamera, die wie jedes Spielobjekt im Raum platziert ist. Natürlich kann der Spieler die Kamera nicht sehen, sondern nur das was diese „aufnimmt“ (anzeigt). Von der Kamera ausgehend sieht man auf ein Spielobjekt (roter Ball). Das hellere Rechteck stellt die Scheibe des Monitors dar. Der Spieler kann nur sehen, was sich innerhalb des Pyramidenstumpfs von diesem Rechteck aus bis zum hinteren, dunkleren Rechteck befindet (die hintere Begrenzung der Sichtweite). Je nach Spiel kann die Kamera bewegt werden (s. u.) und damit die Ansicht auf den Ball oder Teile des Spiels, die man zunächst nicht sehen konnte, verändern.

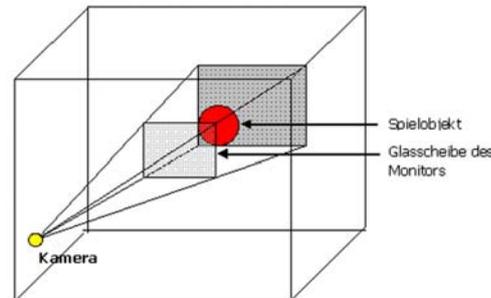


Abbildung 2/10: Der 3d-Raum mit Kamera, Objekt und Sichtbereich

Fehlt noch die „Karte“, das Spielfeld auf dem das Spiel stattfindet. Wie in obiger Grafik angedeutet, besteht jedes 3d-Spiel aus einem alles umgebenden Würfel. In diesem Würfel wird als Spielfeld eine Fläche angezeigt, durch die die Objekte nicht hindurch dringen können. Damit auch hier ein dreidimensionaler Eindruck entsteht, hat diese Fläche ein Höhenprofil wie jede Landschaft in der Realität. Dies wird mit der so genannten „Heightmap“ erreicht. Sie ist eine flache Grafik, die mit einer topographischen Karte vergleichbar ist: Mit unterschiedlichen Graustufen oder Farbtönen wird festgelegt welche Stelle der Karte eine Erhöhung oder Vertiefung ist. Hinzu kommt die Feldstruktur, die ich bereits bei der KI angesprochen hatte: Damit die Spielobjekte auf der Karte gesteuert werden können, wird ein unsichtbares Netz aus einzelnen Feldern auf die Heightmap gelegt. Auf diesem können sich die Objekte unmerklich wie auf einem gekachelten Boden bewegen. Diese Feldstruktur ist Brettspielen sehr ähnlich: Sie bestehen ebenfalls aus Feldern auf denen die Figuren positioniert werden und über die sie das Spielfeld überqueren.

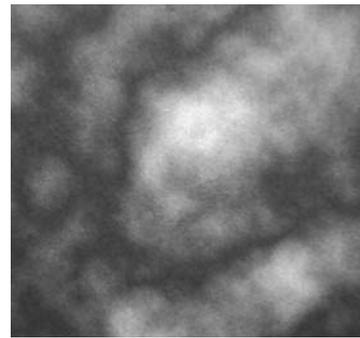


Abbildung 2/11: Beispiel für eine Heightmap (Quelle: Dobrovka 2003, S. 796)

### Anzeigen und Meldungen

In einem Spiel werden konstant Ausgaben gemacht. Neben den Objekten, die behandelt wurden, gibt es aber auch in den meisten Spielen abstrakte Informationen (der Gesundheitszustand der eigenen Spielfigur in einem Ego-Shooter, der eigene Geldbestand in einem Wirtschafts-Strategiespiel oder die Gegenstände, die man in einem Rollenspiel gesammelt hat). Hierfür werden Anzeigen eingesetzt, die konstant auf dem Bildschirm zu sehen sind (ständige Anzeigen) oder die über ein Bedienelement aufgerufen werden können (abrufbare Anzeigen). Für diese Anzeigen werden z.B. Zahlen,

Balkengrafiken, Tortengrafiken, Text und Grafik kombiniert und oft mit Farbänderung (je nach Status) ausgegeben. Auch das Aussehen der Spielfiguren wird modifiziert, um Informationen auszugeben: In vielen Spielen zeigen „verletzte“ Spielfiguren zunehmend „körperliche Schäden“. So sieht der Spieler schnell, wenn die Figur angeschlagen ist. Ebenso werden die Objekte animiert, um ihren Zustand/ihre Aktivität anzuzeigen: In vielen Strategiespielen werden Bauern eingesetzt um Ressourcen zu beschaffen (Nahrung, Holz, etc.). Durch die Animation kann der Spieler sehen, ob diese Figur arbeitet oder ob man ihr einen neuen Auftrag zuweisen muss. Die Vielfalt ist hier sehr groß und hängt stark davon ab, was angezeigt werden muss. Die Anzeigen sind je nach Genre sehr unterschiedlich.

Einige Informationen werden aber nicht ständig angezeigt. Sie erscheinen nur wenn ein bestimmtes Ereignis eintritt: Z.B. bei einem Angriff des Gegners, bei einer Botschaft des menschlichen oder künstlichen Gegenspielers oder einem Erdbeben in SimCity. Diese Meldungen haben ebenfalls sehr unterschiedliche Formen. Es können Texte in einem festen Bereich oder in einem Fenster auf dem Spielfeld angezeigt werden. Auch können einzelne Objekte auf dem Spielfeld durch Blinken oder durch Kreise um sie herum hervorgehoben werden. Zusätzlich können Einblendungen auf Objekte aufmerksam machen oder Hinweise geben (z.B. Pfeile in Adventure-, Rollen- oder Shooter-Spielen, die anzeigen in welcher Richtung sich der nächste Gegner befindet). Ähnlich werden Animationen eingesetzt: Die Botschaft eines Gegners wird von einem animierten „Diplomaten“ überbracht. Zu den Meldungen zähle ich auch Dialogboxen und die so genannte „Bubble-Help“. Dialogboxen sind von vielen Programmen bekannt. Es handelt sich dabei um Fenster mit einer Text-Information, die mit einem Klick mit der Maus (z.B. auf „OK“) wieder ausgeblendet werden können. Auch die Bubble-Help, bei der eine kurze Info eingeblendet wird, wenn man den Mauszeiger kurze Zeit auf einem Bedienelement verharren lässt, wird in zahlreichen Programmen eingesetzt.

### **Ansichtsausschnitt und Bildschirmaufteilung**

Bei der Schilderung, wie Objekte dargestellt werden können wurde bereits auf die Steuerung der Ansichten eingegangen. Grundsätzlich gibt es zwischen 2d und 3d keine großen Unterschiede. Bei beiden kann man sich die Ansicht des Spielers als „Aufnahme“ einer Kamera vorstellen. Bei 2d ist diese festgelegt, weshalb hier nicht viele Veränderungen vorgenommen werden können. Allerdings sind der Ansichtsausschnitt und seine Steuerung für den Spieler sehr bedeutsam. Auf Grundlage der Kamera-Metapher kann man die Parameter der Ansichtsteuerung einfach erklären. Als erstes bestimmt die Position der Kamera im Spiel was der Spieler sieht. Diese Position kann durch Fahrten über die Karte verändert werden. Dabei gibt es unterschiedliche Blickperspektiven:

- In so genannten „Third-Person-Spielen“ blickt man von einer etwas erhöhten Position auf den Rücken seiner Spielfigur (z.B. bei Adventures und Rollenspielen). Durch die Bewegungen der Spielfigur ändert sich die Spielansicht mit der Blickrichtung der Figur. Zusätzlich kann nach oben und unten geschaut werden oder ein unterschiedlich großer Ausschnitt gezeigt werden (Zoom).
- In so genannten „First-Person-Spielen“ (vor allem Egoshooter) blickt man aus der Sicht seiner Spielfigur auf das Spielfeld, auf dem man steht. Durch Steuerung des Kopfs der Spielfigur nach oben, unten, rechts oder links verändert man die Ansicht auf das Spiel.
- Bei Strategiespielen ist der Blick aus der Vogel-Perspektive von oben auf große Teile des Spielfelds gerichtet. Indem man mit dem Mauszeiger an den Bildschirmrand fährt, wird die Kamera in die entsprechende Richtung bewegt.

Die Rotation der Kamera, also in welche Richtung die Kamera schaut, wenn man sie dreht, ist bei 2d-Spielen eingeschränkt: Diese Drehung ist auf die Richtungen begrenzt, für die weitere Seitenansichten angelegt wurden (zumeist vier). Aber auch in 3d-Spielen können alle diese Möglichkeiten begrenzt sein: Einerseits kann damit die Nutzung des Spiels vereinfacht werden, wenn diese Möglichkeiten nicht gebraucht werden.

Andererseits wird die Ansicht oft auch aus technischen Gründen eingeschränkt, um z.B. Objekte nur von einer Seite modellieren zu müssen oder eine schlechte Qualität bei zu starker Vergrößerung zu verhindern. Ähnlich verhält es sich bei dem Kamerawinkel (Nickwinkel bedeutet nach oben und unten schauen, Rollwinkel deutet die Drehung an, wenn man den Kopf auf die Schulter legt) und dem schon angesprochenen Kamerazoom (Vergrößerung). In den meisten 2d-Spielen kommt man damit aus, vier Seitenansichten, zwei Vergrößerungsstufen und die Verschiebung der Kameraposition zu realisieren.

Auf dem Bildschirm werden nicht nur direkte Spielobjekte und das Spielfeld angezeigt. Für die Nutzung des Computerspiels ist von großer Bedeutung, wie die einzelnen Spielelemente angeordnet werden. Der Bildschirm wird in drei funktionelle Bereiche aufgeteilt: in den Spielbereich, den Funktionsbereich und den Totraum. Im Totraum finden sich nur dekorative Grafiken, Logos und Schriftzüge oder gar nichts (Flächen in Hintergrundfarbe). In modernen

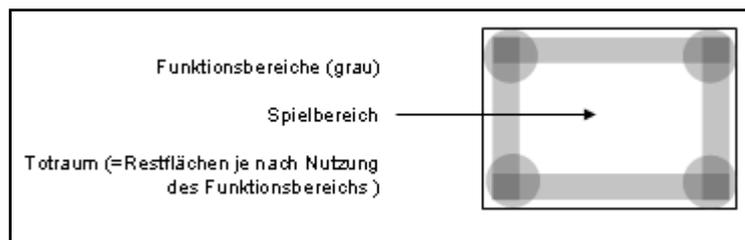


Abbildung 2/12: Bildschirmaufteilung in Spielbereich, Funktionsbereich und Totraum

Spielen fällt der Totraum relativ gering aus, da zunehmend mehr Funktionen in das Spiel integriert werden, die direkt erreichbar sein müssen. Natürlich gibt es auch Spiele (vor allem die einfachen), die den Bildschirm erst gar nicht komplett beanspruchen (z.B. Solitär) oder aber dank weniger Interaktionsmöglichkeiten viel Totraum aufweisen. Ebenfalls einfach ist der Spielbereich zu verstehen: Es handelt sich hierbei um den Bereich, in dem das Spiel überwiegend stattfindet (zumeist der größte, zentrale Teil des Bildschirms). Der Funktionsbereich ist der Raum, in dem Bedienelemente und Anzeigen angeordnet werden.

Der Spielbereich nimmt normalerweise die Bildschirmmitte ein. Der Funktionsbereich nimmt an den vier Rändern geschätzt ein Viertel bis ein Fünftel des Bildschirms ein. Dabei werden aber nicht immer alle Ränder ausgenutzt: Sehr häufig ist ein breiterer Funktionsteil am unteren Bildschirmrand, ergänzt durch einen schmaleren Streifen am oberen Bildschirmrand. Meist ragen am linken oder rechten Rand noch weitere Elemente in den Spielbereich, die aber teilweise nicht ständig angezeigt werden. In vielen Spielen werden auch nur einzelne Ecken des Bildschirms genutzt (z.B. bei „die Sims“), die dann als einziges Element auch weiter in das Bild ragen.

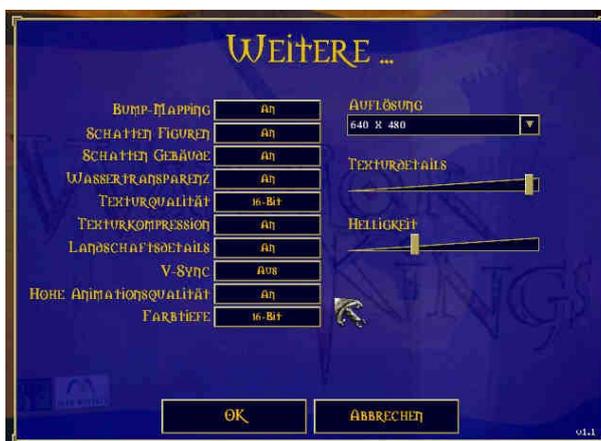
Auch die Spielobjekte können zur Bedienung genutzt werden. Sie sind damit Bedienelemente, die aus dem Funktionsbereich in den Spielbereich verlagert wurden. Während früher ein Klick auf ein Objekt die Funktionen im Funktionsbereich zur Verfügung stellte, gibt es zunehmend Spiele, die das Konzept der Kontextmenüs übernehmen (bekannt von Windows: Bei Rechts-Klick auf ein Objekt, z.B. ein Programmicon auf dem Desktop, klappt ein Fenster mit Bedienelementen und Informationen auf).

### Sondersequenzen

Sondersequenzen habe ich so bezeichnet, weil sie mit dem Spielzyklus im engeren Sinne nichts zu tun haben. Sie werden benutzt um die Stimmung zu vertiefen, um Teile der Geschichte zu erzählen, um Hinweise zu geben etc. Diese Sondersequenzen sind filmartige Sequenzen im Level, zwischen Level oder am Anfang des Spiels. Es sind aber auch einfache statische Bilder zur Anzeige eines Hersteller-Logos oder Bedienmenüs aus statischen Bildschirmen mit Bedienelementen.

Bei den Menüs und Sonderschirmen sind zu Beginn des Spiels folgende zu nennen:

- Startfenster auf dem Desktop (zum Starten, Deinstallieren oder Eingeben von Optionen),
- Startbildschirme mit statischen Grafiken und einer Anzeige des Ladefortschritts,
- Einblendungen von Hersteller- und Publisher-Logos und
- das Hauptmenü mit seinen Untermenüs.



Im Hauptmenü können unterschiedliche Spieler ihr Profil anlegen, Einstellungen vornehmen (Grafik, Sound, Steuerung, Schwierigkeitsgrad etc.) und den Spielmodus aufrufen (je nach Spiel: freies Spiel, Folge aufeinander aufbauender Level [Kampagnen] etc.). Filmische Sequenzen dienen zumeist der Erzählung der Geschichte des Spiels. Aber auch während des Spiels werden oft bestimmte Ereignisse in animierten Sequenzen gezeigt. Hier lassen sich Sequenzen am Anfang des Spiels (Intros) zwischen den Level oder in den Level unterscheiden.



Abbildung 2/13: Ein Einstellungs Menü und ein Bildschirm zur Erzählung der Geschichte (Quelle: Warrior Kings, Black Cactus Games)

Zur Vermittlung der Geschichte sind, anstelle von filmischen Sequenzen, auch statische Bildschirme mit Text, die durch (wechselnde) Bilder oder kleine Animationen, Hintergrundmusik und gesprochenem Text angereichert sind, üblich. Technisch waren diese filmischen Sequenzen früher oft Realvideos. Gegenwärtig

sind so genannte Renderfilme (3d-Animationen in hoher Qualität) oder zunehmend Animationen üblich, die mit der Spiel-Engine erstellt werden und somit in der Qualität dem restlichen Spiel entsprechen (aber dafür einfacher herzustellen sind).

Ergänzend zu den visuellen Ausgaben haben die auditiven Ausgaben eine große Bedeutung in Computerspielen, die oft unterschätzt wird. Obwohl hier nicht viele unterschiedliche Mittel existieren, kann ihr gezielter Einsatz große Auswirkungen haben. Allgemein haben akustische Ausgaben zwei Funktionen: Einerseits leisten sie einen Beitrag zur Stimmung des Spiels und helfen den Spieler zu fesseln. Andererseits haben sie die Funktion Rückmeldungen zu geben.

Tabelle 2/4: Der Bereich Ausgaben (auditiv) im OOPIO-Modell

Ausgaben (Output) Auditiv	
Musik (stetig)	Hintergrundmusik
	Spezielle Musik-Sequenzen
Meldungen (diskret)	Bestätigungen (von Klicks und Befehlen)
	Ereignisse
	Geräusche

### Musik (stetig)

Zur Gestaltung der Stimmung wird zumeist eine konstante (aber einstellbare) Hintergrundmusik gewählt. Zuweilen werden auch für spezielle Ereignisse im Spiel eigene Musiksequenzen eingesetzt, z.B. um die Spannung zu erhöhen, wenn der Gegner angreift, die Zeit knapp ist oder man sich (z.B. in Super Mario Land) dem Endgegner eines Levels nähert.

### Meldungen (diskret)

Als Rückmeldungen kommen so genannte Sound Effects zum Einsatz. Sie geben z.B. eine Stimme aus, wenn eine Spielfigur ausgewählt oder ihr ein Befehl erteilt wurde, wenn ein wertvoller Spielgegenstand berührt und damit eingesammelt wurde oder wenn ein (eigener oder fremder) Schuss abgefeuert wurde. Hierbei gibt es aber auch Mischformen: In manchen Spielen machen Spielfiguren, die im Hintergrund selbstständig einen Befehl ausführen, Geräusche (z.B. das Geräusch des Holzhackens bei Holzfällern). Diese Geräusche signalisieren einerseits, dass die im Bildschirm gezeigten Figuren Arbeiten nachgehen. Da allerdings nicht für alle Einheiten auf dem Bildschirm ein Geräusch ausgegeben werden kann, ist dieses Feedback sehr eingeschränkt. Andererseits trägt dies stark zur Atmosphäre des Spiels bei: Eine Stadt in einem Strategiespiel wirkt echter, wenn man nicht nur aktive Figuren sieht und dazu eine passende Musik im Hintergrund läuft, sondern wenn diese Stadt zusätzlich auch eine Vielzahl typischer Geräusche macht. Aber auch einfache Klicks mit der Maus oder bestimmte Ereignisse (eine Nachricht des Gegners) können mit Geräuschen hervorgehoben werden.

In dem hier schalenförmig aufgebauten OOPIO-Modell bildet die äußerste Schicht die Schnittstelle zum Spieler. Dabei sind im Wesentlichen die Form der Eingabe direkt oder über grafische Bedienelemente und die Art des Eingabegeräts zu unterscheiden.

## 2.4.5 Der Bereich „Steuerung“

Tabelle 2/5: Der Bereich Steuerung (Input) im OOPIO-Modell

Steuerung (Input)	
Direkte/nichtgrafische	Tastaturkürzel
	Nicht objekt- oder bedienelementbezogene Mausaktionen
	Joystick/Gamepad-Objektsteuerung
Indirekte/grafische	GUI-Standard-Elemente
	Objektrepräsentation
	Spezielle
Eingabegeräte	Maus
	Tastatur
	Joysticks/Gamepads
	Sonstige

### Direkte, nichtgrafische Eingaben

Spiele werden zumeist über grafische Bedienelemente bedient. Aber auch von Anwendungsprogrammen kennt man die Vorteile von Tastenkombinationen, die einem ermöglichen oft benötigte Befehle direkt einzugeben. Gerade für Vielspieler oder Spiele in denen es auf Reaktionsgeschwindigkeit ankommt, müssen Tastenbefehle (Shortcuts) bereitgestellt werden, damit die Spieler das Spiel schnell bedienen können. Es gibt darüber hinaus aber auch Aspekte des Spiels, die direkt mit dem Eingabegerät (z.B. der Maus) gesteuert werden, die aber keines der Spielobjekte betreffen. Diese mit dem Haupteingabegerät steuerbaren Aktionen befassen sich stets mit den am Meisten benötigten Funktionen des Spiels. Bei sehr vielen Spielen ist das die Steuerung der Ansicht auf das Spiel. In anderen Spielen, bei denen z.B. die Ansicht automatisch gesteuert wird, werden andere Funktionen umgesetzt (in Moorhuhn u. ä. fliegen die Objekte ins Bild und die Maus kann für das Abfeuern der Waffe verwendet werden). Ebenso ist es bei Spielen, bei denen stets ein bestimmtes Objekt gesteuert wird: Beispielsweise in Fahrzeug-Rennspielen ist die Ansicht auf die Rennstrecke durch den Blick aus dem Fahrzeug vorgegeben und muss nicht angepasst werden.

### Indirekte, grafische Eingaben

Der andere angedeutete Weg (vor allem bei komplizierten Spielen) geht über grafische Bedienelemente. Hierbei werden die allgemein bekannten Bedienelemente einge-

setzt, die man auch von anderen Programmen oder von Internetseiten kennt: Knöpfe, Auswahlfelder, Eingabefelder, Listen etc. (s. Steinmetz, 2000, S. 791 ff). Hinzu kommen die Spielobjekte selbst, die zur Bedienung des Spiels genutzt werden können. Bei genauerer Betrachtung kann man feststellen, dass die Objekte zumeist dem Aufruf bestimmter Bedienelemente im Funktionsbereich dienen (mit der Ausnahme der zunehmend eingesetzten Kontextmenüs).

Spezielle Formen in Computerspielen sind zusammengesetzte Elemente aus herkömmlichen Bedienelementen und Anzeigen, die auch zur Steuerung eingesetzt werden können. Z.B. können die sog. Minimaps, kleine Übersichtskarten des Spielfelds am Bildschirmrand, oft durch Klicken dazu benutzt werden an eine bestimmte Stelle auf dem Spielfeld zu „springen“.

### **Eingabegeräte**

Letztlich stehen dem Spieler verschiedene Geräte zur Eingabe zur Verfügung. Da in meiner Arbeit der Fokus auf Computerspielen liegt, sind das vor allem die Maus und die Tastatur. Eine lange Tradition hat aber auch der Joystick am Computer. Ergänzend können ebenso die von Konsolen gewohnten Gamepads für den Computer gekauft werden. Daneben gibt es noch einige spezielle Eingabegeräte, die auf bestimmte Spielarten zugeschnitten sind. Bekannt dürften die Kombinationen aus einem Lenkrad und Fußpedalen sein, die das Spielen von (Fahrzeug-) Rennsimulationen realistischer gestalten.

Bei den Eingabegeräten stehen vor allem rein technische Fragen der Einbindung und Abfrage im Vordergrund, die hier aber nicht bearbeitet werden. Daneben ist es interessant zu prüfen, wie die Eingabegeräte im Spiel genutzt werden, um dem Spieler eine möglichst gute und einfache Steuerung zu ermöglichen. Diese Fragen stehen aber mehr im Mittelpunkt der Usability-Forschung zu Computerspielen und nicht im Mittelpunkt meiner Arbeit.

## 2.5 Kritik, Weiterentwicklung und Funktionen

Das OOPIO-Modell ist ein Versuch Computerspiele allgemein zu beschreiben. Es ist insofern ein Versuch, als dass eine umfassende empirische Untersuchung und Beschreibung von Computerspielen mehr Zeit erfordern würde, als mir im Rahmen dieser Arbeit zur Verfügung stand. Das hier vorgestellte Modell ist als erster Schritt einer umfangreichen Erhebung und Kategorisierung von Computerspiel-Elementen zu verstehen, dem eine umfangreiche empirische Detaillierung folgen könnte.

### 2.5.1 Kritik

Zusammenfassend lassen sich folgende Ansatzpunkte für weitere Arbeiten am OOPIO-Modell feststellen:

- Das Modell hat einen hohen Abstraktionsgrad und eine geringe Beschreibungstiefe.
- Das Modell ist ein Spagat zwischen gegenstandsnaher und technischer Beschreibung.

#### **Abstraktionsgrad und Beschreibungstiefe**

Bei Betrachtung des OOPIO-Modells fällt auf, wie wenig dieses Modell mit der Vorstellung von einem Computerspiel zu tun hat. Dieser hohe Abstraktionsgrad ist der Tatsache geschuldet, dass das Modell möglichst vielen Computerspielen gerecht werden soll. Dies bedingt einen hohen Abstraktionsgrad. Ich möchte hier nochmal auf das Hausbaubeispiel verweisen: Aus der Liste der Baumaterialien, ihrer Anzahl und der Verarbeitungsanleitungen ist die konkrete Gestalt des Hauses nicht ableitbar. Wie gesagt zeigt erst der Bauplan die Gestaltung des Hauses auf, sowie die Komponenten des Computerspiels erst durch das Gamedesign Gestalt bekommen. Besonders abstrakt ist der Bereich Spielmodell (der Kern des OOPIO-Modells). Modelle, wie sie auch bei Simulationsprogrammen eingesetzt werden, liegen für das Simulationsprogramm bzw. das Computerspiel in Form von Algorithmen vor (vgl. Dick 2000, S. 28 ff.). Die im OOPIO-Modell benutzten Elemente des Spiemodells (Klassen/Objekte, Variablen/Konstanten und Kontrollstrukturen) sind eine objektorientierte Darstellung solcher Algorithmen. In ihrer mathematisch-abstrakten Form und mit einer symbolischen Ausgabe, anstelle einer (quasi-)realistischen, werden sie als Modellrechnungen bezeichnet. Die Spielwelt muss für die Programmierung in ein solches, berechenbares Modell umgewandelt werden. Seinen konkreten Charakter bekommt das Spielmodell erst durch die Ausgaben im Spiel.

Trotz aller Begründungen führt der hohe Abstraktionsgrad zu einer sehr vagen Beschreibung von Computerspielen. Für konkretere Aussagen über die typische Gestalt von Computerspielen wäre eine größere Beschreibungstiefe wünschenswert. Ohne die funktionalen Verbindungen der Modell-Elemente (vgl. vereinfachtes OOPIO-Modell, S. 47) ist das OOPIO-Modell ein hierarchisches Kategoriensystem. Es ist auf maximal vier, zumeist aber auf drei, Ebenen der Unterteilung beschränkt.

Die Kategorisierung wurde an dem Punkt beendet, an dem allgemeine Aussagen nicht mehr ohne die Analyse zahlreicher Computerspiele gemacht werden konnten. Ebenso wurde nicht weiter unterteilt, falls es nur noch technisch relevante Details der Programmierung betraf. Gerade die weitere Unterteilung anhand zahlreicher Computerspiele wäre wünschenswert, um die abstrakten Kategorien mit konkreteren Kategorien typischer Computerspielelemente zu unterfüttern. Im folgenden Kapitel 2.5.2 „Weiterentwicklung und Funktionen“ gehe ich darauf ein, wie eine solche Vertiefung aussehen könnte.

Bei der Schilderung der Modell-Entstehung habe ich aufgezeigt, dass dem Modell ein Inventar von induktiv erhobenen Computerspiel-Elementen zu Grunde liegt. In den Bereichen, die das Modell abdeckt, dürften sich meiner Meinung nach nur noch technische Details ergänzen lassen. Eine solche Ausarbeitung des OOPIO-Modells wäre für Disziplinen, die sich mit der Programmierung von Computerspielen befassen interessant. In pädagogisch-psychologischer bzw. didaktischer Sicht dürfte aber vielmehr der Bereich der Spielstruktur von Interesse sein, den Carolin Dehne in ihrer Arbeit betrachtet (Dehne, in Vorbereitung). Für meine Analyse hinsichtlich der Lernförderlichkeit bildet das OOPIO-Modell mit dem vorgestellten Stand aber eine gute Grundlage.

#### **Gegenstandsnahe, technisch orientierte Beschreibung**

Bei der Entwicklung des OOPIO-Modells habe ich darauf geachtet, die Beschreibung möglichst am direkt Wahrnehmbaren der Computerspiele zu orientieren und eine Struktur zu wählen, die nachvollziehbar ist. Aufgrund der Integration der objektorientierten Programmierung wurden allerdings einige technische Formulierungen notwendig. Das OOPIO-Modell ist deswegen ein Spagat zwischen einer gegenstandsnahen und einer technischen Beschreibung von Computerspielen. Da Computerspiele Programme sind, halte ich die technische Orientierung für sinnvoll und angemessen. Es war mir wichtig, dass die Beschreibung technisch angemessen ist, sich aber nicht in technischen Details verliert. Der technischen Angemessenheit ist es geschuldet, dass das OOPIO-Modell sowohl einen höheren Abstraktionsgrad hat, als auch technischer Begriffe bedarf. In technischer Hinsicht ist das OOPIO-Modell sicherlich präzisierbar. Es liegt lediglich nicht im Interesse dieser Arbeit, diese Aspekte näher zu untersuchen.

Das OOPIO-Modell in seiner vorgestellten Fassung ist ein allgemeines Rahmenmodell für die Beschreibung von Computerspielen. Aufgrund des Abstraktionsgrads ist es meiner Meinung nach nicht nur auf Computerspiele, sondern auch auf andere Bildschirmspiele übertragbar. Es kann als erster Schritt der Kategorisierung von Computerspielen betrachtet werden und liefert eine einfache und präzise Beschreibung von Computerspielen. Die im vereinfachten OOPIO-Modell dargestellten funktionalen Zusammenhänge liefern zudem eine Erläuterung der Funktionsweise von Computerspielen, die über eine bloße Kategorisierung hinaus geht. Somit bildet das OOPIO-Modell eine gute Grundlage für die Untersuchung der Lernförderlichkeit (vgl. Abschnitt 3.1). Neben den bereits erläuterten Einschränkungen, die durch Analyse einer größeren Zahl von Computerspielen behoben werden sollten, bietet das OOPIO-Modell aber auch Ansatzpunkte für weitergehende empirische Arbeiten und für die praktische Arbeit mit Computerspielen.

Langfristiges Ziel der Erforschung von Computerspielen sollte unter anderem eine umfassende Kategorisierung der typischen Computerspielelemente, sowie die Klärung ihrer funktionalen Zusammenhänge, sein. Hiefür ist zunächst ein auf Computerspiele anwendbares Instrument erforderlich, das der Nicht-Linearität dieses Mediums Rechnung trägt. Eine Schwierigkeit sind dabei die latenten Verbindungen zwischen der Spielgestaltung (der Spielstruktur) und der technischen Umsetzung (Programm- und I/O-Struktur). Unter Berücksichtigung dieser Probleme sollte ein Instrument entwickelt werden, das die Grundlage für eine empirische Analyse und die Weiterentwicklung des Modells bildet. Mögliche Ergebnisse einer vertiefenden Analyse wären eine bessere Genredefinition sowie bessere Bewertungsmaßstäbe für die Beurteilung von Computerspielen in der Praxis.

## 2.5.2 Weiterentwicklung und Funktionen

Das OOPIO-Modell in seiner vorgestellten Form soll als Ergebnis erster Schritte einer Analyse von Computerspielen verstanden werden. Der erste Schritt war die Aufstellung eines Grund-Inventars von Computerspielelementen an einem komplexeren Computerspiel und deren induktive Kategorisierung. Der zweite Schritt war eine theoretisch geleitete Überarbeitung dieses ersten Kategoriensystems. Aus den Erfahrungen dieser beiden Schritte möchte ich einige Vorschläge für die Fortführung einer Computerspielanalyse machen. Ausgehend von den Schwierigkeiten der Non-Linearität möchte ich Vorschläge zur Erfassung, Dokumentation und Auswertung von Computerspielen machen. Ergänzend möchte ich aufzeigen, wie darauf aufbauend eine genauere Definition von Computerspiel-Genres durchgeführt werden kann und wie Bewertungsmaßstäbe für die Praxis abgeleitet werden können.

### **Das OOPIO-Modell als empirisches Instrument**

Wie kann man also ein non-lineares Medium erfassen? In meinem Exkurs zur Schwierigkeit der Analyse (s. S. 40) habe ich angedeutet, dass sich die Komplexität eines Computerspiels auf ein Modell bzw. ein Regelwerk reduzieren lässt. Man könnte versuchen, dieses Modell aus mehreren Spieldurchgängen zu erschließen. Viel einfacher ist es aber, zunächst einmal das Regelwerk des Spieles zu überprüfen. Jedem Computerspiel liegt eine Spielanleitung bei. Bei den aktuellen Spielen wird diese Anleitung zumeist in drei Formen angeboten:

- Als gedruckte Anleitung, zumeist reduziert auf die wichtigsten Hinweise.
- Als umfangreiche, handbuchartige Anleitung, in elektronischer Form, zumeist als PDF auf der Spiel-CD/-DVD.
- Als ebenfalls eher umfangreiche Anleitung, die hypertextartig direkt im Spiel abrufbar ist.

Die Inhalte dieser Anleitungen überschneiden sich natürlich; oft ist der Inhalt der beiden umfangreicheren Formen identisch und nur die Präsentation unterschiedlich. Diese Anleitungen geben einen systematischen Überblick über das Spiel und seine Elemente. Hier sind alle Spielelemente aufgelistet, unabhängig davon, wann sie im Spiel erscheinen. Somit muss nicht das gesamte Spiel durchgespielt werden, um alle Elemente zu erfassen. Auch kann hieraus das implizite Regelwerk des Computerspiels erschlossen werden. Implizit deswegen, weil in Computerspielen nur die tatsächlich ausführbaren Aktionen des Spielers aufgelistet werden. Im Gegensatz zu

Spielen in der Realität kann man beim Computerspiel keine unerlaubten Aktionen ausführen. Nach der Erfassung der Spielanleitungen sollte das Computerspiel zusätzlich eine zeitlang gespielt werden, um Spielelemente zu erfassen, die evtl. in den Anleitungen nicht dokumentiert sind. Sollten das OOPIO- oder ein anderes Modell einen hohen Reifegrad erreichen, könnten sie bei der vollständigen Erfassung eines Computerspiels helfen: Als ausgearbeitetes Instrument weist es nach der Analyse einer Spielanleitung Bereiche auf, für die keine Elemente erfasst wurden. Somit könnte dann das Spiel systematisch nach den nicht erfassten Aspekten durchsucht werden.

Ein Vorteil der Verwendung von Spielanleitungen ist, dass ein Dokument vorliegt mit dem die Analyse des Spiels nachvollziehbar gemacht werden kann. Schwieriger ist es jedoch, die ergänzende Analyse des Spiels selbst zu dokumentieren. Aufgrund der Interaktivität und der resultierenden Unterschiede je nach Spieler kann man ein Computerspiel nicht in jeder Spielvariante abbilden. Daher können nur einzelne Ausschnitte oder Sequenzen aufgezeichnet werden, die das zu erfassende Element dokumentieren. Dies kann einerseits mit so genannten Screen-Movie-Recordern (o.ä.) oder andererseits mit einer Digitalkamera gemacht werden. Beide sind zumeist in der Lage sowohl einzelne Bilder als auch eine filmische Aufnahme einer Sequenz aufzuzeichnen.

Screen-Movie-Recorder bieten hierfür Funktionen zum automatischen Anlegen von zahlreichen Screenshots ganzer Bildschirme und bestimmter Bereiche. Ebenso können sie eine Sequenz des Bildschirmgeschehens aufzeichnen (Screen-Movie). Allerdings stellen sie hohe Anforderungen an den ausführenden Computer: Er muss nicht nur das Computerspiel ausführen, was ihn bei aufwändigen Spielen durchaus auslasten würde, sondern zudem Bilder oder Filme aufzeichnen. In der Praxis hat sich auf einem Rechner mit 1,8 GHz, 256 MB RAM und 128 MB Grafikkarte gezeigt, dass dieser beides gleichzeitig nur mangelhaft bewerkstelligen konnte (bei einem Spiel mit der Rechnermindestleistung von 800 MHz, 256 MB Ram und 32 MB Grafikkarte). Bei einem zu schwachen Rechner sind Screenshots unvollständig (Objekte fehlen), werden verzögert aufgezeichnet und Screenmovies können gar nicht aufgezeichnet werden.

Digitalkameras können problemlos eingesetzt werden, da sie von der Leistung des Rechners unabhängig sind. Sie können flexibel den gesamten Bildschirm, einzelne Ausschnitte oder längere Sequenzen aufnehmen. Allerdings wird man dabei mit manueller Einstellung der Schärfe arbeiten müssen: Der Auto-Fokus stellt die Glasoberfläche des Röhrenmonitors scharf, das Spiel wird damit immer geringfügig unscharf (ich habe keine LCD-Displays überprüft, aber möglicherweise dürfte es bei diesen besser funktionieren). Ein weiteres Problem der Bildqualität sind die Lichtverhältnisse. Auch bei abgedunkeltem Raum konnte im Zusammenspiel von Bildschirm und Kamera nie die Qualität eines Screenshots erreicht werden. Die Bilder fallen deutlich dunkler und matter aus (was man bei einer wissenschaftlichen Analyse aber durchaus in Kauf nehmen könnte). Einen weiteren Weg beschreiben Ohler und Nieding (2000, S. 206): Sie lassen Probanden spielen und zeichnen die Bildschirmausgabe auf Video auf. Da sie sich nicht für das Spiel an sich, sondern für das Verhalten der Spieler interessieren, nehmen sie zusätzlich eine Tonspur mit Kommentaren der Probanden auf. Dies lässt sich auch mit Screen-Movie-Recordern

erreichen, allerdings stellt die Aufzeichnung mit einem Videogerät geringere Anforderungen an die Spielrechner.

Wollte man Computerspiele quantitativ erfassen, müsste man auch die Redundanz des Auszählens von Computerspielmerkmalen beachten: Wie oft ein einzelnes Objekt in einem Spiel vorkommt ist irrelevant. In einem Spiel ist festgelegt, wann erscheint und in einem anderen Spiel ist es vollkommen vom Spieler abhängig, welche Objekte er einsetzt. In Solitär ist die Anzahl der Karten festgelegt, in Tetris sind es die immer gleichen Klötze, die nach dem Zufallsprinzip erscheinen und in Strategiespielen ist es die zentrale Aufgabe des Spielers, seine Einheiten strategisch auszuwählen. Natürlich ist es möglich Spielelemente innerhalb eines Spieldurchlaufs zu zählen. Allerdings hätte diese Quantifizierung nur für diesen einen Spieldurchlauf Bedeutung.

### **Grundlage für die Genredefinition**

Viel interessanter ist es, das Vorhandensein konkreter Spielelemente als nicht-redundantes Inventar zu erfassen und ergänzend das Regelwerk des Spiels zu erfassen. Aus beidem kann ein Modell des jeweiligen Spiels erstellt werden, um eine adäquate Spielbeschreibung zu erstellen.

Ein anderer Mehrwert der Erfassung von Spielelementen und Regelwerk ist die Erstellung einer nachvollziehbaren Definition von Computerspiel-Genres. Ein Genre wäre dann in Form eines Profils typischer Elemente und Regeln definiert. Umgekehrt kann, wenn solche Profile definiert sind, ein neues Computerspiel relativ leicht charakterisiert werden. Das Spiel kann einem Genre nach der Menge der genre-typischen Elemente und Regeln zugeordnet werden. Ergänzend würden dabei auch genre-untypische Elemente und Regeln erfasst, die besonders bei der Beurteilung von Genre-Kombinationen helfen. Würde man die Profile in eine verkürzte, codeartige Form bringen, könnte ein Spiel relativ kurz und präzise charakterisiert werden.

Ich möchte hierbei noch einmal auf die Trennung von Spielgestaltung und Spielprogrammierung hinweisen: Bei einer Weiterentwicklung des Modells in der vorgeschlagenen Weise sollten die Überschneidungen des abstrakten Spielmodells gemäß des OOPIO-Modells mit Erkenntnissen zu Gamedesign bzw. Gameplay (vgl. Dehne in Vorbereitung) geklärt werden. So müsste man aus den erhobenen Regeln des Spiels, die Haupthandlungen bzw. Hauptaufgaben ableiten, die meiner Meinung nach wichtig für die Unterscheidung des Genres sind. Beispielsweise gibt es in Strategiespielen eine Vielfalt einzelner Handlungen und Aufgaben zur Erreichung des Spielziels. Innerhalb dieser vielfältigen Handlungen müssen jene ermittelt werden, die hauptsächlich und wiederholt vom Spieler ausgeführt werden. Bei Strategiespielen ist es beispielsweise der Aufbau und die Erweiterung der eigenen Spielressourcen.

### **Bewertungswerkzeug für die Praxis**

Auf Grundlage einer umfangreichen Beschreibung von Computerspielen und einer exakteren Definition der Computerspiel-Genres, sollte eine vereinfachte Variante der Ergebnisse und des Instruments erarbeitet werden. Beides könnte Eltern, Lehrern und mit Computerspielen konfrontierten Praktikern helfen ein genaueres Bild sowie eine differenziertere Einschätzung von Computerspielen zu geben.

Die Ergebnisse der vorgeschlagenen Vorgehensweise zur Beschreibung und Analyse von Computerspielen geben Eltern und Praktikern eine differenziertere Sicht von Computerspielen, die helfen soll Computerspiele besser einschätzen zu können. Ein ähnlicher Versuch ist die ausführliche Beschreibung von Computerspielen der Bundeszentrale für politische Bildung (Interaktive Datenbank für Computerspiele, <http://snp.bpb.de/index.html>), die begonnen hat eine Vielzahl von Computerspielen zu beschreiben. Damit die Erkenntnisse für die Praxis relevant sein können, halte ich es für erforderlich diese auf einen Umfang zu reduzieren, der einen leichten und schnellen Umgang mit den Ergebnissen ermöglicht. Natürlich sind mit der Beschreibung von Computerspielen und der praxistauglichen Reduktion der Ergebnisse noch keine normativen Fragen beantwortet. Ein differenzierter Blick auf Computerspiele ist ein Beitrag zur Relativierung von teilweise unbegründeten Ängsten. Auf Grundlage einer differenzierten Beschreibung ist es möglich, das tatsächliche „Gefährdungspotential“ von Computerspielen besser zu klären.

### 3. Lernen mit Computerspielen

Viele Disziplinen beschäftigen sich mit dem „Wesen“ des Spiels, mit dessen Nutzen für den Menschen und möglichen Anwendungen in verschiedenen Kontexten. Aus anthropologischer Sicht (z.B. Kolb, 1990) ist das Spiel ein Grundphänomen des menschlichen Daseins. Die Sportpädagogik (z.B. Künsting, 1990) versucht, die Funktion des Spiels aus geisteswissenschaftlicher und naturwissenschaftlicher Perspektive gleichermaßen zu bestimmen und für pädagogische Ziele fruchtbar zu machen. Entwicklungspsychologen haben empirisch nachgewiesen, dass Spielen eine entwicklungsfördernde Rolle übernimmt und in der kognitiven Entwicklung von zentraler Bedeutung ist (z.B. Oerter, 1995; Einsiedler, 1991; Löschenkohl 1995). Ein eigener Forschungsbereich hat sich zu Planspielen entwickelt, die in der Aus- und Weiterbildung explizit mit Zielen des Lernens verbunden werden (z.B. Kriz, 2004; Orth, 1999).

Was kann nun anhand des OOPIO-Modells über das Lernen mit Computerspielen gesagt werden? Ich habe gezeigt, dass ein Computerspiel in die Bestandteile Spielmodell, Programm, Ausgabe und Eingabe eingeteilt werden kann. Der Bestandteil Programm hat aus meiner Sicht eine andere Bedeutung, als die Bereiche Spielmodell, Ausgabe und Eingabe: Er stellt Computerspielfunktionen bereit, die für die Qualität oder das Funktionieren des Spiels von Bedeutung sind. Hinsichtlich des Lernens im engeren Sinne sind die anderen drei Komponenten bedeutsamer: Das Spielmodell bildet die Spielwelt ab, die der Spieler manipulieren soll (Simulation). Die Ausgabe macht es dem Spieler möglich, sich Informationen über das Modell und seinen aktuellen Zustand sowie über die Auswirkungen seiner Handlungen zu verschaffen (Visualisierung). Die Eingabe letztlich ermöglicht es dem Spieler einzugreifen (Interaktivität).

Im Mittelpunkt des Kapitels stehen die drei verallgemeinerten Komponenten Simulation, Interaktivität und Visualisierung. Zunächst ist zu klären, was Simulation, Interaktivität und Visualisierung konkret ist, wie sie Lernen unterstützen können und in welcher Form sie im Computerspiel in Erscheinung treten. Da diese Komponenten auch bei Planspielen gefunden werden können, gehe ich auf diese in einem kurzen Exkurs ein. Letztlich gibt es auch andere aktuelle Ansätze, die sich mit dem Lernen mit Computerspielen befassen, über die ich einen Überblick geben möchte.

### 3.1 Simulation, Interaktivität und Visualisierung im Computerspiel

Hauptaufgabe dieses Abschnitts ist es, die Bestimmungsmerkmale von Simulation, Interaktivität und Visualisierung herauszuarbeiten und deren Formen im Computerspiel aufzuzeigen. Um die Relevanz dieser drei Aspekte für das Lernen mit Computerspielen zu begründen, habe ich bereits allgemein darauf hingewiesen, dass sie in verschiedenen Disziplinen hinsichtlich ihrer Eignung für den Umgang mit Wissen und Information untersucht werden. Da diese drei Aspekte ein sehr weites Forschungsfeld betreffen, ist es mir nicht möglich, den Forschungsstand umfassend wiederzugeben. Ich gebe daher einen Überblick über die wichtigsten Richtungen und verweise zur genaueren Betrachtung auf die entsprechende Literatur.

Grundsätzlich lassen sich für alle drei Aspekte zwei grobe Richtungen ihrer Anwendung feststellen: eine technisch-naturwissenschaftliche und eine pädagogisch-psychologische. Die technisch-naturwissenschaftliche Disziplinen befassen sich mit der Anwendung für konkrete Zwecke (wie der Simulation von technischen Systemen, der Usability von Software oder der Analyse von großen Datenmengen). Pädagogisch-psychologische Disziplinen beschäftigen sich mit der Anwendung für Lernzwecke. Dennoch können auch Prinzipien der technisch-naturwissenschaftlichen Nutzung für das Lernen mit Computerspielen relevant sein: Genau dann, wenn das grundlegende Wissen für technisch-naturwissenschaftliche Themen vermittelt werden soll, haben entsprechende Simulationen und Visualisierungen ihren Sinn. Ein gutes Beispiel hierfür ist das dieser Arbeit zugrunde liegende Projekt in der Mikrosystemtechnik. Um ein Computerspiel zur Vermittlung der Mikrosystemtechnik zu entwerfen, mussten die Erkenntnisse zur Simulation von Herstellungsprozessen in der Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik aufgegriffen und angepasst werden. An diesem Beispiel lässt sich nachvollziehen, dass bei der Darstellung der Aspekte Simulation, Visualisierung und Interaktivität auch die technisch-naturwissenschaftlichen Prinzipien nicht vernachlässigt werden können, sofern ein entsprechendes Thema Gegenstand eines „Lern-Computerspiels“ sein soll. Aus diesem Grund müssen, abhängig vom Lerngegenstand, jeweils spezifische Überlegungen zum Einsatz von Simulation, Visualisierung und Interaktivität angestellt werden. Somit kann ich nur prinzipielle Aussagen machen, die erst im jeweiligen konkreten Kontext angepasst werden müssen. „Prinzipiell“ bedeutet, dass ich nicht spezifische Anwendungsfälle, sondern Computerspiele allgemein betrachte (vom Beispiel Mikrosystemtechnik abgesehen). Die Betrachtung erfolgt auf Basis der definierten Computerspielgenres, was es mir später ermöglicht, grundsätzliche Aussagen über den Einsatz unterschiedlicher Computerspiele zu machen.

### 3.1.1 Simulation, Interaktivität und Visualisierung (SIV)

Ich habe für die Untersuchung der Lernförderlichkeit von Computerspielen drei Aspekte von Computerspielen ausgewählt, die sich bereits am Anfang unserer Arbeiten herauskristallisiert haben (vgl. Adler, Dehne & Reinmann, 2004, S. 9). Diese sind die Anschaulichkeit von Computerspielen, ihre Interaktivität und ihre Komplexität. Anschaulichkeit meint dabei, dass Computerspiele zumeist höchst visuell angelegt sind. Mit Ausnahme früherer textorientierter Spiele steht immer eine graphische Repräsentation der Spielwelt im Mittelpunkt, über die das Spiel zudem gesteuert wird. Interaktivität dürfte wohl das bedeutendste Merkmal eines (Computer-) Spiels sein. Das hohe Engagement im Spiel resultiert aus den Handlungsangeboten, die es dem Spieler eröffnet. Grundlage für diese Interaktivität ist die Komplexität vieler Spiele. Komplexität meint, dass Computerspiele in der Lage sind, komplexe Realität abzubilden.<sup>1</sup> Auf Grundlage des Modells eines realen oder fiktiven Systems kann das Spiel das Verhalten der modellierten Systemteile bestimmen. Interaktivität kommt zustande, indem dem Spieler Eingriffsmöglichkeiten in das Modell gegeben werden.

Die Auswahl der drei Aspekte Simulation, Interaktivität und Visualisierung korrespondiert mit den Bestandteilen des OOPIO-Modells (s.o.). Da ich diese Aspekte als die Hauptkomponenten von Computerspielen auffasse, stehen sie auch im Mittelpunkt meiner Überlegungen. Natürlich könnte sich eine mediendidaktische bzw. medienpsychologische Analyse den im Computerspiel eingesetzten Einzelmedien (z.B. Audio, Video, Animationen oder Abbildungen) widmen. Ich halte auch eine solche Herangehensweise für sinnvoll und wünschenswert. Durch den engeren Fokus einer solchen Analyse könnten präzise Erkenntnisse über die Gestaltung von Computerspielen gesammelt werden. Diese Erkenntnisse könnten Verbesserungsmöglichkeiten für die Gestaltung dieser Einzelmedien in Lernumgebungen aufzeigen. Die Analyse der Einzelmedien würde sich mehr auf einer Mikroebene bewegen. Sie würde detailliertere Erkenntnisse über jedes einzelne verwendete Medium liefern, dabei aber deren Zusammenspiel vernachlässigen. Auch unterscheiden sich Computerspiele hinsichtlich der Einzelmedien stark, weshalb allgemeinere Aussagen nur nach der Analyse vieler Computerspiele gemacht werden könnten. Zudem repräsentieren die Einzelmedien nur den Bereich der Ausgabe. Damit würden die wichtigen Aspekte Simulation und Interaktivität vernachlässigt. Ich bewege mich damit auf einer Makroebene, die die Hauptkomponenten berücksichtigt und einige Detailaspekte vernachlässigt.

Bei einer medientechnisch orientierten Analyse, wie ich sie hier mache, bezieht sich Interaktivität eigentlich nur auf die medial realisierten Interaktionsmöglichkeiten und nicht auf die Gestaltung von inhaltlich-konkreten Interaktionsangeboten (z.B. Aufgaben und Haupthandlungen). Ich werde aber zeigen, dass die Interaktivität eines Computerspiels nur beschrieben werden kann, wenn diese Handlungsangebote erfasst werden. Im Bereich „Input“ des OOPIO-Modells sind lediglich Eingabegeräte und deren Verbindung zu Bedienelementen erfasst. Es ist klar, dass die Interaktivität nicht anhand dieser einfachen Aspekte erfasst werden kann. Die Analyse der Interaktivität muss also über die technischen Grundlagen hinaus gehen.

---

<sup>1</sup> Natürlich bilden Computerspiele komplexe Systeme nicht vollständig ab. Diese Vereinfachung ist ein weiterer wesentlicher Aspekt auf den ich im Abschnitt zu den Besonderheiten des Computerspiels eingegangen bin.

Um der Lernförderlichkeit von Computerspielen näher zu kommen muss zunächst klargestellt werden, was unter den drei Aspekten Visualisierung, Interaktivität und Simulation zu verstehen ist. Außerdem soll festgestellt werden, inwieweit diese Aspekte Lernen positiv beeinflussen.

Für eine vollständige Bewertung der Lernförderlichkeit von Computerspielen nach dem hier vorgeschlagenen Ansatz wäre eine umfassende Darstellung der Aspekte Simulation, Interaktivität und Visualisierung notwendig. Diese würde eine Zusammenfassung der wissenschaftlichen Diskussion zur Begriffs-/Gegenstandsbestimmung, der theoretischen Grundlagen ihrer Lernförderlichkeit und der empirischen Forschung zur Lernwirksamkeit erfordern. Für alle drei Bereiche gilt in der Literatur zur Gestaltung von Lernumgebungen oder -programmen ein oberflächlicher, grundsätzlicher Konsens über die Definition und die scheinbaren Wirkungen. Bei genauerer Betrachtung der wissenschaftlichen Literatur finden sich aber zunehmend unterschiedliche Definitionen und Taxonomien. Ebenso werden die theoretischen Annahmen über die möglichen Wirkungen sehr unterschiedlich eingeschätzt und die empirische Forschung liefert kaum eindeutige und oft widersprüchliche Ergebnisse. Lediglich im Bereich des Aspekts Simulation scheint mehr Konsens zu herrschen: Hier fallen Definitionen und Annahmen zur Lernförderlichkeit einheitlicher aus.

Da es mir im Rahmen dieser Arbeit und vor dem Hintergrund der Fragestellung nicht möglich ist diese offenen Fragen zu klären, gehe ich, ähnlich wie bei der Beschreibung der Computerspiele, einen deskriptiven Weg. Ich fasse etablierte Definitionen der drei Aspekte zusammen und überprüfe auf dieser Grundlage die sechs zuvor definierten Hauptgenres hinsichtlich dieser Definitionen. Ergänzend verweise ich auf die wichtigsten Ansätze zur Lernförderlichkeit, die in weiteren Arbeiten gezielt überprüft werden sollten.

Damit kann ich nicht zeigen, dass Computerspiele tatsächlich lernförderlich sind, da hierfür empirische Forschung hinsichtlich der Lernförderlichkeit der drei Aspekte Simulation, Interaktivität und Visualisierung im Allgemeinen und im Besonderen bei Computerspielen erforderlich wäre. Ich kann aber theoretisch begründen, inwiefern Computerspiele die allgemeinen Bestimmungsmerkmale von Simulation, Visualisierung und Interaktivität erfüllen und eine konkrete Grundlage für die Diskussion liefern, ob und warum Computerspiele diese Aspekte beinhalten.

### **Simulation**

Wie angedeutet, fallen die Definitionen von Simulation recht einheitlich aus: Sacher (1995b, S. 2) versteht unter Simulation: „... das Arbeiten und Experimentieren mit einem Modell“. Während Sacher damit auf den Prozessaspekt abhebt, stellen Baumgartner und Payr (wie die meisten Autoren) den Gegenstandsaspekt in den Mittelpunkt: „Simulationen sind Modelle, die komplexe Sachverhalte oder Situationen aus bestimmten inhaltlichen Bereichen (z.B. Wirtschaft, Biologie, Klima, usw.) abbilden.“ (Baumgartner & Payr, 1999, S. 161). Strittmatter und Niegemann (2000, S. 132 f.) definieren eine Simulation als Repräsentation des mathematischen Modells eines Systems, dessen Veränderung durch die Eingabe von Parametern möglich ist und veranschaulicht wird. Als Beispiele nennen sie originalgetreue Simulatoren von technischen Geräten oder Arbeitsumgebungen, verkleinerte Modelle wie Roboterarme oder aus Technik-Baukästen hergestellte Modelle und Software-Simulationen. Übereinstimmend definiert

Schulmeister Simulationen als „... dynamische Modelle von Apparaten, Prozessen und Systemen“ (Schulmeister, 1997, S. 375). Dabei ist Animation von Simulation abzugrenzen: Animationen bilden nur das Phänomen ohne zugrundeliegendes funktionales Modell ab (vgl. Dick, 2000).

Damit kann festgehalten werden, dass unter Simulation der Prozess des Arbeitens mit einem Modell, das Modell selbst oder eine Repräsentation des Modells verstanden wird. Im Mittelpunkt einer Simulation steht also immer ein (mathematisches) Modell eines realen Systems: „Ein Modell ist ein vereinfachtes Abbild einer Klasse originaler Objekte. (...) Die Modelle (...) müssen algorithmisierbar sein. Deshalb sind sie notwendigerweise Modelle von Systemen. Unter Systemen verstehen wir dabei Gesamtheiten von Elementen, die (...) in einer charakteristischen Beziehung stehen“ (Sacher, 1995b, S. 2).

Dick (2000, S. 28) stellt übereinstimmend fest, dass die Grundlage einer Simulation Modell eines Wirklichkeitsausschnittes ist (vgl. auch Hille u.a. 1978 S. 11). Simulationen werden zumeist in Form von Computerprogrammen realisiert. Sie ermöglichen die direkte Eingabe von Parametern sowie die sofortige Berechnung und Ausgabe des neuen Modellzustandes (vgl. auch Baumgartner & Payr, 1999; Schulmeister, 1997). Dabei muss zwischen Simulationen in Reinform und Simulationen in Lernprogrammen unterschieden werden.

Simulationen in Reinform haben eher Werkzeugcharakter: Schulmeister (1997) stellt im Anschluß an Hartog (1989) fest, dass sie keine Lernziele oder didaktischen Methoden bereitstellen. Es fehle an einer „...Umgebung, in der sich die Simulationen in Übungen eingliedern lassen und die einen Zugriff auf Erklärungstexte bieten. (...) Mit einer vernünftigen Benutzeroberfläche versehen, sind sie ein ideales Medium, um Inhalte zu lehren, die sich dynamisch verändern“ (ebd., S. 375). Ein Beispiel ist *Vensim* (<http://www.vensim.com/>) oder das bei Schulmeister gezeigte *ithink* (Schulmeister, 1997, S. 376). In diesen Simulationsprogrammen können Modelle erstellt werden und, sobald sie funktionsfähig sind, manipuliert und ausgewertet werden. Schulmeister (1997, S. 376) unterscheidet deshalb bei Simulationsprogrammen mit Werkzeugcharakter einen „Modellierungsteil“ und einen „Simulationsteil“. Der Modellierungsteil dient der Erstellung des Modells in Form einer Programmiersprache oder eines grafischen Editors. Der Simulationsteil dient der dynamischen Berechnung des modellierten Systems und grafischen oder abstrakten Ausgaben (vgl. auch Dick, 2000).

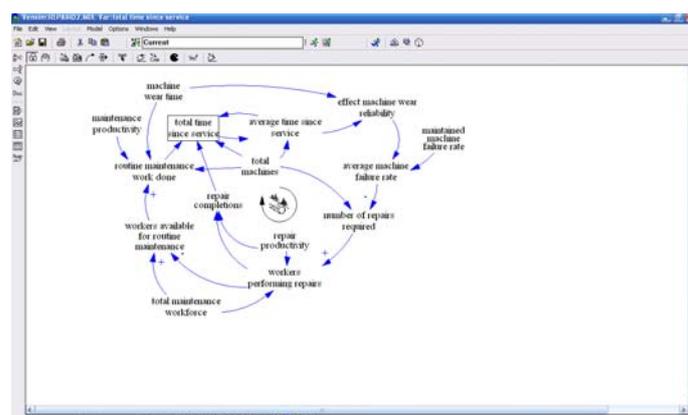


Abbildung 3/1: Simulationsprogramm Vensim ([www.vensim.com](http://www.vensim.com))



Abbildung 3/2: *ecopolicy* von Frederic Veester

Simulationen in Lernprogrammen hingegen sind in eine Umgebung integriert, die Lernaufgaben beinhaltet und zugehörige Informationen bereitstellt (z.B. Frederic Veester's *ecopolicy*). Der maßgebliche Unterschied ist, dass bei diesen Simulationen nur noch mit der Simulation gearbeitet, das Modell aber nicht verändert werden kann.

Eine sinnvolle Unterscheidung ist die Abgrenzung von Entscheidungssimulationen und Bedienungssimulationen (vgl. Euler, 1992, S. 22 ff.): Bedienungssimulationen bilden zumeist technische Systeme ab, deren Nutzung virtuell gelernt und trainiert werden kann. Das bekannteste Beispiele dürften Flugsimulatoren im Bereich der Pilotenausbildung sein. Entscheidungssimulationen bilden unterschiedlichste Systeme (z.B. Gesellschaften, Ökosysteme, Wirtschaftssysteme) ab, in denen zumeist das Agieren mehrerer oder vieler Akteure die Veränderungen des Systems bewirken. In diesen Entscheidungssimulationen können die Rollen einzelner oder mehrerer Akteure übernommen werden um bestimmte Aufgabenstellungen zu erfüllen (s.o.). Die zugrunde liegenden Modelle repräsentieren immer nur eine reduzierte Realität und können nur als Quasirealität mit Analogien zur Realität und heuristischer Funktion für die Hypothesenaufstellung betrachtet werden (vgl. Dick, 2000).

Allgemein ist die Aufgabe bei Simulationen, eine Situation durch die Veränderung von Parametern zu beeinflussen, um möglichst viele Parameter im Sinne der Aufgabenstellung zu optimieren (wobei die Aufgabenstellung vom Programm vorgegeben oder offen gelassen sein kann, s.o.). Dabei sind zumeist komplexe Wechselwirkungen zu berücksichtigen, bei denen oft die Maximierung eines Werts negativen Einfluss auf einen anderen Wert hat. Zusätzlich haben Simulationen oft keinen ausgeglichenen Ruhezustand und fordern durch ihre Eigendynamik zumeist zeitkritische Handlungen vom Lerner (vgl. Baumgartner & Payr, 1999, S. 161). Bei der Simulation ist von Echtzeit auszugehen, wenn die Geschwindigkeit der Simulation der Geschwindigkeit des realen Prozesses entspricht. Die Geschwindigkeit der Simulation kann aber auch begründet verlangsamt oder beschleunigt werden.

Sageder (1993, S. 74) nennt als didaktisch wichtigste Merkmale:

- „- Inhaltskomponenten (z.B. Ausgabe teils vorgefertigter, teils computergenerierter Informationen).
- Algorithmen-Komponenten, z.B. zur Simulation eines didaktisch geeigneten Modells, für Gestaltung der Ein-/Ausgabe (Interaktion mit den Lernenden).
- Lernarten, z.B. Erwerb von (Er-)Kenntnissen durch Einsicht, Entdecken neuer Regeln und Zusammenhänge, Automatisieren spezieller Fertigkeiten durch Anwenden, freies spielerisches Üben, Entwicklung allgemeinerer Fähigkeiten zum Problemlösen.“

Sofern eine Simulation in Reinform eingesetzt wird, müssen die „Inhaltskomponenten“ und die „Lernarten“ in anderer Weise bereitgestellt werden; z.B. durch didaktische Begleitung und/oder entsprechende Materialien. Dies ist insofern von Bedeutung, als dass ein Computerspiel zu Lernzwecken nicht nur ein System abbilden sollte, sondern auch geeignete Informationen und Aufgaben bereitstellen muss.

Die Lernförderlichkeit von Simulationen wird zumeist mit Argumenten aus dem Bereich des Problemlösens, des entdeckenden Lernens, der situierten Kognition und des Konstruktivismus begründet (vgl. z.B. Schulmeister, 1997; Dieterich, 1994; Gräsel, Mandl & Prenzel, 1992; Süß, 1996 oder Mandl, Gruber & Renkl, 2002). Schulmeister sieht die Gemeinsamkeit der Ansätze darin, dass Simulationen herausfordern, Hypothesen aufzustellen und zu überprüfen (Schulmeister, 1997, S. 378). Im Anschluss an Duffield (1991) unterscheidet er die Prozesse *Analyse*, *Hypothesengenerierung*, *Hypothesentesten* und *Evaluation* und betont dabei: „Der Wechsel von Hypothesengenerierung und Hypothesentesten scheint sich als Form entdeckenden Lernens geradezu anzubieten.“ (Schulmeister, 1997, S. 379)

Eine Besonderheit, gerade im Bereich der Naturwissenschaften und der Technik, ist, dass Simulationen Experimente erlauben, die nur schwer, sehr aufwändig oder gar nicht in der Realität durchgeführt werden könnten. Für diese Arbeit ist dies von Bedeutung, da die Anwendung der Lerninhalte im Bereich Mikrosystemtechnik (vgl. Kapitel 6) nur sehr zeit- und kostenaufwändig durchgeführt werden kann. Eine wiederholte, experimentelle Anwendung und Erprobung des zu vermittelnden Wissens, wie im Prototypen wäre deswegen in der Realität nicht durchführbar.

Die folgende Tabelle fasst die wesentlichen Aspekte von Simulation für den Vergleich von Computerspielen und Simulationen zusammen:

Tabelle 3/1: Zusammenfassung Simulation

<b>Simulation</b>	
Repräsentation bzw. Arbeit mit der Repräsentation eines mathematischen Modells eines Apparates, Prozesses oder (Teil-)Systems, dessen Veränderung durch die Eingabe und Variation von Parametern möglich ist und veranschaulicht wird.	
<b>Simulationen in Reinform</b> Stellen keine Lernziele, Aufgaben oder didaktischen Methoden bereit, haben Werkzeugcharakter, Modellerstellung möglich	<b>Simulationen in Lernprogrammen</b> Eingebettet in eine Umgebung mit Erklärungstexten und Aufgaben/Übungen, keine Erstellung oder Veränderung des Modells
<b>Modellierungsteil</b> Erstellung eines Modells in einer Programmiersprache mittels grafischem Editor oder Kombinationen von beidem	<b>Bedienungssimulationen</b> Abbildung technischer Systeme (z.B. Apparate oder Prozesse), Erlernen und Trainieren der Nutzung und Anwendung.
<b>Simulationsteil</b> Dynamische Berechnung des modellierten Systems, Eingabe und Veränderung von Parametern, grafische oder abstrakte Ausgabe der Ergebnisse	<b>Entscheidungssimulationen</b> Abbildung komplexer, zumeist nicht-technischer, (Teil-)Systeme (z.B. Gesellschaften, Ökosysteme, Wirtschaftssysteme) zumeist unter Agieren unterschiedlich vieler Akteure

Bei der Beschäftigung mit Simulationen stösst man zwangsläufig auf Planspiele. Sie werden zumeist als eigener Bereich behandelt, haben aber sehr große Gemeinsamkeiten mit Simulationen. Wenn man Simulation als modellhafte und manipulierbare Abbildung von realen Systemen betrachtet und eine solche Simulation Aufgaben und zugehörige Informationen bereitstellt, dann kann man Planspiel und Simulation prinzipiell gleichsetzen. Planspiele können als eine Untergruppe der Simulationen bezeichnet werden, die sich dadurch auszeichnen, dass sie in der Regel Entscheidungssimulationen im Wirtschaftskontext beinhalten. Natürlich sind Planspiele auf für andere Kontexte sehr gut geeignet. Sie haben sich aber besonders im Bereich der wirtschaftswissenschaftlichen Ausbildung durchgesetzt. Damit kommt für die Beurteilung der Lernförderlichkeit von Computerspielen auch die umfangreiche Literatur zur Lernförderlichkeit von Planspielen in Frage (z.B. Greenblat, 1988; Herz & Blätte, 2000; Blötz, 2002; Capaul, 2002; Mandl, 2001). Dies gilt besonders für Wirtschaftssimulationen.<sup>1</sup> Der folgende Exkurs befasst zeigt die Verbindung von Planspielen, Simulationen und Computerspielen auf.

1) Eine Liste mit Beispielen findet sich unter [http://de.wikipedia.org/wiki/Liste\\_von\\_Computerspielen\\_nach\\_Genre](http://de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_Computerspielen_nach_Genre) (letzter Zugriff 05.06.2007).

### Exkurs: Planspiele

Im deutschen Begriff „Planspiele“ wie im englischen Begriff „gaming and simulation“ ist bereits das Wort „Spiel“ zu finden. Der englische Begriff betont dabei den Aspekt der Simulation, der auch im Bereich der Computerspiele heimisch ist. Besonders bekannt dürften dabei die so genannten Wirtschafts- oder Handelssimulationen sein (s.o.). Planspiele definiert Kriz (2004) im Anschluss an Cecchini (1988) als „Simulation der Auswirkungen von Entscheidungen, die (von Personen) durch die Übernahme von Rollen getroffen werden, wobei diese Rollen wiederum spezifischen Regeln unterliegen“. Planspiele beinhalten Akteure, Regeln und Ressourcen. Sie sind der Realität angenäherte Modelle, in denen Menschen Rollen übernehmen und wirklichkeitsrelevante Entscheidungen treffen müssen. Dabei sind Planspiele die ausgewogene Kombination aus Spiel/Regeln, Simulation/Ressourcen und Rolle/Akteur (vgl. Kriz 2004).

Leutner (1989, S. 347) fasst die Ergebnisse zur lernfördernden Wirkung von Planspielen wie folgt zusammen:

„(1) Die Mitspieler sind in der Regel hoch motiviert und aktiviert. Sie haben sehr viel Spaß und wollen so lange spielen wie eben möglich (Cherryholmes 1976). (2) Bezüglich kognitiver Lehrziele sind Planspiele - zumindest was den Erwerb von Faktenwissen betrifft - nicht weniger effektiv als als herkömmlicher Unterricht (Livingston & Stoll 1973). Darüber hinaus bieten sie gute Möglichkeiten, die Anwendung vorhandenen Faktenwissens zu erproben (Portele 1976). (3) Bezüglich affektiver Lehrziele ist festzuhalten, daß durch die Teilnahme an einem Planspiel Einstellungen geändert werden können - wenn auch nicht immer in der intendierten Richtung (Livingston & Stoll 1973).“

Auch wenn diese Einschätzung auf Grundlage von Studien aus dem angelsächsischen Raum (vgl. Livingston & Stoll, 1973; Lehmann & Portele, 1976) hinsichtlich kognitiver Ziele ernüchternd ist, spricht sie für die motivierende Wirkung und die Eignung für die Anwendung von Faktenwissen. Auch die Effekte hinsichtlich affektiver Lehrziele sind bei der Beurteilung von „Serious Games“, z.B. im Bereich der politischen Bildung, von Interesse (vgl. Kapitel 4). Aufgrund des Alters dieser Studien können sie die Potenziale der neuen Medien im Bereich der Planspiele nicht berücksichtigen.

Diese abstrakten Merkmale von Planspielen finden sich auch in bestehenden Computerspielen: In den meisten Computerspielen übernimmt der Spieler eine Rolle, sei es eine explizite eng festgelegte Rolle in einem Rollenspiel (z.B. als Held, Magier, Zwerg etc.) oder eine weniger bestimmte in Strategie-Spielen und diversen Simulationspielen, z.B. als Städtebauer, Handeltreibender oder Kriegsherr. Dabei müssen stets Entscheidungen getroffen werden, die auf Grundlage der Spielregeln bestimmte Auswirkungen haben und dabei unterschiedlich gut zur Erreichung der Spielziele beitragen. In den meisten Computerspielen sind auch die Möglichkeiten des Spielers durch begrenzte Ressourcen eingeschränkt: Sei es durch „physiologische Ermüdung“ der Spielfigur, deren Beschränkung bei Waffen wie bei Rollenspielen und sogar First-Person-Shootern bzw. Ego-Shootern. Aber auch Städtebauer, Händler, Kriegsherren oder Fußball-Manager können ihre Spielziele nur in Abhängigkeit ihrer Ressourcen und deren geschicktem Einsatz erreichen. Auch stellen Computerspiele vereinfachte Modelle (mehr oder weniger) realistischer Systeme dar. Wirtschaftssimulationen, Kriegs-Strategiespiele, Sportsimulationen oder

Städtebausimulationen (SimCity) und Simulationen von Individuen und sozialen Gruppen (The Sims) haben eine teilweise hohe Realitätsnähe.

Hierin liegt auch ein erster deutlicher Unterschied von Computerspielen zu Planspielen: Trotz Realitätsnähe sind realistische Simulationen bei Computerspielen zumeist unbedeutend. Realitätsnähe ist nur selektiv auf die Themen der Spiele, unterhaltungsrelevante Aspekte oder die möglichst perfekte Abbildung von Personen, Dingen und Abläufen beschränkt; einen Wahrheitsanspruch gibt es nur selten (außer beim Genre Simulation s.o.). Dennoch finden auch bei realistischen und unrealistischen Spielen Transfers auf die Realität statt (vgl. Fritz, 1997c; Esser & Witting, 1997). Bisher wurden eher die negativen Transfers, insbesondere von gewaltorientierten Spielen untersucht. Jedoch ist dies ein Hinweis darauf, dass Computerspiele per se eine Eignung zum Transfer beinhalten. Auch können eher fiktive Computerspiele (im Sinne einer Analogie) den Wissenserwerb erleichtern und somit Anwendbarkeit in der Realität beinhalten.

Bei Planspielen wird teilweise auch von der Freude (am Lernen) gesprochen (s.o.). Dabei wäre für eine Unterscheidung von Computerspielen und Planspielen der Stellenwert dieses Aspekts bei Planspielen von Interesse. Bei Computerspielen steht offensichtlich der Spaß und die Unterhaltung im Vordergrund. Spaß in Lernsituationen kann Neugier wecken und zu Interesse führen, zur intensiveren und längeren Auseinandersetzung mit einem Thema animieren und intrinsische Motivation fördern sowie Lernen mit positiven Emotionen verbinden, von denen ein Einfluss auf die Behaltensleistung vermutet wird (vgl. Reinmann, 2004).

Neben den Simulationen haben auch Computerspiele sehr viele Ähnlichkeiten mit Planspielen. Damit kämen neben Simulationen auch Planspiele für eine Beurteilung von Computerspielen in Frage. Dennoch ziehe ich nicht Erkenntnisse zur Gestaltung von Planspielen heran. Der Schwerpunkt meiner Arbeit liegt auf den medienbezogenen Vorteilen von Computerspielen. Wie ich angedeutet habe, können sich Computer- und Planspiele je nach technischer Umsetzung sehr stark ähneln. Auch bei computerbasierten Planspielen mit einer hohen Anschaulichkeit lassen sich (aus medialer Sicht) wiederum die drei Aspekte Simulation, Interaktivität und Visualisierung als zentral herausarbeiten. Damit ist der Vergleich mit Planspielen aufschlussreich und für Überlegungen zur Gestaltung von Lern-Computerspielen interessant. Hinsichtlich einer Analyse lernmedialer Vorteile, kann man somit Planspiele als konkrete Varianten von Simulationen bezeichnen, die interaktiv sind und anschaulich sein können.

Darüber hinaus lassen sich Planspiele nur mit bestimmten Genres von Computerspielen vergleichen (vor allem mit Simulation und Strategie). Eine Betrachtung der Lernförderlichkeit von Computerspielen aus Perspektive der Planspiele würde die anderen Genres ausschließen. Dies ist ein weiterer wichtiger Grund für die Auswahl der allgemeineren Merkmale Simulation, Interaktivität und Visualisierung. Somit kann ich auf einen zusätzlichen Vergleich von Computerspielen und Planspielen verzichten.

## Interaktivität

Abgeleitet vom Lateinischen Wort bedeutet der Begriff „... die gegenseitige Beeinflussung, die wechselseitige Abhängigkeit und das 'Miteinander-in-Verbindungs-treten' ...“ (Haack, 2002, S. 128) und war ursprünglich auf Individuen und soziale Systeme bezogen. Mit dem Aufkommen der ersten Computer wurde er auf die Mensch-Maschine-Interaktion erweitert (bzw. Human-Computer-Interaction, vgl. z. B. Preece, Rogers, Sharp, Benyon, Holland & Carey, 1994; Wandmacher, 1993). Dabei steht nicht die computervermittelte Interaktion von Personen miteinander im Mittelpunkt, sondern die Interaktion eines (oder mehrerer) Menschen mit einem Computer. Einen guten Überblick zur Definition von Interaktivität liefern Metzger und Schulmeister (2004) und Goertz (2004).

Im Bereich hypermedialer Lernsysteme wird mit der Interaktion meist die Navigation im Lernangebot verbunden. Die damit verbundenen Orientierungsprobleme („lost in hyperspace“) werden mit Techniken aus dem Bereich der Visualisierung beantwortet (vgl. Haack 2002, S. 133 ff.).

Einen sehr weiten Begriff von Interaktivität legen Baumgartner und Payr (1999, S. 128) vor: „Unter Interaktivität meinen wir hier die Möglichkeit, daß der Benutzer nicht bloß Rezipient ist, sondern in den medial vermittelten Informations-, Kommunikations- und Lernprozeß gestaltend einbezogen ist.“ Direkt im Anschluß listen sie einige Beispiele auf, die von sehr simplen Formen, wie der Eingabe eines Textes, bis hin zu komplexen Aufgaben in Mikrowelten oder Simulationen (ebd., S. 128 f.) gehen. Auch wenn diese simplen Formen von anderen Autoren nicht als Interaktivität betrachtet werden, ist ihre Auffassung prinzipiell mit der Taxonomie von Schulmeister (2005) vereinbar (s. u.).

Sacher (1996) grenzt einen sozialwissenschaftlichen Begriff von einem Begriff der Informatik ab. Er unterscheidet unter Bezug auf Gates (1995, S. 425) Interaktivität und Interaktion (ebd., S.2) wie folgt: „... Unter Interaktivität will ich im Folgenden die Erleichterung von Interaktionen durch das Multimediasystem verstehen - Interaktion kann einmal den dialogähnlichen Austausch zwischen User und System im Sinne von Gates, zum andern aber auch die soziale Interaktion zwischen den Usern meinen“. Dabei muss bemerkt werden, dass einerseits der „dialogähnliche Austausch“ bis heute nicht annähernd realisiert ist und andererseits der Begriff der Interaktion überwiegend nur für den Austausch von Menschen reserviert wird (s.u.). Daneben verweist er auf eine notwendige Interaktionskompetenz. Meiner Meinung nach kann man diese bei der nachwachsenden Generation zunehmend voraussetzen. Allenfalls halte ich es für wichtig, nicht nur den Grad der Interaktivität, sondern auch den Grad der Intuitivität (bzw. Usability) kritisch zu berücksichtigen. Die Interaktionskompetenz kann geringer ausfallen wenn das System intuitiv ist. Grundsätzlich wäre die Frage einer „interactive literacy“ zu klären, wie auch die Notwendigkeit einer „visual literacy“ betont wird (vgl. Sacher 1995a).

Sacher unterscheidet (1996, S. 3 ff.) Einzel-Nutzer-Interaktivität (ENI), Gruppen-Nutzer-Interaktivität (GNI), Verteilte-Nutzer-Interaktivität (VNI) und Instruktionsprozess-Interaktivität (IPI): Das Zustandekommen der ENI hängt von den

Komponenten Anregungspotential, Kommunikabilität (Kommunikation mit dem System in alltagsähnlicher Form), Navigabilität, Vielfalt der zugelassenen Lernstile, Verknüpfbarkeit und Erweiterbarkeit, Monitoring und Feedback, Reaktivität/Kontrollierbarkeit, Adaptierbarkeit (Mikroadaption), Adaptivität (Makroadaption), Lernerkontrolle, Support und Guiding ab. Die GNI baut auf den Aspekten der ENI auf und erfordert zusätzlich einen Tool-Charakter um von mehreren Nutzern gemeinsam genutzt werden zu können. Die VNI baut wiederum auf der GNI auf und setzt voraus, dass die gemeinsame Nutzung auch für Nutzer an unterschiedlichen Orten möglich ist. Die IPI fragt nach dem Ausmaß, in dem das System in unterschiedlichen Kontexten eingesetzt werden kann. Einerseits hat sich diese Unterscheidung von Sacher nicht durchgesetzt, andererseits vermengt sie Interaktion, Interaktivität, Navigation und Adaptivität (s.u.)

Strittmatter und Niegemann (2000) grenzen Interaktivität von linearen und selektiven Medien ab, beziehen sich aber auf eine Definition von Floyd und Floyd (1982), die die Bestimmung von Abfolge, Auswahl und Darbietungszeitpunkt der Information durch den Lerner als Bestimmungsmerkmal von Interaktivität zugrundelegt. Der Zugriff auf die Information wird oft eher der Navigation zugerechnet (s. u.) Auch der herangezogene Interaktivitätszyklus nach Gery (1987) bezieht sich vor allem auf Instruktionssysteme bzw. intelligente tutorielle Systeme. Elemente des Zyklus sind Information, Handlungsaufforderung, Antwort, Antwortanalyse und Rückmeldung (vgl. Niegemann & Strittmatter, 2000, S. 124).

Ich schließe mich allgemein der Definition von Schulmeister (2004) an: „Der Begriff der Interaktivität in E-Learning-Umgebungen meint die Manipulation und den lernenden Umgang mit den Lernobjekten im virtuellen Raum“ (ebd., 2004, S. 10). Wie die bisherigen dargestellten Definitionen gezeigt haben, herrscht Uneinigkeit über die Begriffe Interaktion, Interaktivität, Navigation und Adaptivität sowie das Ausmaß der Interaktivität. Ich möchte zunächst Interaktion und Interaktivität abgrenzen.

Interdisziplinär sollte der Begriff **Interaktion** als das Interagieren, d.h. „... sich, agierend u. aufeinander reagierend, wechselseitig in seinem Verhalten beeinflussen...“ (Dudenverlag, 1997, S. 369) verstanden werden. Aus sozialwissenschaftlicher Sicht sollte der allgemeine Begriff „Interaktion“ dem Austausch zwischen mindestens zwei Menschen vorbehalten sein und könnte interdisziplinär als soziale Interaktion präzisiert werden: „Soziale Interaktion sei aufgefasst als ein Prozeß, in dem zwei oder mehr Personen ihre Handlungen (...) aufeinander beziehen ...“ (Lenzen, 1998, S. 756). In der Informatik kann die Interaktion auf die wechselseitige Beeinflussung eines (oder mehrerer) Menschen und eines technischen Systems als Mensch-Maschine-Interaktion bezeichnet werden. Aus Sicht der obigen allgemeinen Definition von Interaktion muss aber festgestellt werden, dass dies auf heutige Systeme nur eingeschränkt zutrifft. Im Bereich des E-Learning und Blended-Learning sollten Aspekte der sozialen Interaktion nicht mit dem Begriff Interaktivität vermengt werden, sondern durch die Begriffe der Kommunikation und Kollaboration abgegrenzt werden: „Interaktivität im E-Learning bezeichnet dabei nicht die soziale Interaktion. Dieser Aspekt ist bereits in den Begriffen Kommunikation und Kollaboration enthalten.“ (Schulmeister, 2004, S. 10)

Die **Navigation** hängt mit dem Ausmaß der Interaktivität zusammen und wird oft mit Interaktivität vermengt. Die Navigation wird einerseits von Interaktivität abgegrenzt (z.B. Schulmeister, 2005, S. 2; Haack, 2002 oder Strittmatter & Niegemann, 2000). Andererseits ordnet sie z.B. Schulmeister (2005, S. 4) wiederum der ersten Stufe seiner Taxonomie der Interaktivität zu, um dann zu bemerken, dass man „... von einer Stufe 0 der Interaktivität sprechen müsste, weil es keine Interaktion gibt ...“ (ebd., S. 4). Er begründet dies damit, dass der technische Anspruch bei der Navigation zwar gering ist, sie didaktisch aber „... nicht unbedeutsam ...“ sei (ebd., S. 4). Auch Haack (2002) nennt als ersten Punkt seiner Aufzählung der Grundformen der Interaktivität das „... Zugreifen auf bestimmte Informationen, Auswählen, Umblättern ...“ (ebd., S. 128). Da es mir in dieser Arbeit nicht möglich ist, einen weitergehenden Vorschlag zur Definition der Interaktivität zu machen, schließe ich mich an die Auffassung und Taxonomie von Schulmeister (2005) an (s. u.). Aus diesem Grund werde ich die Aspekte der Navigation der Vollständigkeit halber, mit den erläuterten Einschränkungen, aufführen.

Z.B. in Issing und Klimsa (2002) oder Strittmatter und Niegemann (2000) sind der **Adaptivität** oder Individualisierung jeweils eigene, von der Interaktivität getrennte, Kapitel bzw. Abschnitte gewidmet. Sie sind damit klar von Interaktivität abgegrenzt. Ich möchte sie hier nur kurz erläutern und klären, inwiefern sie mit Interaktivität vermengt werden könnten. Unter Adaptivität, Adaptierbarkeit oder Individualisierung wird (mit jeweils unterschiedlichen Schwerpunkten) verstanden, inwiefern ein Lehrprogramm an eine bestimmte Lernergruppe angepasst ist, von einem Lerner angepasst werden kann oder inwiefern es sich selbst an einen Lerner anpasst (vgl. Schulmeister, 1997; Strittmatter & Niegemann, 2000; Leutner, 2002). Die Gefahr der Vermengung möchte ich an einem Beispiel erläutern: In der Taxonomie der Interaktivität von Schulmeister (2005) wird als zweite Stufe die Betrachtung und Rezeption multipler Darstellungen aufgeführt. Dem Lerner werden mehrere Grafiken, Filme, Animationen oder Audiokomponenten angeboten. Diese Auswahl an Darstellungen und das bewusste Auswählen bestimmter Teile dieses Angebots zur tieferen Auseinandersetzung können als eine Form der Adaptivität verstanden werden. Es kommt hierbei aber nicht auf diesen Aspekt des Anpassens an, sondern auf das Rezipieren unterschiedlicher Darstellungsformen (vgl. Schulmeister, 2005, S. 5 f.).

Die Aspekte Interaktivität, Navigation und Adaptivität werden wahrscheinlich deswegen oft vermischt, weil meist eine genaue Abgrenzung der Beeinflussung der Hard- und Software gegenüber der Beeinflussung der darüber bereitgestellten Lernobjekte fehlt. Metzger und Schulmeister (2004) unterscheiden hier die Interaktion mit der Hardware, der Benutzerschnittstelle des Betriebssystems, der Benutzerschnittstelle der Software und mit den Lernobjekten. Sie beziehen sich im Weiteren nur noch auf den Bereich der Lernobjekte und stellen eine Taxonomie dar, die im Wesentlichen der von Schulmeister (2005) entspricht.

Zur Beurteilung von Computerspielen auf ihre Interaktivität ziehe ich die Taxonomie von Schulmeister (2005) heran. Zunächst gehe ich allgemein auf die Begründung der Lernförderlichkeit der Interaktivität ein. Bei der Darstellung der Taxonomie zeige ich vor allem die speziellen Begründungen auf, die Schulmeister für jede seiner Stufen der Interaktivität angibt. Allgemein können die Begründungen zur Lern-

förderlichkeit der Interaktivität zumeist den Bereichen Individualisierung des Wissenserwerbs oder Förderung der Eigenaktivität zugeordnet werden. Da ich oben schon auf die Individualisierung (bzw. Adaptivität) eingegangen bin, möchte ich kurz typische Aspekte der Förderung der Eigenaktivität aufzählen:

- Einbettung in authentische, realitätsnahe und komplexe Situationen, in die sich der Lerner mental versetzen soll
- Konfrontation mit mehreren Perspektiven und Kontexten
- Explorative und assoziative Vorgehensweise bei der Erschließung neuer Informationen
- Informationen sammeln, Situationen beurteilen, Zusammenhänge erkennen oder herstellen
- „virtuelle Geräte“ oder Systeme bedienen,
- Aufgaben und Probleme aktiv lösen
- Förderung von Elaborationsprozessen und Verbindungen zwischen neuen Informationen und Vorwissen
- Erleichterung der Anwendung und des Abrufs des gelernten Wissens
- ständiges Ausprobieren und Nachvollziehen von Zusammenhängen fördert entdeckendes Lernen/Learning by doing
- aktives Denken, selbstständiges Entscheiden

(vgl. z.B. Schank, 1994; Bruner, 1973; Strzebskowski & Kleeber, 2002). Diese Aspekte finden sich in dieser oder ähnlicher Form bei den meisten Autoren.

Einen besonderen Aspekt hebt Schulmeister (2000, S. 47 f.) hervor: Er führt als Erfolgsfaktor der Interaktivität die Rückmeldung ohne soziale Konsequenzen an, bei der man Fehler machen kann, ohne dass es sich ein Lehrer merken würde. Er führt hierzu zwei Studien von Rheinberg (1985) und Twidale (1993) an, wobei ersterer zeigt, dass für Jugendliche die Rückmeldung am Computer wichtig sei und letzterer, dass Studenten bei tutoriellen Systemen absichtlich viele Fehler machen. „Nicht die Interaktivität an sich, sondern die Anonymität und Sanktionsfreiheit bei der Interaktion mit Programmen spielt also eine ganz wesentliche Rolle für die Lernmotivation der Lernenden“ (Schulmeister 2000, S. 48).

Für eine Analyse von Computerspielen auf ihre Interaktivität hin sind Definitionen zu allgemein. Besonders wenn es um die Betrachtung des Ausmaßes der Interaktivität geht, geben Definitionen in der Regel wenig Anhaltspunkte. Aus diesem Grund ziehe ich eine Taxonomie der Interaktivität heran, die unterschiedliche Interaktivitätsgrade stufenweise definiert. Da sich die Arbeit mit der Lernförderlichkeit von Computerspielen befasst, ziehe ich eine Taxonomie aus dem Bereich Lernmedien/e-learning heran. Allenfalls könnte auf eine kommunikationswissenschaftliche Taxonomie wie die von Goertz (2004) zurück gegriffen werden. Sie ist eher quantitativ orientiert und daher vergleichsweise trennscharf. Ebenso gründet sie auf einer sozialwissenschaftlichen Interaktions- und Interaktivitätsdefinition. Allerdings ist sie sehr stark auf Massenmedien bezogen und hat keinen Bezug zu Lernprozessen.

Die **Taxonomie der Interaktivität nach Schulmeister (2005)** hingegen ist auf die Interaktivität von Lernobjekten und Lernumgebungen bezogen. Wenn auch weniger trennscharf ist sie mit den angeführten Definitionen vereinbar. Darüber hinaus liefert sie konkrete, didaktisch orientierte Anhaltspunkte für die Beurteilung der Interaktivität von Computerspielen.

Schulmeisters Taxonomie (2005) beinhaltet sechs aufeinander aufbauende Stufen:

Stufe I: Objekte betrachten und rezipieren

Stufe II: Multiple Darstellungen betrachten und rezipieren

Stufe III: Die Repräsentationsform variieren

Stufe IV: Den Inhalt der Komponente beeinflussen: Variation durch Parameter- oder Datenvariation.

Stufe V: Das Objekt bzw. den Inhalt der Repräsentation konstruieren und Prozesse generieren

Stufe VI: Konstruktive und manipulierende Handlungen mit situationsabhängigen Rückmeldungen

Bei der Betrachtung dieser sechs Stufen differenziert Schulmeister (2005) zwischen „Multimedia-Komponenten in einem Lernsystem“ und „Programmen bzw. Programmkomponenten in einem Lernsystem“ (ebd., S. 2). Als Multimedia-Komponenten bezeichnet er „... Text-Bild- und Text-Film- ...“ Komponenten (ebd.), denen er Programme und Programmkomponenten unerläutert gegenüberstellt. Aus den Beispielen wird diese Unterscheidung nicht ganz klar: In den ersten drei Interaktivitätsstufen geht es bei den Multimediakomponenten nur um die Betrachtung einzelner oder mehrerer Abbildungen oder Bewegtbilder sowie die Variation der Betrachtungsweise. Auf der vierten Stufe verwischt der Unterschied, da die Multimediakomponenten nicht mehr vorgefertigt sind, sondern vom Lernsystem situativ generiert werden. Dies gilt aber auch für die gezeigten Programme, die aus Nutzereingaben Diagramme und Graphen erzeugen. Auf der fünften und sechsten Stufe fehlt diese Unterscheidung vollständig. Ich stelle diese Unterscheidung der Vollständigkeit halber dar. Meines Erachtens liegt der Unterschied in der Frage, ob die Multimediakomponenten vorgefertigt sind oder nach Nutzereingaben generiert werden. Vorgefertigte Multimediakomponenten können nur wenig manipuliert werden, weshalb sie keine höheren Interaktivitätsstufen erreichen. Umgekehrt sollten Ein- und Ausgaben von Programmen anschaulich dargestellt werden, wobei zumeist auf Multimediakomponenten zurückgegriffen wird.

Auf der **Stufe I** (Objekte betrachten und rezipieren) können vorgefertigte Multimediakomponenten (z.B. Bilder, Grafiken, Ton, Film, Animation) unverändert betrachtet werden. Die Art der Darstellung kann nicht verändert werden. Zumeist dienen sie der Illustration von Texten. Programme oder -Komponenten können nach dem Starten nicht in ihrem Ablauf beeinflusst, sondern nur die gezeigten Prozesse und Ergebnisse betrachtet werden. Hier liegt keine Interaktivität vor. Die Komponenten werden lediglich aufgerufen und abgespielt. Schulmeister räumt ein, dass hier besser von Stufe 0 gesprochen werden sollte, orientiert sich aber der Vergleichbarkeit halber an anderen Taxonomien, die mit der Stufe I beginnen. Der didaktische Nutzen liegt in der Veranschaulichung und Visualisierung (ebd., S. 3 f.).

Auf der **Stufe II** (Multiple Darstellungen betrachten und rezipieren) können vom Nutzer mehrere (unterschiedliche aber vorgefertigte) Multimedialkomponenten aufgerufen werden. Programme können wiederholt mit unterschiedlichen Optionen aufgerufen und betrachtet werden, Ablauf und Inhalte sind aber nicht beeinflussbar. Dabei können Inhalte in verschiedenen Formen aufbereitet, multiple Sichtweisen angeboten und Besonderheiten durch unterschiedliche Darstellung hervorgehoben werden (ebd., S. 5 f.)

Mit **Stufe III** (Die Repräsentationsform verändern) kann der Nutzer Einfluss auf die Multimedia-Komponente ausüben: Z.B. können Größe, Perspektive und Ausschnitt frei gewählt werden. Besonders deutlich wird dies bei dreidimensionalen Abbildungen, die beliebig vergrößert und gedreht werden können und bei denen der Bildausschnitt frei gewählt werden kann. Bei Filmen können unterschiedliche Sequenzen bzw. Szenen über interaktive Elemente im Film abgerufen werden. Dabei bleibt der Inhalt unverändert, nur die Form der Darstellung kann beeinflusst werden. Programme bieten mehrere Optionen, die unterschiedliche Variationen des Programms ergeben. Der Ablauf des Programms und die Inhalte werden nicht verändert. Der didaktische Mehrwert liegt darin, dass durch die Manipulation der Komponenten neue Einsichten gewonnen werden können. Allerdings kann von einem wirklichen Mehrwert nur gesprochen werden, wenn konkrete Fragestellungen mit den Manipulationen verbunden werden (ebd., S. 6 ff.).

Die **Stufe IV** (Den Inhalt der Komponenten beeinflussen: Variation durch Parameter oder Datenvariation) zeichnet sich dadurch aus, dass die Multimedia-Komponenten nicht vorgefertigt sind, sondern durch Eingaben des Benutzers generiert werden. Es können nicht nur Parameter verändert werden, sondern auch Daten eingegeben werden, die die Darstellung verändern. Wie gesagt verwischen hier meiner Meinung nach die Unterschiede zwischen Programmen und Multimedialkomponenten, ebenso ist der Übergang von Stufe III zu dieser Stufe fließend (vgl. ebd., S. 7). Während die Erläuterungen und die Beispiele den Unterschied nicht ganz klar herausstellen, kann der Unterschied aus den Benennungen der Stufen zwei und drei besser erschlossen werden: Bei Stufe III kann nur die Repräsentationsform der Lernobjekte verändert werden, bei Stufe IV können die Lernobjekte selbst, z.B. durch Veränderung von Daten, verändert werden. Die Stufen III und IV unterstützen explorative Lernformen. Bestehende kognitive Konzepte können erprobt, korrigiert und erweitert werden (ebd., S. 8 ff.).

**Stufe V** beschreibt Schulmeister als die höchste Stufe der Interaktivität. Auf dieser Stufe ist es möglich Lernobjekte zu erzeugen. Als Beispiele werden Programme angegeben, die das Erstellen von Mind- oder Conceptmaps erlauben, die die Erstellung, Berechnung und Ausgabe von Formeln erlauben oder Programme, die es erlauben dynamische Modelle aufzustellen und das Ergebnis des modellierten Systems zu ermitteln. Auf dieser Stufe der Interaktivität können die Lernobjekte nicht nur innerhalb eines gesteckten Rahmens variiert, sondern sie können auch für andere Inhalte genutzt werden. Dabei gibt es lediglich Beschränkungen bei der Art der Abbildung: Manche Programme sind für die Darstellung mathematischer Inhalte spezialisiert, andere auf die Darstellung als Maps oder ablaufbare Modelle. Auf dieser Stufe kommt man vom rezeptiven zum eigenaktiven Lernen, bei dem Lerner nicht nur Vorgegebenes manipulieren, sondern Eigenes ausdrücken und überprüfen können (ebd., S. 11 ff.).

Mit **Stufe VI** nimmt Schulmeister die kontextsensitive Rückmeldung des Lernsystems in die Taxonomie auf. Kritisiert wird, dass das Kriterium der Rückmeldung nicht in die Systematik passe. Tatsächlich räumt Schulmeister ein, dass mit Stufe V die Handlungen des Nutzers abgeschlossen sind. Allerdings spricht er sich dagegen aus, die Objekte der Lernsysteme nur als reaktiv aufzufassen. Er hält es für bedeutsam, „... dass dem ‘Partner’ Computer oder Programm bedeutungstragende Objekte bzw. Aktionen zugeschickt werden, die das Programm versteht und auf die das Programm mit entsprechend bedeutungsvollen Handlungen antworten kann“ (ebd., S.13). Damit sei ein erster Schritt in Richtung sozialer Interaktion gemacht, wenn auch durch das mangelnde Sinnverstehen von Computern auf einen „... Austausch symbolischer Inhalte in einer restringierten Domäne ...“ beschränkt (ebd., S. 13). Unter kontextsensitiver Rückmeldung versteht Schulmeister, dass das Lernsystem das Ergebnis einer Manipulation interpretieren und eine situativ sinnvolle Rückmeldung generieren kann. Dabei lässt er aber offen, was er als sinnvolle Rückmeldung auffasst. Er stellt lediglich fest, dass sich „... anspruchsvolle Rückmeldeprozesse in Abhängigkeit von sinnigen oder unsinnigen Benutzerhandlungen konzipieren ...“ lassen (ebd., S. 13 f.). Als Beispiele nennt er Mathematik-Editoren und Geometrieprogramme, bei denen die Nutzereingabe „... durch das Programm ausgewertet werden kann ...“ (ebd., S. 13). Meiner Meinung nach geben diese Programme durch die Berechnung des Ergebnisses einer Eingabe aber nur einfaches Feedback. Ich folgere also, dass diese Stufe nur erreicht ist, wenn das Lernsystem nicht nur ein Ergebnis berechnen, sondern dieses auch interpretieren kann und eine Rückmeldung geben kann, die über das bloße Ergebnis hinaus geht.

Tabelle 3.2 fasst die Taxonomie nach Schulmeister (2005) zusammen. Sie ist die Grundlage für die folgende Analyse von Computerspielen auf ihre Interaktivität.

Tabelle 3/2: Zusammenfassung Interaktivität (Taxonomie nach Schulmeister, 2005)

Interaktivität	
<b>Stufe I: Objekte betrachten und rezipieren</b>	
<b>Multimedia-Komponenten:</b> (z.B. Bilder, Grafiken, Ton, Film, Animation) nur unverändert betrachtbar, Art der Darstellung nicht veränderbar, dient der Illustration/Veranschaulichung	<b>Programm(-komponenten):</b> Programmablauf nicht beeinflussbar, nur Betrachtung des Ablaufs und der Ergebnisse
<b>Stufe II: Multiple Darstellungen betrachten und rezipieren</b>	
<b>Multimedia-Komponenten:</b> Unterschiedliche, vorgefertigte Darstellungen können abgerufen werden, vielseitigere Darstellung, mehrere Perspektiven möglich, keine Beeinflussung der einzelnen Komponenten	<b>Programm(-komponenten):</b> Wiederholter Abruf mit unterschiedlichen vorgefertigten Optionen, kein Einfluss auf Inhalte und Ablauf.
<b>Stufe III: Die Repräsentationsform variieren</b>	
<b>Multimedia-Komponenten:</b> Veränderung der Darstellungsform (Größe, Ausschnitt, Perspektive), keine Beeinflussung des Inhalts, nur Abruf unterschiedlicher Bestandteile in unterschiedlicher Form	<b>Programm(-komponenten):</b> Mehrere, frei wählbare Optionen, die zu unterschiedlichen Programmvariationen führen, Ablauf und Inhalt unveränderbar
<b>Stufe IV: Den Inhalt der Komponente beeinflussen: Variation durch Parameter- oder Datenvariation.</b>	
Keine vorgefertigten Komponenten, Erzeugung und Variation der Komponenten durch Eingabe und Veränderung von Daten und Parametern, Erzeugung der Objekte und Manipulation der Daten und Parameter auf einen bestimmten Inhalt beschränkt	
<b>Stufe V: Das Objekt bzw. den Inhalt der Repräsentation konstruieren und Prozesse generieren</b>	
Keine vorgegebenen Inhalte, Bereitstellung allgemeiner Mittel zur Abbildung beliebiger Inhalte in unterschiedlichen Formen (z.B. grafisch, algorithmisch und Kombinationen)	
<b>Stufe VI: Konstruktive und manipulierende Handlungen mit situationsabhängigen Rückmeldungen</b>	
Generierung einer situativ sinnvollen Rückmeldung auf Grundlage der Berechnung des Ergebnisses einer Manipulation und deren Interpretation, die über das Ergebnis hinaus geht	

## Visualisierung

Die Forschung im Bereich Visualisierung wird zumeist in die zwei „Disziplinen“ Information Visualization und Knowledge Visualization aufgeteilt (vgl. Tergan & Keller 2005, S. 1). Diese Einteilung bezieht sich auf die (bisher getrennte) Forschung zur Visualisierung von (zumeist) eindeutigen Daten und Informationen gegenüber der Visualisierung von schwer zu explizierendem Wissen. Während der Bereich Knowledge Visualization nicht weiter unterteilt ist, wird der Bereich Information Visualization in Scientific Visualization (SV), Information Visualization (IV), Social Visualization (SV) und Social Network Analysis (SNA) unterteilt (vgl. Meier, 2005, S. 97 f.). Diese Teilbereiche befassen sich mit der grafischen Umsetzung von Daten und Informationen physischer Art (SV), abstrakter/nicht-physischer Art (IV), von Kommunikationsdaten (SV) und von Beziehungsstrukturen (SNA) (vgl. Meier, 2005, S. 97 f.). Vereinfacht gesagt bezieht sich der Bereich Information Visualization mit seinen Unterbereichen auf Daten und Informationen, die sich aus Datenbeständen und Datenbanken extrahieren lassen. Der Bereich Knowledge Visualization befasst sich

mit Wissen, das nur schwer in Datenbanken abzubilden bzw. generell schwer zu explizieren ist. Meier (2005, S. 98) nennt im Anschluß an Däßler (1999) folgende Vorteile der Visualisierung von Daten und Information:

- „1) Das Erkennen von Relationen, Strukturen oder Trends in unstrukturiert erscheinenden Informationsmengen;
- 2) Das Auffinden spezifischer Informationsdomänen in großen Datenbeständen;
- 3) Multiple Views, d.h. verschiedene Sichten auf identische Datenbestände;
- 4) Die Darstellung von Informationen im Kontext zu anderen Informationen.“

Diese Formen der Visualisierung sind prinzipiell relevant, falls ein Lern-Computerspiel zum Umgang mit großen Datenmengen erstellt werden soll. Ansonsten dienen sie eher der Auswertung von Datenmengen. Daneben spielen die Aspekte Orientierung und Navigation eine Rolle, wobei das wiederum nicht auf die Programm- bzw. Spielbenutzung, sondern auf die Navigation und Orientierung in großen Datenmengen bezogen ist.

Im Bereich der Knowledge Visualization werden vor allem die Techniken des Mind Mappings (vgl. z.B. Buzan & North, 1997) und des Concept Mappings (z.B. Novak, 1996 und Novak & Gowin, 1984) erforscht. Tergan & Keller (2005, S. 2) fassen die möglichen Funktionen im Anschluß an Jonassen, Beissner und Yacci (1993) zusammen: „They may help students to elicit, (co-)construct, structure and restructure, elaborate, evaluate, locate and access, communicate, and use ideas, thoughts and knowledge about relevant content and resources“. Kognitionspsychologische Ansätze befassen sich mit der Konstruktion und Elaboration von mentalen Modellen mit Hilfe von Visualisierungen (z.B. Schnotz & Bannert). Die Gestaltpsychologie untersucht Fragen der grafischen Gestaltung von Visualisierungen (z.B. Singer, 2002).

Die eher mediendidaktische Literatur zum Lernen mit Computern bzw. zu E-Learning (z.B. Baumgartner, 1999; Bruns & Gajewski, 2002; Issing & Klimsa, 2002; Kerres, 1998; Schulmeister, 1997) befasst sich überwiegend mit den Funktionen von Text, Bild, Audio, Video (z.B. Weidenmann, 2002b; Strittmatter & Niegemann, 2000), Hypertext, Hypermedia (z.B. Schulmeister, 1997; Tergan, 2002) und entsprechenden Kombinationen (z.B. Lernen mit Text und Bildern) (z.B. Schnotz, 2002). Konkretere Ansätze sind Multimodalität und Multicodalität, der Bildüberlegenheitseffekt, die Theorie der Doppelcodierung von Paivio (1986), die multimodale Gedächtnistheorie von Engelkamp (1990) sowie die „visuelle Aufmerksamkeit“ (vgl. Meier, 2006, S. 71 ff.). Weidenmann (2002a) fasst diese und weitere Ansätze kritisch zusammen und stellt fest: „Aus Sicht der dargestellten Befunde und Analysen sind die bekanntesten ‘naiven’ Argumente für Multimedia, Multicodierung und Multimodalität korrekturbedürftig“ (Weidenmann, 2002, S. 61).

Vor dem Hintergrund dieser schwierigen Befundlage ist Weidenmann (2002, S. 59 ff.) im Anschluß an Clark (1983, 1994) der Auffassung, dass die didaktische Methode und die Struktur eines Lernangebots ausschlaggebender ist, als die oberflächliche Darstellung der Inhalte. Weidenmann (ebd.) spricht sich für Authentizität, Situiertheit und für multiple Kontexte und Perspektiven aus. „Die Umsetzung dieser Prinzipien ist nicht an bestimmte Medien, Codierungen und Modalitäten gebunden. (...) Es liegt aller-

dings nahe, bildhafte Codierungen, evtl. auch auditive (Originalgeräusche usw.) einzusetzen, weil ihre Perzeption derjenigen von realen Situationen am nächsten kommt" (Weidenmann, 2002, S. 60). Diese Sichtweise schränkt die grundsätzliche Bedeutung von Visualisierungen beim Lernen mit Computerspielen ein. Hieraus kann aber ein erster Grundsatz für Visualisierungen in „Lern-Computerspielen“ abgeleitet werden: Die Visualisierung soll helfen, den Gegenstand möglichst realitätsnah und authentisch abzubilden. Zumindest sollte sie die Inhalte in unterschiedlichen Kontexten situieren und aus verschiedenen Perspektiven darstellen. Darüber hinaus kann geschlossen werden, dass authentische Geräusche das Lernen zusätzlich situieren können, worauf ich bei den Besonderheiten des Computerspiels eingegangen bin (Abschnitt 2.2).

Nachdem die Befundlage zur Wirkung von Visualisierungen – kritisch betrachtet – uneindeutig ist, beschränke ich mich zur Beurteilung der Visualisierung in herkömmlichen Computerspielen auf deskriptive Ansätze zu den Arten und Funktionen von Bildern und Abbildungen. Damit kann ich an beispielhaften Computerspielen nachvollziehbar zeigen, welche Merkmale (nach der zugrunde liegenden Theorie) prinzipiell Lernen unterstützen können.

Bei den Arten der Visualisierung werden zumeist Abbildungen von logischen bzw. analytischen Bildern unterschieden (vgl. Weidenmann, 2002b). Strittmatter und Niegemann (2002) unterscheiden zusätzlich bildliche Analogien. In vergleichbarer Weise unterscheidet Schnotz (2002, S. 65) „realistische Bilder (Bilder)“ und „logische Bilder (Diagramme)“. In der vorangegangenen zweiten Auflage (Schnotz, 1997, S. 85) unterschied er ebenfalls zusätzlich „analoge Bilder“. Leider bleibt offen, warum die Form der analogen Bilder in der dritten Auflage nicht mehr aufgeführt ist. Ich nehme an, dass analoge Bilder den Abbildungen als auch den Diagrammen zugeordnet werden können. Einerseits kann Analogie ein Aspekt der Konstruktionsfunktion von Abbildern sein: Weidenmann führt in beiden Auflagen (1997, 2002) als Beispiel für eine Abbildung mit Konstruktionsfunktion (s.u.), eine Zeichnung zur Funktion des Herzens an, das mit einer Pumpen-Analogie arbeitet (Weidenmann, 2002, S. 87). Andererseits stellt Schnotz (2002, S. 66) für logische Bilder fest: „Diagramme ... sind durch eine abstrakte Form der strukturellen Übereinstimmung mit dem Gegenstand gekennzeichnet, die auf einer Analogierelation basiert“. Ich beschränke mich daher auf Abbildungen und logische Bilder und behandle analoge Aspekte sowohl als grundsätzliches Merkmal von logischen Bildern, als auch als eine Form von Abbildungen mit Konstruktionsfunktion.

**Abbildungen (Bilder)** definiert Weidenmann (2002b, S. 83) wie folgt: Hauptmerkmal von Abbildern ist „... dass sie zeigen, wie etwas aussieht ...“. Strittmatter und Niegemann (2000, S.42) verstehen unter einer Abbildung jede Art von Bild „... bei dem abgebildete Objekte oder Gegebenheiten eine Ähnlichkeit mit real existierenden aufweisen, wie z.B. bei einem Foto oder einer realitätsnahen Zeichnung“, wobei der Realitätsgrad unterschiedlich sein kann. Schnotz (2002, S. 65 f.) konkretisiert dies wie folgt: „Zu den realistischen Bildern zählen z.B. einfache Strich- und Umrisszeichnungen, naturalistische Gemälde sowie Fotografien - also grafische Darstellungen, die eine mehr oder weniger große Ähnlichkeit mit dem dargestellten Gegenstand besitzen“.

**Logische oder analytische Bilder (Grafiken)**, zeigen „... andere Inhalte mit anderen Mitteln als es Abbilder tun; in Diagrammen geht es bevorzugt um Zahlen, Daten, Strukturen, die mit standardisierten Verfahren visualisiert werden.“ (Weidenmann, 2002b, S.83) Sie sind „... im Gegensatz zu Abbildungen stark schematisiert ...“ (Niegemann & Strittmatter, 2000, S. 43). Nach Schnotz (1993) unterscheiden sie logische Bilder die qualitative und quantitative Zusammenhänge visualisieren: Qualitative logische Abbilder zeigen beispielsweise Über- und Unterordnungen, Eigenschafts- und Ganzes-Teil-Beziehungen, topologische Strukturen oder Verlaufsstrukturen auf. Zur Visualisierung quantitativer Zusammenhänge zählen sie typische Diagrammformen auf (Kreis-, Säulen-, Balken- Linien- und Streudiagramme) (vgl. Strittmatter & Niegemann, 2002, S. 43). Übereinstimmend definiert Schnotz (2002, S. 66): „Zu den logischen Bildern zählen z.B. Struktur- und Flussdiagramme, Kreisdiagramme, Säulendiagramme, Liniendiagramme - also grafische Darstellungen abstrakterer Sachverhalte, die zum Teil gar nicht unmittelbar wahrnehmbar sind.“

Hinsichtlich der **Funktionen von Abbildungen** stellt Weidenmann (2002b, S. 84) folgende drei als wesentlich heraus:

- „- Zeigefunktion: Abbilder können einen Gegenstand oder etwas an einem Gegenstand zeigen,
- Situierungsfunktion: Abbilder können ein Szenarium oder einen anderen 'kognitiven Rahmen' bereitstellen,
- Konstruktionsfunktion: Abbilder können den Betrachtern helfen, ein mentales Modell zu einem Sachverhalt zu konstruieren. Sie können Unvertrautes und Unanschauliches verständlich machen.“

Unter **Zeigefunktion** einer Abbildung wird verstanden, dass der Lerner beim Betrachten der Abbildung einen Eindruck gewinnt, wie etwas aussieht bzw. sich ein Bild von der gezeigten Sache machen kann. Dabei kann es sich um einen Gegenstand oder einen Teil eines Gegenstands handeln, ebenso kann es sich aber auch um einen Vorgang (z.B. einen Bewegungsablauf, eine Montage einzelner Teile) handeln, der auch als Bewegtbild gezeigt werden kann (z.B. eine Animation). Dabei soll die Aufmerksamkeit auf das Relevante gelenkt werden, Wichtiges von Unwichtigem unterschieden werden, Typisches von Variierendem getrennt werden oder eine vollständige Vorstellung von etwas vermittelt werden (vgl. ebd., S. 85 f.). Ein Bild mit **Situierungsfunktion** soll dem Lerner helfen, Detailinformationen in einen kognitiven Rahmen einzuordnen. Sie aktivieren Vorstellungen vom dargestellten Szenario und helfen die neuen Informationen mit Bekanntem zu verknüpfen. Sie aktivieren „Skripts“ oder andere „episodische Wissensstrukturen“ (ebd., S. 86), die umfangreicher sind als der Inhalt der Abbildung. Durch die Erinnerung an Erfahrungen haben sie eine emotionale Wirkung (s. u.) (vgl. ebd., S. 86 f.).

Bilder mit **Konstruktionsfunktion** helfen dem Lerner ein mentales Modell vom gezeigten Sachverhalt zu entwickeln. Sie zeigen sowohl die Elemente, als auch deren Zusammenspiel (vgl. ebd., S. 87 f.). Da eine Abbildung mit Konstruktionsfunktion im Gegensatz zu einem logischen Bild gegenständlich ist, werden hier oft Metaphern und Analogien verwendet, weshalb ich die oben erwähnten „analogen Bilder“ hier unterordne (s. o.).

Strittmatter und Niegemann (2000, S. 47 ff.) unterscheiden kognitive, affektive und motivationale Funktionen von Bildern. Ich klammere affektive und motivationale Funktionen von Visualisierungen aus, weil ich im Rahmen meiner deskriptiven Betrachtung von Computerspielen keine Hinweise auf die Wirkung dieser Funktionen erheben kann. Bei der Darstellung der kognitiven Funktionen, die sie behandeln, orientieren sie sich stark an der Funktion der Abbildung im Zusammenhang mit Text. Sie unterscheiden als häufigst genannte Funktionen „... die Abbild- oder darstellende Funktion, die Organisations-, die Interpretations- und die Verwandlungsfunktion oder transformierende Funktion ...“ (ebd., S. 48). Die Erläuterung dieser Funktionen vermengt Abbildungen und logische Bilder sowie ihre Funktionen, wie ich sie oben dargestellt habe, weshalb ich mich auf die Funktionen nach Weidenmann (2002b) beschränke. Zusätzlich führen sie bildliche Funktionen nach Weidenmann (1991) ein, die den Lerner einbeziehen. Ich klammere sie aus, weil sie älteren Datums sind und sich mit den oben genannten decken. Warum Strittmatter und Niegemann in ihrem Buch aus dem Jahre 2000 nicht schon die aktuelleren Bildfunktionen nach Weidenmann berücksichtigt haben, obwohl diese in nahezu identischer Form schon in Issing und Klimsa im Jahre 1997 vorlagen, bleibt offen.

Neben den statischen Formen der Visualisierung werden auch von bewegten Bildern (Animationen, Video bzw. Film und Fernsehen) positive Effekte erwartet. Diese Effekte konnten aber bisher nicht empirisch bekräftigt werden (Krapp & Weidenmann, 2006, S. 452; für einen Überblick zu Wirkung und Nutzen von Video, Film und Fernsehen vgl. ebd., S. 451 - 462). Unabhängig von diesen Problemen der empirischen Fundierung nehmen Computerspiele aber auch hier wieder eine Sonderrolle ein: Ein Computerspiel ist grundsätzlich eine dynamische Visualisierung. Ein Spiel besteht einerseits aus Komponenten, die sich klar in statisch und dynamisch unterscheiden lassen. Filmische Zwischensequenzen (als Real-Video oder in Form von Animationen) können klar als dynamische Visualisierung bezeichnet werden und können Informationen vermitteln. Sie werden meist für die Erzählung der Geschichte verwendet, können aber auch Informationen zum Spiel enthalten. Auch Bilder auf Informations-Bildschirmen (info screens), die Text und Bild in statischer Form zur Vermittlung von Informationen einsetzen, können klar den statischen Visualisierungen zugeordnet werden. Viel schwieriger andererseits ist es beim Spiel im engeren Sinne, den Level des Spiels: Sie sind aus der meist dynamischen Repräsentation der Spielobjekte, statischen und dynamischen Anzeigen und einem wählbaren Ansichtsausschnitt zusammengesetzt (vgl. Kapitel 2). Die Hauptansicht des eigentlichen Spiels kann als komplexe, dynamische Visualisierung bezeichnet werden. Moderne Computerspiele bilden den Spielgegenstand zunehmend realistisch ab, was eine Unterscheidung von realem und abstrakten Bewegtbild (z.B. Video oder Animation) immer schwerer macht.

Fraglich ist also, wie das sehr unterschiedlich zusammengesetzte Spiel hinsichtlich dynamischer Visualisierung analysiert werden kann. Für diese Analyse zerlege ich die Visualisierung des Levels in unterschiedliche Visualisierungs-Komponenten und untersuche ihre Funktion anhand der oben erläuterten Arten und Funktionen der statischen Visualisierung. Als Besonderheit muss berücksichtigt werden, dass diese Komponenten vielfältig, zahlreich und dynamisch mit einander verknüpft sind.

Ich denke die Lernförderlichkeit eines Computerspiels kann anhand dieser Funktionen aber trotzdem gut beurteilt werden, auch wenn sie ursprünglich nur für die Beschreibung von statischen Visualisierungen erarbeitet wurden. Für eine weitere Beschreibung und Analyse von Computerspielen wäre es durchaus wünschenswert, diese Problematik der Vernetzung von statischen und dynamischen Visualisierungen in einer übergeordneten, selbst dynamischen Gesamtvisualisierung zu thematisieren. Ich werde dieser Besonderheit aber auch auf andere Weise gerecht: Die genannten Eigenschaften sind für Simulationen (und Planspiele) typisch. Da ich Computerspiele auch auf ihre Lernförderlichkeit hinsichtlich ihrer simulativen Anteile untersuche, berücksichtige ich nicht nur die Funktionen der Visualisierung, sondern auch den Aspekt ihrer dynamischen (simulationsartigen) Darstellung und Vernetzung.

Die folgende Tabelle fasst den Bereich Visualisierung für die Betrachtung von Computerspielen im nächsten Abschnitt zusammen.

Tabelle 3/3: Zusammenfassung Visualisierung

Visualisierung	
<p><b>Abbildungen</b> Zeigen wie etwas aussieht, Ähnlichkeit mit etwas real existierendem: Z.B. Strich-, Umrisszeichnungen, naturalistische Bilder, Fotografien.</p> <p><b>Zeigefunktion</b> Gewinnen eines Eindrucks wie etwas aussieht, ein „Bild“ der Sache. Gegenstände und Teile davon oder Vorgänge in stehendem oder bewegtem Bild</p> <p><b>Situierungsfunktion</b> Kognitiver Rahmen für Detailinformationen, Aktivieren von Vorstellungen, Wissenstrukturen und Erfahrungen mit Situationen oder Szenarien</p> <p><b>Konstruktionsfunktion</b> Aufbau eines mentalen Modells, Aufzeigen von Elementen und Zusammenspiel, oft mittels Metaphern oder Analogien</p>	<p><b>Logische Bilder</b> stark schematisierte, grafische Darstellungen abstrakter Sachverhalte, die teilweise nicht unmittelbar wahrnehmbar sind. Z.B. Diagramme, Concept-/Mind-Maps, Infografiken</p> <p><b>Qualitative Zusammenhänge</b> Über-, Unterordnungen, Eigenschafts-, Ganzes-Teil-Beziehungen, Verlaufs- oder topologische Strukturen</p> <p><b>Quantitative Zusammenhänge</b> Standardisierte Darstellung in Form von Kreis-, Säulen-, Balken-, Linien- oder Streudiagrammen</p>

### Ermittlung von Simulation, Interaktivität und Visualisierung im Computerspiel

Um nun zeigen zu können, wo ich die Aspekte Simulation, Interaktivität und Visualisierung im Computerspielen sehe, vergleiche ich jeden dieser Aspekte mit Computerspielen aus den genannten Hauptgenres.

Die folgenden Abschnitte befassen sich mit den Formen der Simulation (3.1.2), Interaktivität (3.1.3) und Visualisierung (3.1.4) im Computerspiel. Jeder dieser Abschnitte behandelt einzeln die Genres Action, Adventure, Rollenspiel, Simulation und Strategie. Aus jedem dieser Genres werden Beispiele typischer Computerspiele angeführt, die die Parallelen aufzeigen sollen. Grundlage für diesen Vergleich sind die zusammenfassenden Tabellen 3/1 bis 3/3 (vgl. folgende Abbildung).

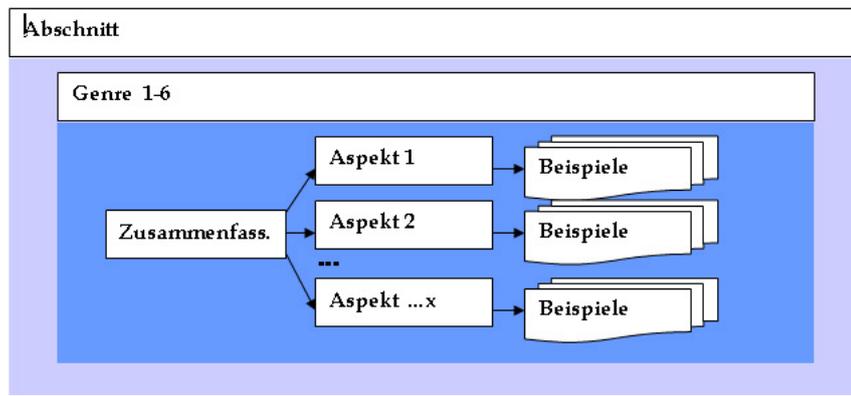


Abbildung 3/3: Vorgehensweise beim Vergleich von Computerspiel und SIV

In den zusammenfassenden Tabellen habe ich die relevanten Beschreibungsdimensionen der Konstrukte Simulation, Interaktivität und Visualisierung herausgearbeitet. Für jedes der fünf vorgeschlagenen Hauptgenres gehe ich auf diese Aspekte ein und schildere Beispiele, die die Übereinstimmung gut aufzeigen. Durch die Ordnung nach Genres kann ich nicht nur zeigen, inwieweit ich lernförderliche Eigenschaften sehe, sondern zudem für jedes Genre Potentiale und Grenzen zusammengefasst darstellen. Somit kann die Lernförderlichkeit für jedes Genres gezielt erschlossen werden.

Die Computerspielbeispiele entstammen (sofern nicht anders angegeben) der Computerspieldatenbank der Bundeszentrale für Politische Bildung, in der eine Vielzahl von Computerspielen mit einem Screenshot und einer kurzen Beschreibung gesammelt sind (<http://snp.bpb.de/index2.html>, Stand Januar 2008).

Aufgrund der Vielfalt von Computerspielen können die folgenden Abschnitte nur beispielhaft zeigen, wo Übereinstimmungen von Computerspiel, Simulation, Visualisierung und Interaktivität bestehen. Sicherlich lassen sich leicht Beispiele finden, die meinen Aussagen widersprechen. Bei solchen Beispielen ist aber zu fragen, ob sie repräsentativ sind oder ob es sich eher um Ausnahmen handelt. In den folgenden Abschnitten beschränke ich mich auf das Aufzeigen dieser Verbindungen in bestehenden Computerspielen. Überlegungen zur konkreten, didaktischen Nutzung in denkbaren „Lern-Computerspielen“ folgen in Kapitel 4.

### 3.1.2 Formen der Simulation im Computerspiel

Ich habe Simulationen allgemein als

*Repräsentation bzw. Arbeit mit der Repräsentation eines mathematischen Modells, eines Apparates, Prozesses oder (Teil-) Systems definiert, dessen Veränderung durch die Eingabe und Variation von Parametern möglich ist und veranschaulicht wird*

(vgl. Tabelle 3/1, S. 81). Für Computerspiele gilt allgemein, dass sie auf Basis eines mathematischen, algorithmischen Modells der Spielwelt erlauben, diese Spielwelt durch Eingaben zu manipulieren und die Ergebnisse dieser Manipulation grafisch ausgeben. Nach dieser Definition sind Computerspiele im weiten Sinne stets Simulationen. Ihre Umsetzung in einer computerausführbaren Programmiersprache erfordert zwingend eine mathematische Modellierung, damit das Computerspiel die Spielwelt und ihre Veränderungen ermitteln (berechnen) kann. Ebenfalls zwingend ist, dass das Spiel bzw. die Spielwelt manipuliert werden kann (vgl. auch 3.1.3 Formen der Interaktivität im Computerspiel). Ebenso kommen aktuelle Spiele nicht ohne eine gute grafische Umsetzung aus, die zudem möglichst ansprechend und realistisch sein soll. Natürlich haben Computerspiele selten einen Wahrheitsanspruch. Nur bei Simulationsspielen steht die möglichst exakte Abbildung eines realen Gegenstandes im Mittelpunkt. Aber schon bei historischen Strategiespielen werden nicht nur Vereinfachungen vorgenommen, sondern teilweise auch grobe Fehler gemacht: Beispielsweise kommt in dem Spiel „Caesar IV“ (Vivendi Games) keine Sklavenhaltung vor, obwohl das Spiel ein Aufbau-Strategiespiel mit großen Wirtschaftsanteil ist (vgl. Pöppinghege, 2007).

Zu dieser positiven grundsätzlichen Beurteilung kommt ein weiterer Aspekt hinzu, der für alle Genres spricht: Meines Erachtens gibt es keine Computerspiele, die man als Simulation in Reinform, d.h. ohne Lern-/ (Spiel-) Ziele und ohne didaktische Methoden bezeichnen könnte. Computerspiele stellen dem Spieler immer möglichst interessante und herausfordernde Aufgaben. Ebenso werden das Spiel und die Aufgaben normalerweise gut

#### **Simulationen in Reinform<sup>1</sup>**

Stellen keine Lernziele, Aufgaben oder didaktischen Methoden bereit; haben Werkzeugcharakter; Modellerstellung möglich.

Zusammenfassung  
Simulation: S. 81

erläutert. Natürlich können die Spielziele in den seltensten Fällen mit Lernzielen gleichgesetzt werden. Sofern ein Computerspiel aber für einen Lerninhalt mit inhaltlicher Stimmigkeit produziert wird, geht es nach den gültigen Gamedesign-Grundsätzen über eine Simulation in Reinform hinaus (vgl. auch Kapitel 2.2).

Auch findet sich meines Wissens kein Computerspiel, bei dem es möglich wäre, selbst ein Modell zu erstellen. Leveleditoren (vgl. S. 58) erlauben es nicht das Modell der Spielwelt zu verändern, sondern nur die Startparameter für einen Simulationsdurchlauf festzulegen. Auch Game-Engines können nur sehr abstrakt als Modellierungswerkzeug aufgefasst werden: Sie ermöglichen es prinzipiell ein Computerspiel zu erstellen und bieten dafür spezielle Werkzeuge. Demzufolge müssten auch Programmiersprachen und -Umgebungen allgemein als Modellierungswerkzeug gelten. In diesem Sinne werden Programmierumgebungen und einfachere Tools zur Computerspiel-erstellung eingesetzt um Lernziele zu erreichen: Computerspiele sollen beispielsweise helfen, das Programmieren zu lernen oder allgemein „... die Lese-, Gestaltungs-

#### **Modellierungsteil**

Erstellung eines Modells in einer Programmiersprache, mittels grafischem Editor oder Kombinationen von beidem.

1) In den blauen Kästen entlang des Textes wiederhole ich Auszüge aus meiner Genredefinition und vor allem aus der Beschreibung von Simulation, Interaktivität und Visualisierung, auf die ich mich jeweils beziehe. Somit muss nicht ständig zu den jeweiligen Passagen im vorausgehenden Text geblättert werden.

und Medienkompetenz der Schülerinnen und Schüler deutlich zu verbessern“ (Teachernews, 2007).

Da Computerspiele meiner Ansicht nach keinen Modellierungsteil beinhalten, haben sie auch keinen expliziten Simulationsteil. Wie eingangs festgestellt können sie vielmehr allgemein als Simulation bzw. als Simulation in Lernprogrammen (s. u.) verstanden werden. Das OOPIO-Modell besteht aus den Teilen „Programm/Modell“, „Ausgabe“ und „Eingabe“. Dies

#### **Simulationsteil**

Dynamische Berechnung des modellierten Systems, Eingabe und Veränderung von Parametern, grafische oder abstrakte Ausgabe der Ergebnisse

entspricht den Merkmalen

des Simulationsteils (siehe Kasten).  
  
Bei spezieller Betrachtung der Simulationen in Reinform zeigt sich, dass Computerspiele keinen Modellierungsteil haben bei dem das Modell verändert werden könnte. Sie gehen aber mit ihren Aufgaben und Hilfen über eine reine Simulation hinaus. Damit entsprechen sie vielmehr herausgearbeiteten Merkmalen von Simulationen in Lernprogrammen (siehe Kasten). Für Simulationen in Lernprogrammen habe ich zwei Formen herausgearbeitet: Bedienungssimulationen und Entscheidungssimulationen. Ich schildere im Folgenden Beispiele für Bedienungs- und Entscheidungssimulationen in den einzelnen Genres.

#### **Simulationen in Lernprogrammen**

Eingebettet in eine Umgebung mit Erklärungstexten und Aufgaben/Übungen, keine Erstellung oder Veränderung des Modells

### **Genre Action**

Hauptvertreter des Genres Action sind die umstrittenen „Ego-“ bzw. „First-Person-Shooter“. Daneben existieren einige andere Formen der Action-Spiele, die aber zumeist Mischungen des Genres Action mit anderen Genres sind; z.B. „Action-Strategie-Spiele“. Ich beschränke mich hier auf Ego-Shooter, da ich die anderen Varianten den jeweiligen anderen Genres zuordne (vgl. 2.1).

#### **Genredefinition Action:**

Spiele, bei denen der Spieler vor allem psycho-motorische Aufgaben der Steuerung wahrnimmt und bei denen es auf Geschicklichkeit und Reaktionsschnelligkeit ankommt. Anspruchsvollere Actionspiele erfordern aber auch taktisches und strategisches Vorgehen. Von Bedeutung sind aufwändig gestaltete Level und zumeist eine gute Waffenauswahl.

Spiele dieser Art eignen sich von ihrer bestehenden Form für den Einsatz und das Training der Handhabung von militärischem Gerät und militärischer Strategie. Auf untenstehendem Screenshot ist eine Szene aus dem Spiel FarCry zu sehen, in der man sich vorstellen kann, wie der Spieler den Einsatz verschiedener Waffen gegen verschiedene Gegner und Kampfgeräte erproben und trainieren kann. Ebenso können bei realistischem Verhalten, z.B. des gegnerischen Hubschraubers im Bild, auch unterschiedliche Strategien erprobt und trainiert werden. Die Vorteile eines entsprechenden Spiels liegen in der wiederholbaren Durcharbeitung eines Szenarios, das es ermöglicht einerseits explorativ unterschiedliche Lösungen zu erproben und andererseits gewünschte Vorgehensweisen und damit verbundene Kenntnisse zu trainieren bzw. zu verinnerlichen.

#### **Bedienungssimulationen**

Abbildung technischer Systeme (z.B. Apparate oder Prozesse), Erlernen und Trainieren der Nutzung und Anwendung.



Abbildung 3/4: FarCry, Crytek 2004

Ebenfalls kann die Umgebung technische Systeme enthalten deren Bedienung erlernt werden kann. In vielen Spielen kann der Spieler inzwischen nicht nur mit seinem Avatar herumlaufen, sondern auch herumstehende Fahrzeuge und Geräte verwenden. Natürlich werden derartige Spiele bereits oft vom Militär eingesetzt und weiterentwickelt. Ein bekanntes Beispiel ist „America’s Army“, das vom US-Militär zu Trainingszwecken eingesetzt wird. Ebenso nutzt das amerikanische Militär ähnliche Spiele zu Rekrutierungszwecken (z.B. „Conflict Desert Storm“). Eine neue Variante ist, Spiele für den Erwerb der Landessprache und des richtigen Verhaltens gegenüber der fremden Kultur einzuüben und Konflikte zu vermeiden. Diese Spiele sind aber eher dem Rollenspiel zuzuordnen, da Kampfelemente und actiontypische Aufgaben, wenn überhaupt, nur eine untergeordnete Rolle spielen<sup>1</sup>.

Dennoch gibt es Versuche, Action-Spiele für nicht militärische Zwecke zu nutzen. Mark Prensky hat mit dem Spiel „The Monkey Wrench Conspiracy“ den Versuch unternommen, das Erlernen einer CAD-Konstruktionssoftware in einem Ego-Shooter zu verpacken. Im Spiel müssen in den Level technische Bauteile gefunden, hergestellt, repariert oder ergänzt werden. Im kleinen Bild ist ein Beispiel für das Erstellen eines benötigten Bauteils. Der Spieler muss von einer zweidimensionalen Zeichnung ein dreidimensionales Bauteil erstellen und dafür die zu erlernende Software nutzen.



Abbildung 3/5: Monkey Wrench Conspiracy, Mark Prensky, games2train

Wie bei den Erläuterungen zum Aspekt Bedienungssimulation und in der Genreddefinition angedeutet können Action-Spiele auch strategische Aspekte beinhalten. Somit beinhalten sie auch Aspekte der Entscheidungssimulation. Je mehr der Schwerpunkt des Spiels weg von den Bedienungsaspekten und weg von den Kampf-Aspekten geht, desto mehr handelt sich aus meiner Sicht um ein anderes Genre. Aus diesem Grund halte ich Action-Spiele vor allem für Bedienungs- und Trainings-Aufgaben geeignet, mit denen auch meist Handlungsoptionen verbunden sind. Damit haben Taktiken und Strategien, wie sie bei Entscheidungssimulationen gefordert sind, auch Bedeutung bei Action-Spielen. Umfangreiche Strategien und Entscheidungen halte ich nach der vorgelegten Genreddefinition bei diesen Spielen für untypisch.

#### Entscheidungs-simulationen

Abbildung komplexer, zumeist nicht-technischer, (Teil-)Systeme (z.B. Gesellschaften, Ökosysteme, Wirtschaftssysteme) zumeist unter Agieren unterschiedlich vieler Akteure

1) Normativ distanzieren mich persönlich strikt von Spielen für militärische Zwecke. Deskriptiv kann gesagt werden, dass diese Beispiele durchaus Lernziele und Lernprozesse beinhalten.

Natürlich gibt es im Bereich der Action-Spiele noch eine große Bandbreite anderer, „harmloserer“ Spiele, die der Definition entsprechen. Sie reichen von „Mario64“, über „Moorhuhn“ bis „Aladin“. Diese und viele weitere Spiele zeichnen sich durch die Dominanz der Steuerung einer Spielfigur und unterschiedlich explizenten Kampf aus. In Spielen der Mario-Reihe werden „Gegner“ durch „Draufhüpfen“ besiegt und das Spiel so „verniedlicht“.

Ähnlich wie bei den Ego-Shootern sind diese Spiele geeignet, Handlungen und den Einsatz von Gegenständen zu erlernen und trainieren. Dabei dürfte es aber schwer werden allzu viele Lerninhalte zu finden, die sich mit diesem einfachen Spielprinzip umsetzen lassen. Sofern von diesem Spielprinzip stark abgewichen wird handelt es sich wie gesagt eher um andere Genres.

Spiele wie Moorhuhn werden wegen ihres simplen Spielprinzips oft auch dem Genre Gelegenheitsspiel zugeordnet. Mario64 und Aladin sind Beispiele für das Genre Jump'n'Run, bei dem man durch Level „hüpft“ und einfache Aufgaben erledigt. Ich habe sie hier aufgrund des Spielprinzips dem Genre Action zugeordnet.



Abbildung 3/6: Mario64 (Nintendo), Moorhuhn (Phenomedia), Aladin (Disney)

### Genre Adventure

In Adventure-Spielen interagiert der Spieler mit der Spielwelt, den Bewohnern der Spielwelt und mit Gegenständen die in der Spielwelt verteilt sind. Normalerweise findet der Spieler eine große und detailliert ausgearbeitete Spielwelt vor. In dieser Spielwelt trifft er auf Figuren, die ihm Informationen geben können, für die er Aufträge erledigen muss und von denen er wichtige Gegenstände bekommt. Die Spielwelt selbst beinhaltet unterschiedliche Bereiche, die frei zugänglich oder versteckt sind. Diese versteckten Bereiche sind entweder schwer zu finden oder es muss eine Aufgabe erledigt werden, um den Zugang zu öffnen. Über solche (zunächst verschlossenen) Bereiche arbeitet sich der Spieler durch das Spiel. Er muss zunächst herausfinden

welche Wege weiterführen und wie er diese verschlossenen Wegen öffnen kann. Um einen bestimmten Weg freizumachen muss in der Regel ein Rätsel gelöst werden (z.B. wie lenke ich eine Wache oder einen Wachhund ab). Hierzu findet der Spieler hilfreiche Hinweise und nützliche Gegenstände in der Nähe des versperrten Wegs. Informationen oder Gegenstände, die für die Lösung des Rätsels benötigt werden,

#### Genredefinition

##### Adventure:

Spiele, bei denen der Spieler vor allem Rätsel lösen und Geheimnisse herausfinden muss und dabei die Spielwelt erkundet. Dabei werden zumeist Gegenstände in der Spielwelt zur Verbesserung des Charakters und vor allem für die Bewältigung der Aufgaben gesammelt. Oft gehören auch Kämpfe zum Spiel, die aber weniger wichtig sind, als in anderen Genres. Von Bedeutung sind eine tragende Geschichte, gute Rätsel, und eine aufwändig gestaltete Spielwelt.

sind zumeist in der bisher zugänglichen Spielwelt verteilt. Bewohner der Spielwelt geben Tipps, für die oft eine weitere Aufgabe bewältigt oder ein weiterer Gegenstand benötigt wird. Die Gegenstände für den Tausch oder die Lösung des eigentlichen Rätsels sind in der Spielwelt versteckt oder müssen wiederum bei anderen Bewohnern besorgt werden. Auf diese Weise entsteht ein komplexes Rätsel, das sich aus mehreren simplen zusammensetzt. In Abbildung 3/7 ist eine typische Szene aus einem Adventure gezeigt bei dem der Spieler einen Raum betreten hat und nun herausfinden muss, welche Aufgaben oder welche hilfreichen Informationen und Gegenstände in diesem Raum sind. Die Spielwelten reichen dabei von aneinander gereihten Einzelbildern, in denen Gegenstände und Personen angeklickt werden können („Klick-and-Point-Adventure, Abb. 3/7), bis hin zu dreidimensionalen Spielwelten, die komplett und uneingeschränkt begehbar sind (Abb. 3/8).



Abbildung 3/7: Maniac Mansion II - Day of the Tentacle, LucasArts



Abbildung 3/8: Gothic II, Piranha Bytes

Spiele des Genres Adventure simulieren grundsätzlich komplexe Spielwelten mit einer detaillierten Umwelt, Interaktionspartnern und Gegenständen. Je nach Spielthematik sind diese realistisch oder fiktiv. Eine besondere Bedeutung kommt den Rätseln und Gegenständen zu. Die Rätsel transportieren eine komplexe Aufgabe, für die Gegenstände in der richtigen Art und Weise genutzt werden müssen. Diese Rätsel können Prozesse, Maschinen und Gegenstände oder komplexere (technische) Systeme abbilden. Diese sind in Adventure-Spielen zumeist realistisch abgebildet, sofern nicht ein fiktives Thema zugrundeliegt. Lerninhalte können auf diese Weise realistisch oder in Form einer Metapher bzw. Analogie umgesetzt werden. Die Eigenart der typischen Rätsel in Adventures, im Vergleich zu anderen Genres, legt es nahe sie eher als Bedienungssimulationen einzusetzen.

#### **Bedienungssimulationen**

Abbildung technischer Systeme (z.B. Apparate oder Prozesse), Erlernen und Trainieren der Nutzung und Anwendung.

Durch die komplexe Umwelt und die Interaktionspartner, die Adventures zumeist beinhalten, sind sie prinzipiell auch für Entscheidungssimulationen einsetzbar. Komplexe Systeme könnten gut in ihren Einzelaspekten abgebildet werden. Ähnlich wie die verteilten Rätsel eines Adventures können die Einzelaspekte zu einem komplexen System vernetzt werden. Abstrakte Lerngegenstände können ebenfalls in Form von Metaphern und Analogien umgesetzt werden.

#### **Entscheidungssimulationen**

Abbildung komplexer, zumeist nicht-technischer, (Teil-)Systeme (z.B. Gesellschaften, Ökosysteme, Wirtschaftssysteme) zumeist unter Agieren unterschiedlich vieler Akteure

Adventure eignen sich für den Erwerb und das Training von Handlungswissen. Je nach Art der Aufgabenstellung können aber auch komplexe Strategien in nicht-

technischen Systemen vermittelt und erprobt werden. Adventures können das zu vermittelnde Wissensgebiet plastisch abbilden. Sie können den Kontext eines Lerninhalts authentisch wiedergeben und binden Wissen narrativ und sequenziert ein. Für abstrakte Systeme bietet sich die Umsetzung in Form von Metaphern und Analogien an. Aus diesen Gründen werden sie gerne für Lernspiele eingesetzt.

### Genre Rollenspiel

Bei Rollenspielen steht für den Spieler zumeist eine einzelne Figur im Mittelpunkt des Spiels. Diese Figur repräsentiert den Spieler im Spiel. Im Gegensatz zu anderen Genres, in denen der Spieler auch mit einer Spielfigur im Spiel angezeigt wird, hat sie im Rollenspiel eine viel größere Bedeutung: Der Spieler entwickelt diese Figur in ihren Charaktereigenschaften. In anderen Genres verändert sich die Figur des Spieler entweder gar nicht oder wird ohne großes Zutun des Spielers automatisch verbessert. In Rollenspielen kann der Spieler normalerweise eine große Palette von Eigenschaften und Fähigkeiten seiner Spielfigur einstellen: Z.B. Kampfkraft, Zauberkraft, Widerstandskraft und in vielen Spielen auch handwerkliche Tätigkeiten. Der Spieler identifiziert sich stark mit seiner Spielfigur und verwendet oft sehr viel Zeit für deren Entwicklung. Um die Spielfigur gezielt weiterzuentwickeln stehen dem Spieler detaillierte Statistiken über seine Spielfigur und seine Gruppe zur Verfügung.

#### Genredefinition Rollenspiel:

Spiele, bei denen der Spieler meistens eine oder wenige Spielfiguren steuert und versucht deren Eigenschaften, Fähigkeiten und Ausstattung anhand unterschiedlicher Aufgaben im Spiel zu verbessern. Von Bedeutung sind Statistiken über die Leistung des Spielers bei der Entwicklung seiner Figur sowie Kämpfe und andere Aufträge, mit deren Bewältigung der Spieler seine Figur weiterentwickeln kann. Ebenso ist eine tragende Geschichte wichtig.

In einigen Spielen hat der Spieler auch mehrere Spielfiguren zur Verfügung, die er entweder parallel steuert oder die jeweils in verschiedenen Level zum Einsatz kommen. In den meisten Rollenspielen kontrolliert der Spieler neben seiner Spielfigur eine Gruppe von weiteren Spielfiguren, die ihn begleiten (s. Abb. 3/9). Die Zusammenstellung und Fortentwicklung dieser Gruppe ist eine weitere zentrale Aufgabe in einem Rollenspiel.



Abbildung 3/9: Dungeon Siege, Microsoft

In Rollenspielen steht zumeist der Kampf im Vordergrund. Die Spielfigur wird optimiert um immer schwerere Kämpfe zu bestehen. Im Rahmen der Geschichte des Spiels werden dem Spieler Aufgaben gestellt, die er meistern muss um das Spielziel zu erreichen: Es muss Verbündeten geholfen oder einzelne Feinde und feindliche Armeen besiegt werden. In den Kämpfen wird die Spielfigur und die Gruppe des Spielers trainiert und verbessert. Neben den Schlüsselnkämpfen gibt es Nebenaufgaben, die dem Training der Spielfiguren oder dem Erwerb von Verbesserungen dienen. Diese Haupt- und Nebenaufgaben sind ähnlich wie in Adventures über die Spielwelt verteilt. Der Spieler erkundet auch im Rollenspiel die Spielwelt um Informationen zu bekommen und Haupt- und Nebenaufträge zu entdecken. Wie im Adventure sammelt er dabei Gegenstände, die aber der Verbesserung seiner Spielfigur dienen und nicht der Lösung von Rätseln. Ebenso

interagiert er mit den Bewohnern der Spielwelt um Informationen zu bekommen und erledigt für sie Nebenaufträge um als Belohnung Verbesserungen für seine Spielfigur zu bekommen.

Neben den (dominierenden) kampforientierten Rollenspielen gibt es eine Vielzahl anderer Formen. Bekannt ist beispielsweise „The Sims“, bei dem der Spieler seine Spielfigur in (sozialen) Alltagssituationen steuert. Hier sind die Aktionen nicht auf Kampf sondern auf alltägliche Handlungen im sozialen Umfeld ausgelegt (Beziehungen, Hochzeit, Adoption, Streit, Verwahrlosung, beruflicher Erfolg). Bei „MyScene“ geht es darum, Barbie und ihre Freundinnen ebenfalls bei alltäglichen (und oberflächlichen) Tätigkeiten zu helfen: Shoppen, Parties organisieren, Kleidung entwerfen und Geld verdienen. Bei vielen dieser alternativen Rollenspielen liegt eine Vermengung mit anderen Genres vor. Rollenspiele im engeren Sinne befassen sich meist mit sozialen Interaktionen und thematisch zugehörigen Tätigkeiten.



Abbildung 3/10: The Sims (Maxis), MyScene (Mattel)

Allgemein simulieren Rollenspiele komplexe Spielwelten mit einer umfangreichen Umwelt, zahlreichen Bewohnern und sehr unterschiedlich nutzbaren Gegenständen. Ein Schwerpunkt liegt auf der Interaktion mit den Bewohnern, entweder im Kampf oder in der Kooperation. Im Mittelpunkt steht die zentrale Spielfigur und die begleitende Gruppe, die in ihren Eigenschaften und Fähigkeiten detailliert abgebildet werden. Die Geschichte des Spiels, die Spielwelt und die Bewohner der Spielwelt können der Vermittlung der Lerninhalte dienen.

Dem Schwerpunkt auf der Entwicklung einer oder mehrerer Spielfiguren ist es zuzuschreiben, dass Rollenspiele nur Handlungen beinhalten, die der Verbesserung und Anwendung von Eigenschaften und Fähigkeiten dienen. Ähnlich wie beim Adventure können Bedienungssimulationen in metaphorischer oder analoger Form in das Spielprinzip integriert werden. Das klassische Rollenspiel ist auf die Spielfigur bezogen. Erweiterungen, die Prozesse oder Apparate in das Spiel integrieren sollen, führen mit hoher Wahrscheinlichkeit dazu, dass das Spiel nicht mehr als Rollenspiel im engeren Sinne gelten kann. Sicherlich muss man in einem solchen Fall von einem Genremix sprechen. Ein solcher Genremix kann sinnvoll sein, wenn neben technischen auch soziale Aspekte eine sehr große Rolle spielen. Überwiegend eignen sich andere Genre besser für Bedienungssimulationen.

**Bedienungssimulationen**  
Abbildung technischer Systeme (z.B. Apparate oder Prozesse), Erlernen und Trainieren der Nutzung und Anwendung.

Rollenspiele eignen sich besser für Entscheidungssimulationen. Die komplexe Spielwelt von Rollenspielen kann besonders für die Abbildung von sozialen Systemen genutzt werden (für menschliche Systeme als auch für solche aus dem Tierbereich). Besonders geeignet sind Rollenspiele für Entscheidungssimulationen, bei denen die Interaktion von vielen Akteuren von Bedeutung ist.

Wie gezeigt sollten dabei im engeren Sinne die Eigenschaften und Fähigkeiten einer zentralen Figur und/oder Gruppe im Mittelpunkt stehen (z.B. bei Gesundheitsthemen, bei Themen der beruflichen Laufbahn oder der Führungskräfteausbildung). Stehen hingegen komplexe (Teil-) Systeme im Mittelpunkt, die der Spieler (Lerner) aus einer abstrakteren Position heraus steuert und Einfluss auf viele Akteure hat, ist eher das Genre Strategie geeignet.

#### **Entscheidungs-simulationen**

Abbildung komplexer, zumeist nicht-technischer, (Teil-)Systeme (z.B. Gesellschaften, Ökosysteme, Wirtschaftssysteme) zumeist unter Agieren unterschiedlich vieler Akteure

### **„Simulation“ und „Strategie“ als Bedienungs- und Entscheidungssimulationen im engeren Sinne**

Die Genres Simulation und Strategie weisen eine Besonderheit auf: Je nach Definition sind sie sehr leicht zu vermischen. Ich habe sie mit meinen Definitionen entgegen der Praxis sehr stark eingeschränkt (s.u.). Der Grund dafür ist offensichtlich: Nach der gängigen Praxis können bestimmte Spiele nicht eindeutig einem Genre zugeordnet werden. Aus wissenschaftlicher Sicht ist eine unscharfe Definition unbrauchbar, weshalb man sich meiner Meinung nach hier vom Praxisgebrauch trennen muss. Die Folge dieser strikteren Definition ist, dass das Genre Simulation auf die Abbildung von Gegenständen, Geräten, Maschinen und komplexeren, technischen Systemen beschränkt ist. Das Genre Strategie erfährt zwar keine Beschränkung, ihm werden aber nach meinem Vorschlag die sogenannten „Wirtschaftssimulationen“ zugeordnet und sollten deswegen künftig als „Wirtschafts-“ oder „Handels-Strategie-Spiele“ bezeichnet werden<sup>1</sup>. Wie in Kapitel 2.1 vorgeschlagen, berücksichtigt dies schwerpunktmässig das Spielprinzip und stellt erläuternd den Wirtschaftsaspekt der Spielthematik hinzu.

Aus mediendidaktischer Sicht ergibt sich damit eine weitere Besonderheit: Nach diesen Genreditionen können Simulations-Spiele eindeutig den Bedienungssimulationen und Strategie-Spiele den Entscheidungssimulationen zugeordnet werden.

#### **Genredition Simulation:**

Spiele, bei denen der Spieler aus der Realität bekannte Gegenstände, Maschinen oder (technische) Systeme möglichst realitätsnah bedienen bzw. einsetzen kann. Von Bedeutung sind ein oft sehr hoher Realismusgrad, eine vereinfachte aber dennoch möglichst realistische Steuerung sowie Aufgaben bzw. Kontexte, in denen der Spieler das simulierte Objekt sinnhaft einsetzen kann.

#### **Bedienungssimulationen**

Abbildung technischer Systeme (z.B. Apparate oder Prozesse), Erlernen und Trainieren der Nutzung und Anwendung.

#### **Genredition Strategie:**

Spiele, bei denen der Spieler zur Erledigung abgeschlossener oder endlos spielbarer Ziele verschiedene Ressourcen und Mittel strategisch einsetzt. Die Ziele haben meist militärischen oder wirtschaftlichen Charakter und beides wird oft kombiniert. Von Bedeutung sind Aufgaben, die mit verschiedenen Strategien gelöst werden können, eine geschickt begrenzte Auswahl an Spielressourcen und abwechslungsreiche Levelaufträge/-ziele (außer bei Endlosspielen).

#### **Entscheidungs-simulationen**

Abbildung komplexer, zumeist nicht-technischer, (Teil-) Systeme (z.B. Gesellschaften, Ökosysteme, Wirtschaftssysteme) zumeist unter Agieren unterschiedlich vieler Akteure.

Ich stelle im Folgenden für die Genres Simulation und Strategie also nur den jeweils eindeutig zugehörigen Aspekt Bedienungs- oder Entscheidungssimulation dar, wie er sich aus der obigen Zuordnung ergibt.

<sup>1</sup> Derartige Spiele bzw. dieses Genre könnten auch als „Planspiele“ bezeichnet werden. Ich behalte aber den Begriff „Strategiespiel“ bei, da er sowohl in der Praxis als auch in der wissenschaftlichen Literatur zu Computerspielen gebräuchlich ist und sich gut von anderen Genres unterscheiden lässt.

## Genre Simulation

Das Genre Simulation bildet nach der vorgelegten Definition technische Geräte und Systeme aus der Realität ab. Dabei können zwei Zweige unterschieden werden: Im militärischen Zweig wird in erster Linie Kriegsgerät wie Kampfflugzeuge, U-Boote, oder Panzer abgebildet (Abb. 3/11). Im zivilen oder Alltags-Zweig werden entsprechend zivile Fahrzeuge wie Flugzeuge, Autos, Lokomotiven (Abb. 3/12) oder teilweise auch Alltags-Gegenstände abgebildet. Je nach abgebildetem Gegenstand wird ein besonderer Kontext gewählt: Autos werden oft im Renn-Kontext gespielt, z.B. im Bereich der Formel 1, der der Bedienung des technischen Systems „Auto“ durch den beliebten Rahmen einen besonderen Wert verleiht. Andere technische Systeme wie Flugzeuge oder Lokomotiven haben einen besonderen Reiz, da sie in der Realität von den wenigsten Menschen bedient werden können.

Alltagsgegenstände werden beispielsweise in herausfordernden Situationen eingesetzt: In Crazy Machines müssen Alltagsgegenstände so kombiniert werden, dass andere Gegenstände über das Spielfeld bewegt werden können. Im gezeigten Beispiel (Abb. 3/13) fällt oben links ein Basketball ins Spielfeld, der mit den zur Verfügung stehenden Gegenständen so abgelenkt werden muss, dass er die Lampe unten in der Mitte trifft und sie damit einschaltet.

Ein weiterer Bereich sind die so genannten Sportsimulationen. Hier kann der Spieler populäre Sportspiele wie Basketball, Fußball, Tennis, Golf etc. am Computer spielen. Da hier andere motorische Aufgaben bewältigt werden müssen, als im wirklichen Sport, können sie nur für das Regel- und Taktik-Training genutzt werden. Ansonsten bleibt das Training in der Realität dem virtualisierten Sport überlegen.

Wie der Genre Titel „Simulation“ nahelegt, eignen sich Spiele dieses Genres am Besten für Lernzwecke. In ihnen kann realitätsnah ein Gegenstand, eine Maschine oder ein technisches System abgebildet und wiederholt bedient werden. In Lehr-/Lernkontexten muss aus motivationaler Sicht aber berücksichtigt werden, dass das Genre Simulation nicht jedem Spieler gefällt und es in einem zweckrationalen Kontext seinen Charme verlieren kann; die Zweckfreiheit geht dabei verloren. Im Gegensatz zu anderen Genres bilden sie den Gegenstand sehr direkt ab. Das kann für den Lerner unattraktiv sein: Piloten dürften bei der fortwährenden Nutzung des Flugsimulators zunehmend den Spaß verlieren, da sie den Simulator zum Einen sehr oft nutzen müs-



Abbildung 3/11: Ace Combat 3, Namco



Abbildung 3/12: Train Simulator, Microsoft



Abbildung 3/13: Crazy Machines, Pepper Games, <http://www.crazy-machines.com/>

### Bedienungssimulationen

Abbildung technischer Systeme (z.B. Apparate oder Prozesse), Erlernen und Trainieren der Nutzung und Anwendung.

sen und zum anderen Flugzeuge auch sehr oft in der Realität bedienen. Es wäre zu prüfen inwieweit Simulationsspiele Verbesserungsmöglichkeiten für derartige Simulatoren aufzeigen können. Wie man diese Simulationen aus Sicht des allgemeinen Gamedesigns für einen institutionalisierten Einsatz verbessern kann, erläutert Kapitel 3.2. Auch ist es dem Computerspieler normalerweise freigestellt, welches Spiel er wie lange spielen möchte. Beim institutionalisierten Einsatz muss das Spiel fremdbestimmt genutzt werden. Dennoch dürften derartige Simulationen im Vergleich zu anderen Lernmaterialien durch Anschaulichkeit, Aktivierung und Attraktivität einen Vorteil haben. Sofern ein solcher, spielartiger Simulator nur in einer begrenzten Phase zu Erstschulungszwecken eingesetzt wird, dürfte der Lernende von dieser Umsetzung des Gegenstands profitieren. Ein Computerspiel wird jedem irgendwann langweilig.

### Genre Strategie

Strategiespiele simulieren komplexe Systeme mit vielen Charakteren. Im Mittelpunkt steht nicht eine oder wenige Figuren, sondern die Steuerung vieler Spielfiguren. Die Spielziele lassen sich in zwei Richtungen unterscheiden: Bei militärischen Strategiespielen steht die Eroberung und der Kampf im Vordergrund, bei wirtschaftlichen Strategiespielen der Aufbau und die Ausweitung des wirtschaftlichen Einflusses. Gemeinsam ist beiden Richtungen die kontinuierliche Ausbreitung, sei es auf wirtschaftlichem oder militärischem Weg. Sehr oft wird beides mit unterschiedlichen Schwerpunkten kombiniert. Haupthindernis für den Spieler sind begrenzte Ressourcen, die ihn in seiner unbegrenzten Ausweitung beschränken. Der Spieler muss für die konkrete Aufgabe überlegen, wie er das Ziel am effektivsten erreicht. Zur Bewältigung der Aufgaben stehen dem Spieler unterschiedliche Spielfiguren und „Geräte“ zur Verfügung, die unterschiedliche Teilaufgaben übernehmen können. Bei militärischen Spielen sind das vor allem Kampf-Einheiten und Geräte, bei wirtschaftlichen Spielen sind es die unterschiedlichen Akteure in einem Handelssystem (Bauern, Arbeiter, Händler, Banker etc.). In beiden Varianten müssen diese Figuren bzw. Einheiten zumeist mit unterschiedlichen Gütern versorgt werden (z.B. Nahrung oder Unterkunft). Auch werden die Einheiten und Geräte in unterschiedlichen Produktionsstätten ausgebildet oder hergestellt, die unterschiedliche Ressourcen benötigen. Zuletzt kann nicht jedes Spielelement sofort erstellt werden, sondern muss teilweise erst „erforscht“ bzw. „entwickelt“ werden.

Je nach der konkreten Aufgabe muss der Spieler also auf Grundlage der vorhandenen Ressourcen, der verfügbaren Spielelemente und der Aufwändigkeit ihrer



Abbildung 3/14: Anno 1602, Max Design/Sunflowers



Abbildung 3/15: Command & Conquer 2, Westwood Studios



Abbildung 3/16: Warcraft III, Blizzard

Herstellung und Produktion eine Strategie entwickeln, mit der er die Aufgabe bewältigen kann. Dabei hat er zumeist ein Hauptziel (z.B. das Besiegen eines Feinds), das auch in Teilziele aufgeteilt sein kann (z.B. mehrere Stellungen des Feinds nacheinander zu zerstören). Daneben muss er Ressourcen abbauen, Einheiten versorgen und produzieren und entsprechende Produktionsstätten erforschen und bauen.



Abbildung 3/17: Transport Gigant, JoWood Productions Software AG

Strategiespiele unterscheiden sich neben den Hauptzielen Kampf oder Handel auch nach ihrem Kontext: Sie können historisch angelegt sein (Abb. 3/14), real-militärisch (Abb. 3/15), fiktiv (Abb. 3/16) oder sich mit alltäglichen Systemen befassen (Abb. 3/17). In allen Kontexten findet sich mittlerweile eine große Auswahl an Spielszenarien. Bekannt dürfte die Sim-Reihe sein (z.B. SimCiy, SimTower, SimEarth, SimAnt), bei der man eine Stadt, ein Hochhaus, die Erde oder einen Ameisenhaufen simuliert hat. Ebenfalls beliebt sind Sport-Manager-Strategiespiele bei denen man beispielsweise seinen eigenen Bundesligaverein zum Erfolg führen kann. Selbst Mc Donalds hat in einem Spiel eine Filiale der gleichnamigen Fastfood-Kette zu Werbezwecken abgebildet. Aufgrund dieser guten Eigenschaften für die Abbildung von realen Systemen sind Strategiespiele auch für Lernzwecke beliebt: Meist werden politische oder wirtschaftliche Systeme in einem Spiel aufbereitet und z.B. in Szenarien wie der Entwicklungshilfe kombiniert, um dem Spieler gesellschaftliche Probleme zu vermitteln.

Auch wenn der Zusammenhang zwischen Strategiespielen und Entscheidungssimulationen nicht so plastisch ist, wie der zwischen Simulationsspielen und Bedienungssimulationen, dürften die gemachten Schilderungen die Verbindungen gut aufgezeigt haben. Strategiespiele stellen dem Spieler zur Bewältigung einer Aufgabe eine große Auswahl an Ressourcen und Mitteln zur Verfügung, aus denen der Spieler überlegt auswählen muss. Wie die Beispiele zeigen ist es bei Strategiespielen bereits üblich, lernrelevante Inhalte zu simulieren. Zumindest ist aber gut vorstellbar, wie man Lerninhalte in Strategiespielen umsetzen kann. Die bestehenden Strategiespielen können in der Regel nicht direkt für Lernzwecke eingesetzt werden, da ihr Wahrheitsanspruch zumeist gering ist. Dennoch gibt es Überlegungen, bestehende Computerspiele zu nutzen: Beispielsweise haben Gebel, Gurt und Wagner (2005) sich aber mit der Frage befasst, inwiefern sich bestehende Computerspiele hinsichtlich allgemeiner Kompetenzen nutzen lassen. Aufgrund der großen Ähnlichkeit können Strategiespiele umgekehrt wertvolle Hinweise geben, wie herkömmliche Entscheidungssimulationen ansprechender und motivierender gestaltet werden können.

#### Entscheidungssimulationen

Abbildung komplexer, zumeist nicht-technischer, (Teil-) Systeme (z.B. Gesellschaften, Ökosysteme, Wirtschaftssysteme) zumeist unter Agieren unterschiedlich vieler Akteure.

#### Fazit

Der Abschnitt hat (beispielhaft) gezeigt, dass Computerspiele als Simulationen aufgefasst werden können. Das ist zum einen naheliegend, weil sie Spielgegenstände abbilden und für den Spieler manipulierbar machen. Zum anderen können sie auch im weiten Sinne als Simulationen verstanden werden. Im engeren Sinne didaktischer

Simulationen konnte ich zeigen, dass es sich dabei nicht nur um reine Simulatoren handelt, sondern dass Computerspiele grundsätzlich den Kriterien für Simulationen in Lernprogrammen genügen. D.h. sie sind nicht nur reine Simulatoren, sondern stellen dem Lerner sinnvolle Aufgaben und bieten gezielt Hilfen an. Im Speziellen hat sich gezeigt, dass die einzelnen Genres unterschiedlich gut für Lernzwecke eingesetzt werden können. Das liegt daran, dass ich von einer strikten Genredefinition ausgegangen bin, die das Spielprinzip in den Mittelpunkt stellt und ich deswegen zunächst eng am jeweiligen Spielprinzip argumentiert habe. So ist es z.B. gut vorstellbar auch das Genre Action so abzuwandeln, dass Lerninhalte vermittelt werden können. Bei der Gestaltung eines Lern-Computerspiels kann vom Spielprinzip bestehender Spiele abgewichen werden. Einerseits ist es gut vorstellbar, Lerninhalte direkt oder in analoger Form in die unterschiedlichen Spielprinzipien einzubetten. Andererseits können durch Kombination unterschiedlicher Genres (Genremix) die Vorteile der jeweiligen Spielprinzipien gezielt genutzt werden.

### 3.1.3 Formen der Interaktivität im Computerspiel

So wie eine konsensfähige Definition von Interaktivität schwierig ist, wird auch die Interaktivität von Computerspielen angezweifelt. Mertens stellt die Interaktivität von Computerspielen in Frage: „Niemand hat jemals beim bloßen Spielen das Programm eines Spiels und damit den Ablauf der Geschehnisse verändert. Alle haben nur in mehr oder weniger gekonnter Weise diese Programme zum Ablauf gebracht.“ (Mertens, 2005; vgl. auch Mertens 2007). Richtig ist, dass ein Spieler nicht das Programm verändern kann. Allerdings bin ich der Auffassung, dass der Spieler sehr wohl den Ablauf der Geschehnisse beeinflussen kann. Natürlich kann er nur Aspekte des Spiels beeinflussen, bei denen es das Programm vorsieht und ermöglicht. Meiner Meinung nach ist es nicht erforderlich und genau genommen technisch auch nicht möglich das laufende Programm des Spiels zu verändern. Anders verhält es sich, wenn mit Programm das Modell der Spielwelt gemeint ist. Der Spieler kann zwar auch das programmierte Modell der Spielwelt nicht beeinflussen, aber er kann unterschiedliche Systemzustände bewirken, die auch bei konventionellen Freiheitsgraden nicht vorhersehbar sind. Hierin sehe ich eine ausreichende Grundlage für Interaktivität.

Für die Beurteilung der Interaktivität von Computerspielen ziehe ich die oben dargestellte Taxonomie von Schulmeister (2005) heran (vgl. S. 88). Wie bei den Aspekten der Simulation kann ich auch hier die niederen Stufen für Computerspiele allgemein betrachten. Ebenso ist die Unterscheidung von Multimedia- und Programmkomponenten bei Computerspielen zu vernachlässigen: Aufgrund ihrer Komplexität und ihrer grafischen Umsetzung sind sie grundsätzlich eine Kombination aus programmierten und multimedialen Komponenten. Auch bei Schulmeister wird diese Trennung bei Stufe V aufgegeben, was meiner Ansicht nach daran liegt, dass reine Multimediakomponenten keine so hohe Interaktivität erreichen können ohne programmierte Funktionen zu haben. Aus diesem Grund habe ich bereits Stufe IV zusammengefasst, da die Abgrenzung hier verwischt (s. o.).

Wie bereits geschildert, betrachtet Schulmeister (ebd., S. 2) die Stufe I nicht als Interaktivität, sondern führt sie nur der Vollständigkeit halber auf. In Computerspielen gibt es Elemente, die dieser Kategorie entsprechen. Der Start des Computerspiels oder beispielsweise filmische Sequenzen zwischen Level sind nicht beeinflussbar und können nur betrachtet werden. Man würde sie aber auch nicht als interaktive Teile des Spiels bezeichnen.

In Stufe II kann der Nutzer geringe Variationen abrufen, die vorgefertigt sind und nicht beeinflussbar sind. Als Beispiele nennt Schulmeister (ebd.) ein Statistikprogramm, bei dem für einen Datensatz unterschiedliche Mittelwerte grafisch angezeigt werden können und ein Lernprogramm zur Gebärdensprache, bei dem Gebärdenvideos zu unterschiedlichen Texten abrufbar sind. In der Regel kommen derartige Formen der Interaktivität nicht in Computerspielen vor. In der Spielanleitung finden sich gelegentlich Bilder von bestimmten Spielelementen aus unterschiedlichen Perspektiven. Sicherlich existieren Spiele, die derartige Elemente aufweisen. Nach meiner Einschätzung dürften das aber entweder nur unwichtige Teile des Spiels sein oder sehr einfache, nichtkommerzielle Spiele, die kaum den Prinzipien des Gamedesigns entsprechen.

Bei Stufe III kann die Repräsentation einer Komponente verändert werden. Schulmeister führt als Beispiele eine dreidimensionale Abbildung eines Tierschädels an, die rotiert und vergrößert sowie der betrachtete Ausschnitt verändert werden kann. Das Beispiel für ein Programm ist eine Mathematik-Software, bei der die Darstellungsparameter für vorgegebene Formeln variierbar sind. Bei Computerspielen ist diese Stufe hinsichtlich des Aspekts „Multimedia-Komponenten“ problematisch: Grundsätzlich gibt es Computerspiele bei denen die Ansicht varrierbar ist und Computerspiele, die mit einer festen Perspektive auskommen. Für jedes Genres lassen sich aber leicht Beispiele finden bei denen die Perspektive geändert werden kann. Das Problematische ist aber, dass die Taxonomie aufeinander aufbauende Stufen beinhaltet und eine höhere Stufe die niedrigeren einschließt. Ein Computerspiel, das mit einer Perspektive auskommt, erfüllt nicht das Kriterium der Stufe III, kann aber eventuell die Kriterien der Stufen IV, V und VI erfüllen. Dieses Spiel genügt aber immernoch den Kriterien des Aspekts „Programmkomponente“. Ich habe in Abschnitt 3.1.1 gezeigt, dass die Definition und Einteilung von Interaktivität schwierig und uneinheitlich ist, weshalb ich es in dieser Arbeit offen lassen muss. Um dieses Problem zu umgehen beschränke ich mich auf Spielbeispiele, die einen Wechsel der Perspektive beinhalten. So kann ich zeigen, dass Computerspiele prinzipiell den angeführten Kriterien entsprechen, auch wenn das nicht für alle Spiele gültig ist.

#### **Stufe I: Objekte betrachten und rezipieren**

**Multimedia-Komponenten:** (z.B. Bilder, Grafiken, Ton, Film, Animation) nur unverändert betrachtbar, Art der Darstellung nicht veränderbar, dient der Illustration/Veranschaulichung.  
**Programm(-komponenten):** Programmablauf nicht beeinflussbar, nur Betrachtung des Ablaufs und der Ergebnisse.

Zusammenfassung  
 Interaktivität: S. 91.

#### **Stufe II: Multiple Darstellungen betrachten und rezipieren**

**Multimedia-Komponenten:** Unterschiedliche, vorgefertigte Darstellungen können abgerufen werden, vielseitigere Darstellung, mehrere Perspektiven möglich, keine Beeinflussung der einzelnen Komponenten.  
**Programm(-komponenten):** Wiederholter Abruf mit unterschiedlichen vorgefertigten Optionen, kein Einfluss auf Inhalte und Ablauf.

#### **Stufe III: Die Repräsentationsform variieren**

**Multimedia-Komponenten:** Veränderung der Darstellungsform (Größe, Ausschnitt, Perspektive), keine Beeinflussung des Inhalts, nur Abruf unterschiedlicher Bestandteile in unterschiedlicher Form.  
**Programm(-komponenten):** Mehrere, frei wählbare Optionen, die zu unterschiedlichen Programmvariationen führen, Ablauf und Inhalt unveränderbar.

### **Besonderheiten bei einer genaueren Betrachtung der Computerspiel-Interaktivität**

Für die genauere Betrachtung der einzelnen Computerspiel-Genres hinsichtlich ihrer Interaktivität ist es erforderlich zu klären, welche Computerspielkomponenten von Bedeutung sind.

Eine wichtige Unterscheidung ist die Trennung des Spiels im engeren Sinne von den spielergänzenden Komponenten. Unter dem Spiel im engeren Sinn verstehe ich einen konkreten Level (eine Spielrunde) und grenze diesen von den ergänzenden Komponenten ab. Ein Level repräsentiert das Spiel im engeren Sinn, weil nur dort die eigentlichen Spielhandlungen ausgeführt werden. Das Aufstellen der Schachfiguren würde man auch nicht als Schachspiel bezeichnen. Ergänzende Komponenten sind alle Spielbestandteile, die vor oder nach dem Start eines einzelnen Levels liegen (z.B. Einstellungen, Spielmodus-Auswahl, Intros, Film-Sequenzen, Startbildschirme, Informations-Seiten) oder parallel zum Level abgerufen werden können (Einstellungen, Spielanleitung, Informations-Seiten). Sie sind in der Regel auch nicht besonders interaktiv.

Im Vergleich zu den von Schulmeister (ebd.) eingeführten Multimedia- und Programmkomponenten kann man bei Computerspielen grundsätzlich von einer Kombination von beidem ausgehen, deren Komplexität über Multimediamkompositionen und Lernprogramme hinaus geht. Auch Schulmeister (ebd.) gibt diese Trennung bei den im Folgenden zu betrachtenden Stufen IV, V und VI auf. In einem Level des Spiels steht zunächst eine manipulierbare, grafisch aufbereitete und auditiv begleitete Simulation einer Spielwelt im Mittelpunkt. Zusätzlich kann der Spieler jederzeit grundsätzliche Einstellungen vornehmen (z.B. Spielgeschwindigkeit, evtl. -Schwierigkeit, Grafik und Audio, Steuerung) oder Informationen abrufen (Spielanleitung, Level-Ziele, evtl. Tipps zur Lösung des Levels). Bei dieser Kombination vielfältiger Spielelemente ist zu prüfen, welche einzeln oder in Kombination die von Schulmeister (ebd.) beschriebenen Interaktionen ermöglichen.

Um zu klären welche Elemente von Computerspielen relevant sind, greife ich auf das OOPIO-Modell mit den Bereichen Input, Output, Programm und Modell zurück. Die erste Ebene „Input“ suggeriert eine starke Verbindung mit Interaktivität. Tatsächlich handelt sich aber nur um die simplen, technischen Bedienungsmittel im Sinne der Mensch-Maschine-Interaktion, die noch nichts über die Qualität der Interaktion aussagen. Auch der Bereich „Output“ dient lediglich der Repräsentation der Spielwelt, von Spielobjekten oder den Bedienelementen für abstrakte Spielelemente. Hierunter fällt auch die Anzeige von Informationen und der Online-Spielanleitung, wobei auch nicht von Interaktivität, sondern lediglich von Navigation gesprochen werden kann.

Zum Bereich Ausgabe gehört aber der Aspekt „Ansichtssteuerung“: Er ermöglicht dem Spieler die Auswahl unterschiedlicher Perspektiven auf die Spielwelt, wie es Schulmeister (ebd.) mit der Interaktivitätsstufe III beschreibt („Die Repräsentationsform verändern“). Wie gesagt können viele Spiele aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet werden, jedoch gilt dies nicht für alle. Zu beachten ist aber, dass in der Taxonomie von Schulmeister (ebd.) die Veränderung der

Perspektive die einzige Interaktionsmöglichkeit mit der Multimedia-Komponente ist. Da Computerspiele nicht aus einem einzigen grafischen Objekt, sondern aus einer ganzen Spielwelt bestehen, ändert sich auch bei einer Ansicht der Blick auf die Spielwelt dennoch ständig. Darüber hinaus besteht die eigentliche Interaktion nicht im Betrachten der Spielwelt, sondern in unterschiedlichen Handlungen in dieser Spielwelt.

Der Bereich „Programm“ beinhaltet die für das Ablaufen des Computerspiels notwendigen Daten und Systeme. Diese Daten und Systeme sind aber unbeeinflussbar im Hintergrund. Eine Ausnahme sind die Einstellungen, die der Spieler machen kann. Sofern sie sich auf die Steuerung des Spiels beziehen sind sie der Usability zuzuordnen. Auch die Einstellungen zur Ausgabe (Grafik, Ton) sind für die Interaktivität unbedeutend. Lediglich Einstellungen, die sich z.B. auf Spielgeschwindigkeit oder Schwierigkeitsgrad beziehen, beeinflussen das modellierte System: Sie bewirken, dass Prozesse schneller ablaufen oder die Spielwelt mehr oder größere Aufgaben stellt.

Somit konzentriert sich die Betrachtung der Interaktivität von Computerspielen vor allem auf das Modell der Spielwelt. Es besteht aus Kontrollstrukturen, die unbeeinflussbar sind, aus Variablen und Konstanten, die teilweise beeinflussbar sind, und aus den konkreten Spielobjekten. Sie ermöglichen, neben der Perspektivenwahl, die Manipulation des Spielzustands. Die Variablen des Spiels dienen einerseits dem Programm das Spiel zu verwalten. Ebenso bilden sie abstrakte Variablen ab (z.B. Steuern in einer Handelssimulation). Auch die konkreten Eigenschaften von Spielobjekten, die nicht immer vom Spieler direkt beeinflusst werden können, werden als Variablen verwaltet (z.B. wenn die Lebenskraft einer Spielfigur im Kampf geschwächt wird und sich danach langsam regeneriert). Die Spielobjekte selbst können aber auch als Daten oder Parameter des Programms aufgefasst werden: In einem Strategiespiel ist es bei einem Kampf entscheidend, wieviele Kampfeinheiten (Objekte) mit welchen Eigenschaften der Spieler einsetzt.

Ich werde für jedes Genres klären welche Spielelemente konkret für die Interaktivität relevant sind und welche Variationen möglich sind. Auf dieser Grundlage erläutere ich welche Stufe der Interaktivität von diesem Genre erreicht werden kann. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die Beurteilung der Interaktivität nach der Taxonomie von Schulmeister (ebd.) schwierig ist, weil sie nur in analoger Form erfolgen kann: Die Taxonomie wurde für die Beurteilung von Lernumgebungen entworfen und bezieht sich auf Elemente, die typisch für die mediale Aufbereitung von Lerninhalten sind (z.B. Abbildungen, Animationen, Filme, Diagramme, Tabellen, einzelne Werte sowie deren Manipulation und Ausgabe). Auch die kommunikationswissenschaftliche Taxonomie von Goertz (2004) ist stark auf Massenmedien bezogen und wäre deshalb ebenfalls nur indirekt anwendbar. Aufgrund der in Abschnitt 3.1.1 dargestellten Schwierigkeiten der Definition und Einteilung, sowie dem Ziel dieser Arbeit, die Interaktivität von Computerspielen in Lernkontexte zu beurteilen, halte ich diese Vorgehensweise dennoch für schlüssig.

## Genre Action

Die Handlungen in Actionspielen, speziell Ego-Shootern, lassen sich einfach beschreiben: Rumlaufen, Schießen, Einsammeln. Hinter diesen einfachen Handlungen stecken natürlich viele Einzelhandlungen, letztlich lassen sich diese aber gut so zusammenfassen. Bei Action-Spielen kommt es auf eine überschaubare Anzahl von Handlungen und deren Perfektionierung an. Wie bereits geschildert können Ego-Shooter eine strategische Dimension haben, die die Anforderung an den Spieler erhöht. Die Handlungen im Spiel bleiben aber einfach. Die Abbildung zeigt typische Szenen aus verschiedenen Perspektiven, in denen die wesentlichen Spielelemente zu sehen sind.



Abbildung 3/18: Half-Life: Counter-Strike (EA Games), Metal Gear Solid 2 (Konami)

Dem Spieler stehen als beeinflussbare Parameter seine Spielfigur, seine Position in der Spielwelt, die gegnerischen Figuren und unterschiedliche Gegenstände in der Spielwelt zur Verfügung. In den meisten Spielen können Attribute der Spielfigur vom Spieler beeinflusst werden: Schadenstoleranz, (Schuss-)Kraft oder Bewegungsgeschwindigkeit sind Merkmale der Spielfigur, die sich auf die Hauptaufgaben Bewegung und Kampf beziehen und sind in den meisten Spielen veränderbar. Dies erfolgt zumeist über das Auffinden z.B. besserer Waffen, Verbandskästen („Health-Packs“ o.ä.) oder „Nahrungspakete“. In Ego-Shootern muss zudem oft Munition aufgesammelt werden um weiterhin schießen zu können. In den einzelnen Spielen finden sich unterschiedliche Variationen hiervon und meist weitere Attribute, die das grundlegende Spielprinzip aber nur um Details erweitern.

Die meisten Genre-Vertreter weisen eine Spielwelt auf, in der der Spieler sich bewegen kann. Die Position in dieser Spielwelt bekommt in manchen Spielen eine taktisch-strategische Dimension, in dem es gilt, neben einer guten Angriffsstrategie, auch eine günstige Position zu wählen. Oft kann sich der Spieler in solchen Spielen in der Spielwelt umschaun, d.h. er kann nach Oben oder Unten und nach Links und Rechts sehen, um die Ansicht ein wenig zu variieren. In anderen Spielen spielt die Position keine Rolle: In Zweikampfspielen hat man einen kleinen Bewegungsradius innerhalb einer „Kampfarena“. In zweidimensionalen Jump'n'Runs kann nur zwischen Vorwärts- und Rückwärtsbewegungen gewählt werden.

Gegner im Spiel können einerseits das Spielziel sein, indem sie alle besiegt werden müssen, oder sie können als „Hindernisse“ auf dem Weg zu einer bestimmten Position in der Spielwelt fungieren.

Auf dem Spielfeld finden sich oft unterschiedliche Gegenstände: Neben den schon genannten finden sich z. B. Einrichtungsgegenstände, Kisten, Fahrzeuge oder ähnliches. Einerseits wird mit ihnen die Spielwelt realistisch gestaltet (Dekorationsfunktion). Sie können teilweise auch betreten werden und sind dann Teil der begehbaren Welt (Spielfeldfunktion). Oft kann der Spieler diese Gegenstände auch zerstören, z. B. allein um das Spiel realistischer zu gestalten. Es können sich aber auch versteckte Erweiterungen in Kisten befinden, die durch das Zerstören der Kiste freigelegt werden. Letztlich dienen Gegenstände im Spiel oft bestimmten Zwecken als Hilfsmittel: Sie können als Deckung benutzt werden oder sie helfen eine erhöhte Position zu erreichen, in dem z. B. man über eine Kiste auf eine höhere Plattform springen kann.

In vielen Spielen können Gegenstände auch gegen Gegner eingesetzt werden, z. B. durch Werfen und Fallenlassen. Sie haben oft weitere, sehr unterschiedliche Funktionen je nach Ausgestaltung des Spiels.

Folgende Handlungen (oder Parametervariationen) kann der Spieler im Allgemeinen in Actionspielen ausführen:

- Auswahl (begrenzter) Attributveränderungen an der Spielfigur
- Steuern der Spielfigur (Position, Ansicht)
- Kampf/Beseitigen von Hindernissen
- Sammeln/Nutzung von Gegenständen

Diese Handlungen sind meist durch um unterschiedliche Details ergänzt, stellen aber die wesentlichen Handlungen dar.

Actionspiele können meiner Ansicht nach der Stufe III zugeordnet werden: Sie erlauben (in unterschiedlichem Maße) die Veränderung der Darstellungsform,<sup>1</sup> da Position und Blickwinkel in der Spielwelt verändert werden können. Der Inhalt eines Levels ist aber vorgegeben (s. Kasten Multimedia-Komponenten). Darüber hinaus beinhalten sie mehrere, frei wählbare Optionen, die zu Variationen in der Spielrunde führen: Da die Aufgaben in einem Level unterschiedlich gelöst werden können, ergeben sich unterschiedliche Spielabläufe (Programmkomponente).

Der Spieler hat zwar keine Möglichkeit die Spielobjekte (also Spielkarte, Anzahl der Gegner oder Gegenstände) in einem Level zu bestimmen. Durch unterschiedliche Vorgehensweisen kann er aber den Ablauf des Programms verändern. Hier geht das Genre „Action“ über die Stufe III hinaus: In Stufe III können bei Programmkomponenten nur Startbedingungen verändert werden, die zu unterschiedlichen Ergebnissen führen, der Programmablauf (z.B. eine Berechnung) bleibt gleich. Bei einem Action-Spiel kann der Spieler die Parameter (Spielfigur, Position/Ansicht, Gegner, Gegenstände) während des Programmablaufs in unterschiedlicher Weise manipulieren, worauf hin sich unterschiedliche

Spielzustände ergeben. Wenn ein Actionspiel ergänzend einen Level-Editor hat, in dem eigene Level erzeugt werden können, sind meiner Meinung nach die Kriterien der Stufe IV erreicht: Der Spieler/Lerner kann die Objekte zunächst im Leveleditor erzeugen und daraufhin bei Spielen des Levels wiederholt unterschiedlich manipulieren. Dies gilt bei Vorhandensein eines Leveleditors aber für alle Genres (s. Simulation/Modellierung in 3.1.1). Bei Actionspielen im engeren Sinn muss aber gesagt werden, dass sie ein sehr beschränktes Spielprinzip haben, das entweder nur für wenige Lernzwecke dienlich ist oder entsprechend stark abgewandelt werden muss.

#### **Stufe III: Die Repräsentationsform variieren**

##### **Multimedia-Komponenten:**

Veränderung der Darstellungsform (Größe, Ausschnitt, Perspektive), keine Beeinflussung des Inhalts, nur Abruf unterschiedlicher Bestandteile in unterschiedlicher Form.

##### **Programm(-komponenten):**

Mehrere, frei wählbare Optionen, die zu unterschiedlichen Programmvariationen führen, Ablauf und Inhalt unveränderbar.

#### **Stufe IV: Den Inhalt der Komponente beeinflussen: Variation durch Parameter- oder Datenvariation.**

Keine vorgefertigten Komponenten, Erzeugung und Variation der Komponenten durch Eingabe und Veränderung von Daten und Parametern, Erzeugung der Objekte und Manipulation der Daten und Parameter auf einen bestimmten Inhalt beschränkt.

1) Zu den gegenwärtig in Computerspielen möglichen Darstellungsweisen siehe Kapitel 2.4.4, OOP10-Modell: Der Bereich Ausgabe.

## Genre Adventure

Die Spielhandlungen in Adventures sind zumeist komplexer und zahlreicher als im Genre Action. Der Spieler erkundet die Spielwelt, interagiert mit Bewohnern, sucht und sammelt Gegenstände und muss Aufgaben in Form von Rätseln lösen. Oft sind auch Kämpfe Bestandteil des Spiels, sie stehen aber nicht im Mittelpunkt. Der Spieler manipuliert seine Figur, die Spielwelt und deren Bewohner und nutzt Gegenstände der Spielwelt zur Lösung von Rätseln.



Abbildung 3/19: Dreamfall (Funcom)

Ähnlich dem Action-Spiel kann er seine Figur durch die Spielwelt steuern (Position) und den Blick darauf verändern (Ansicht). Neben den indirekt veränderlichen Attributen der Spielfigur (z.B. Lebenskraft, Kampfkraft) sind in vielen Spielen zusätzliche Eigenschaften und Fähigkeiten der Spielfigur nutzbar (je nach Spielthematik, z.B. „Zauber“). Viel bedeutender als in Action-Spielen ist die Bewegung durch die Spielwelt: Der Spieler muss die Spielwelt erkunden (Abb. 3/19), um die zu lösenden Aufgaben oder relevante Gegenstände zu finden und mit den Bewohnern zu sprechen (Abb. 3/20). Informationen, die der Spieler benötigt, sind in der Spielwelt verteilt. Sie werden zumeist von anderen Figuren oder über Nachrichten, die mit Gegenständen verbunden sind, übermittelt.



Abbildung 3/20: Rent a Hero (neo Software)

Informationen, die der Spieler benötigt, sind in der Spielwelt verteilt. Sie werden zumeist von anderen Figuren oder über Nachrichten, die mit Gegenständen verbunden sind, übermittelt.

Die Interaktionen mit den Bewohnern der Spielwelt laufen zumeist in Form von Dialogen ab. Diese können linear vorgegeben sein. Oft stehen dem Spieler aber unterschiedliche Antwortmöglichkeiten zur Verfügung. Hierfür öffnen sich Fenster auf dem Bildschirm, in denen die Aussagen der anderen Spielfiguren schriftlich angezeigt und zusätzlich als gesprochenes Audio ausgegeben werden. Der Spieler sieht für seine Figur die vorgegebenen Antworten. Manche Dialoge dienen nur der Information oder der Erzählung der Geschichte. In anderen Dialogen, z.B. wenn Aufträge übernommen werden können, sind allgemein drei Verhaltensmöglichkeiten denkbar: Der Spieler nimmt den Auftrag an, er lehnt den Auftrag ab oder er lässt es offen, ob er den Auftrag erledigt. Zusätzlich kann oft der „Stil“ der Konversation gewählt werden. Der Spieler kann sich zwischen freundlichen oder aggressiven Formulierungen entscheiden.

Wenn derartige Alternativen im Spiel bestehen, reagieren die Bewohner der Spielwelt auf das Ablehnen eines Auftrags oder aggressive Konversation unterschiedlich. Um die gewünschte Information oder den benötigten Gegenstand zu bekommen kann das Gegenüber oft auch angegriffen werden, anstelle den geforderten Auftrag zu erledigen. Hauptziel der Spielerhandlungen ist es die gestellten Rätsel zu lösen. Hierzu kann zunächst die Rätselsituation betrachtet und analysiert werden. In Abbildung 3/21 könnte dem Spieler die Aufgabe gestellt werden,

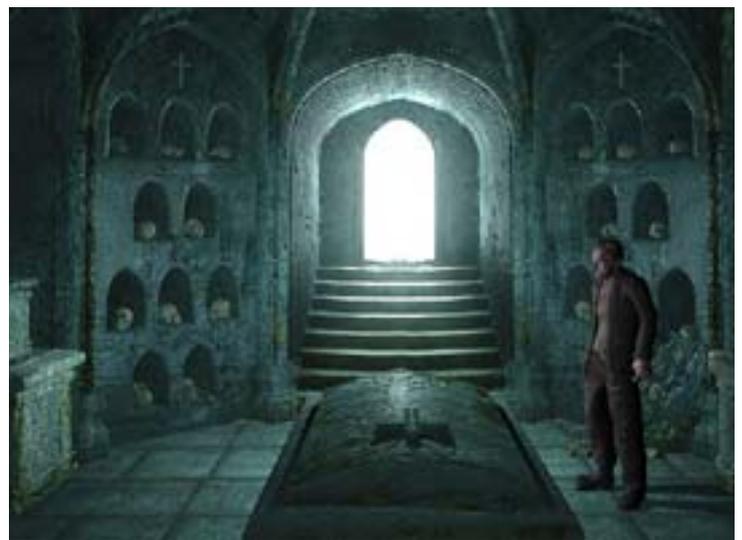


Abbildung 3/21: Dracula: Origin (Frogware), Quelle: [www.adventureground.de](http://www.adventureground.de)

den Sarg zu öffnen. Dieser könnte z.B. durch sein Gewicht, einen Schließmechanismus oder „Magie“ verschlossen sein. Der Spieler muss nun aus der Szene oder durch Informationen in anderen Spielbereichen herausfinden, wie das Objekt zu öffnen ist und die erforderlichen Bedingungen erfüllen. Zumeist muss der Spieler die richtigen Gegenstände, in der richtigen Weise, Kombination oder Reihenfolge einsetzen. Dazu müssen sie oft nur im Besitz (im Inventar) des Spieler sein oder an die richtige Stelle gelegt werden. Oft ist es zur Lösung eines Rätsels auch möglich die Spielwelt direkt zu manipulieren. In Abbildung 3/21 wäre es beispielsweise denkbar, dass der Spieler auf die Wände zugehen, diese näher betrachten und dort bestimmte Objekte manipulieren kann. Solche Objekte können z.B. gedreht, verschoben oder gedrückt werden. Der Effekt einer solchen Manipulation kann je nach abgebildetem Gegenstand sehr unterschiedlich sein. Die Manipulation selbst erfolgt zumeist aber durch einfaches Klicken mit der Maus auf das Objekt. Teilweise können Objekte auch gegriffen, bewegt und an anderer Stelle abgelegt werden. In Abbildung 3/21 könnten z.B. eingesammelte Gegenstände in den Nischen im Hintergrund plaziert werden. Wenn die richtigen Gegenstände in den richtigen Nischen liegen, öffnet sich der Sarg und ein weiterer Gegenstand oder eine weitere Information wird offenbart oder das Levelziel ist erreicht.

Je nach Anzahl und Aufwändigkeit der einzelnen Manipulationsmöglichkeiten entstehen Spielwelten, die sehr interaktiv wirken. Allgemein kann der Spieler folgende Handlungen (Parametervariationen) ausführen:

- Auswahl (begrenzter) Attributveränderungen an der Spielfigur
- Steuern der Spielfigur (Position, Ansicht),
- Sammeln von Gegenständen
- Lineare oder Mehrfachauswahl-Dialoge
- Platzieren und Manipulieren von Objekten
- Teilweise Kämpfe

Adventure-Spiele werden in unterschiedlichen Formen produziert. Ursprünglich waren sie in reiner Textform realisiert. Später wurden die Spielwelten in einzelnen, statischen Szenen (Bildern) grafisch dargestellt, zwischen denen durch interaktive Elemente linkartig gewechselt wurde. Neuere Spiele sind als zweidimensionale (Draufsicht, isometrisch oder perspektivisch) oder dreidimensionale Spielwelten umgesetzt. In letzteren kann der Spieler herumlaufen, seinen Blick verändern und teilweise unterschiedliche Perspektiven wählen. Die Inhalte sind zwar in ihrer Gesamtheit nicht veränderbar, ihre Konstellation kann aber vom Spieler beeinflusst werden und der Ablauf ist nicht von vornherein festgelegt.

### **Stufe III: Die Repräsentationsform variieren**

#### **Multimedia-Komponenten:**

Veränderung der Darstellungsform (Größe, Ausschnitt, Perspektive), keine Beeinflussung des Inhalts, nur Abruf unterschiedlicher Bestandteile in unterschiedlicher Form.

#### **Programm(-komponenten):**

Mehrere, frei wählbare Optionen, die zu unterschiedlichen Programmvariationen führen, Ablauf und Inhalt unveränderbar.

Auch in Adventures sind die Handlungsmöglichkeiten vorbestimmt, der Schwerpunkt der Interaktivität liegt auf der Variation der Parameter. Die einzelnen Handlungen des Spielers sind für sich genommen eher simpel: Alle oben genannten Aktivitäten sind durch einfache Klicks in der Spielwelt zu realisieren. Wichtiger für die Beurteilung der Interaktivität ist aber die Erzeugung und Manipulation von Parametern. In Adventure-Spielen können auch unter analoger Betrachtung keine Parameter eingegeben werden. Alle Parameter sind vorab in einem Ausgangszustand definiert und sind nur nur veränderbar. Die Menge und Unterschiedlichkeit der vorgegeben Parameter erlaubt es aber eine Vielzahl von Handlungen auszuführen. Die Ergebnisse von Adventures sind immer gleich, da jeder Spieler die gleichen Aufgaben zu bewältigen hat. Unterschiede ergeben sich nur bei optionalen Aufgaben. Bei anspruchsvolleren Spielen hat der Spieler die Wahl in welcher Reihenfolge er die Teilaufgaben löst. Bei Vorhandesein eines Leveleditors ist es zusätzlich möglich, die Daten und Parameter eines (eigenen) Levels zu bestimmen. In der Regel bleiben die Möglichkeiten aber auf den ursprünglichen Spielinhalt beschränkt (Ausnahme sind so genannte „Mods“, s.u.).

**Stufe IV: Den Inhalt der Komponente beeinflussen: Variation durch Parameter- oder Datenvariation.**  
Keine vorgefertigten Komponenten, Erzeugung und Variation der Komponenten durch Eingabe und Veränderung von Daten und Parametern, Erzeugung der Objekte und Manipulation der Daten und Parameter auf einen bestimmten Inhalt beschränkt

### Genre Rollenspiel

Im Rollenspiel steht die Spielfigur des Spielers mit ihren Attributen und der Kampf, allein oder in der Gruppe, im Mittelpunkt. Die Herausforderungen des Spiels sind in umfangreichen Spielwelten verborgen, die der Spieler erkunden muss. Im Gegensatz zum Adventure zielen die Spielhandlungen nicht auf die Lösung von Rätseln. In diesen Spielwelten interagiert er mit Bewohnern und findet Gegenstände, die für die Lösung von Teilaufgaben oder die Verbesserung der Spielfigur hilfreich sind.



Abbildung 3/22: Baldur's Gate 2 Add-on Throne of Bhaal (BioWare, Black Isle und Wizards of the Coast)

Die Steuerung der Spielfigur in der Spielwelt ist analog zur Steuerung von Spielfiguren in Adventure-Spielen: Der Spieler kann (zumindest in den meisten aktuellen Spielen) die Position, die Ansicht und die Perspektive verändern. Ähnlich wie in Action-Spielen gibt es spezielle Funktionen zur Steuerung des Kampfes, die simpel gehalten sind, damit der Spieler nicht von einer aufwändigen Steuerung abgelenkt wird.

Zentral sind die Attribute der Spielfigur: Dem Spieler stehen in den meisten Spielen verschiedene Grundtypen zur Verfügung. Diese Grundtypen unterscheiden sich in ihren Ausgangsfähigkeiten und -Eigenschaften zumeist nur im Verhältnis von Kampfstärke zu anderen Fähigkeiten: Z.B. besitzt ein Grundtyp „Kämpfer“ mehr Kampf- und Widerstandskraft, im Vergleich zum Grundtyp „Zauberer“ hat er aber keine besonderen Fähigkeiten wie z.B. „Heilung“. Darüber hinaus kann der Spieler seine Figur im Laufe des Spiels in derartigen Fähigkeiten und Eigenschaften verbessern (durch [Kampf-]Erfahrung oder Gegenstände mit verbessernden Eigenschaften). Dem Spieler steht zur Entwicklung seiner Figur ein „Inventar“ zur Verfügung. Hier kann er bestimmen, wie sich die gesammelte Erfahrung auswirken soll und welche Gegenstände er einsetzen möchte, indem er sie am Körper der Figur

trägt (z.B. unterschiedliche Schwerter). In diesem Bereich werden ihm meist umfangreiche Statistiken über die Entwicklung seiner Spielfigur angezeigt. Die Bedienung der Einstellungen ist einfach gehalten. In komplexen Spielen steht dem Spieler aber eine große Auswahl an Fähigkeiten und Eigenschaften zur Auswahl, die oft untereinander Abhängigkeiten haben. Hier muss eine gezielte Auswahl getroffen werden um die Rolle der Figur bestmöglich zu erfüllen. Unter der komplexen Oberfläche wirken sich aber alle diese Attribute nur auf wenige Variablen, z.B. in Kampfsituationen, aus: Die wesentlichen Variablen sind „Kampfkraft“ und „Gesundheit“. Sie repräsentieren einerseits den „Schaden“, den eine Figur jeweils erzeugen oder umgekehrt erleiden kann. Weitere Eigenschaften beeinflussen diese Werte indirekt: Der „Verteidigungswert“ reduziert die „Kampfkraft“ der gegnerischen Figur, die Fähigkeit „Heilen“ erhöht die „Gesundheit“ einer befreundeten Figur (und/oder der eigenen).

Neben den gegnerischen Figuren ist der Spieler in einigen Spielen von einer Gruppe von Gefährten umgeben, die der Spieler teilweise selbst zusammenstellen kann. Diese Charaktere haben wiederum unterschiedliche Fähigkeiten, mit denen der Spieler die Fähigkeiten seiner Spielfigur ergänzen kann. In Online-Rollenspielen besteht die Gruppe eines Spielers aus anderen menschlichen Spielern. Daneben trifft der Spieler (und seine Gruppe) in der Spielwelt nicht nur auf Feinde, sondern auch auf Verbündete oder auf neutrale Bewohner. Ähnlich wie im Adventure kann der Spieler von ihnen Informationen bekommen, Aufträge übernehmen oder mit ihnen handeln um benötigte Gegenstände zu bekommen, die ihn seinem Spielziel näher bringen. Diese Aufgaben können neben den Kämpfen erforderlich sein, um das Levelziel zu erreichen. Sie können das Spiel auch als „Nebenaufgaben“ um interessante, andersartige Herausforderungen erweitern. Ähnlich wie im Adventure dienen viele Gegenstände in der Spielwelt der Verbesserung der Spielfigur. Allerdings haben sie im Rollenspiel Bedeutung für die Entwicklung der Spielfigur. Sie dienen ansonsten nur als (Teil-)Ziele eines Levels (z.B. „Finde und Erobere den Heiligen Gral“) anstelle der Lösung von Rätseln. In anderen Formen des Rollenspiels kann der Spieler andere Aufgaben übernehmen (vgl. 3.1.2). Dabei handelt es sich aber nur um andere Ausgestaltungen des Spielprinzips, die Spielmechanik bleibt in den Grundzügen erhalten.

Die beschriebenen Einflussmöglichkeiten des Spielers lassen sich als folgende Handlungen (Parametervariationen) zusammenfassen:

- Auswahl (umfangreicher) Attributveränderungen an der Spielfigur
- Steuern der Spielfigur (Position, Ansicht)
- Kampf/Beseitigen von Hindernissen
- Sammeln/Nutzung von Gegenständen
- Lineare oder Mehrfachauswahl-Dialoge
- Platzieren und Manipulieren von Objekten



Abbildung 3/23: Return To The Elder Scrolls IV: Oblivion (Bethesda Softworks), Quelle: [www.playwhat.com](http://www.playwhat.com)

Hinsichtlich der Stufe III der Interaktivität nach Schulmeister (2005) gilt auch für Rollenspiele analog, dass die Ansicht der Spielwelt verändert werden kann und dass die Interaktivität über die Voreinstellung von Parametern bei unbeeinflussbarem Ablauf hinaus geht.

Ebenso gilt für Stufe IV, dass Rollenspiele erlauben, die Spieldaten und -parameter vielfältig zu beeinflussen, auch wenn die Variationen auf einem einfachen Modell beruhen. Ebenso können die Daten und Parameter nur bei Vorhandensein eines Leveleditors vor dem eigentlichen Spiel erzeugt werden und bleiben auf die Spielinhalte beschränkt.

**Stufe IV: Den Inhalt der Komponente beeinflussen: Variation durch Parameter- oder Datenvariation.**

Keine vorgefertigten Komponenten, Erzeugung und Variation der Komponenten durch Eingabe und Veränderung von Daten und Parametern, Erzeugung der Objekte und Manipulation der Daten und Parameter auf einen bestimmten Inhalt beschränkt

### Genre Simulation

Im Vergleich zu anderen Genres haben Simulationen ein simples Spielprinzip (die Abbildung eines realen Systems), sie sind allerdings bei den konkreten Aktionen im Spiel sehr vielseitig. Die typischen Beispiele (wie Fahrzeugsimulatoren) sind einfach zu beschreiben. Andere Beispiele wie das schon gezeigte Crazy Machines (Abb. 3/13, S. 106) oder das nebenstehende Beispiel Bridgebuilder (Abb. 3/24) zeigen, dass sich das Genre nicht auf die Bedienung von Fahrzeugen beschränken lässt: In Bridge Builder kann der Spieler Brücken konstruieren und bei einer „Probefahrt“ mit einem LKW oder einem Zug testen ob die Brückenkonstruktion stabil ist. Bei schlechter Konstruktion bricht die Brücke zusammen. Aufgrund realer physikalischer Berechnungen wird dem Spieler angezeigt wo die Brücke welche Belastung erfährt.

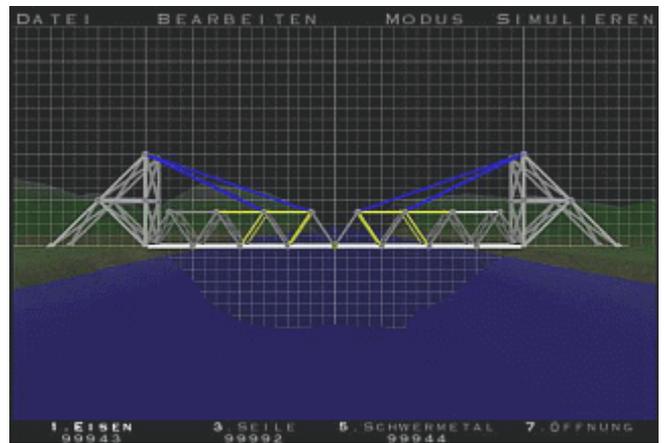


Abbildung 3/24: Bridge Builder: Bridge it (Chronic Logic)

Über Simulationen kann man allgemein sagen, dass die Abbildung eines zumeist technischen Systems und die Steuerung einzelner (ausgewählter) Aspekte dieses Systems im Mittelpunkt stehen. Kennzeichnend dabei ist, dass es nach meiner Definition um Systeme oder Gegenstände aus der Realität handelt. Simulationen kommen sehr oft mit nur einer Ansicht des Spiels aus (z.B. Abb. 3/13 und 3/24). Ebenso häufig bieten sie aber auch mehrere Ansichten: Z.B. bei Fahrzeugsimulationen kann der Spieler oft zwischen der Sicht aus dem „Cockpit“ (Abb. 3/12, S. 106) oder auf das Fahrzeug von oben bzw. von schräg oben in Fahrtrichtung (Abb. 3/11, S. 106) wählen.

Bei Simulationen kann leicht erschlossen werden, welche Parameter und Daten variiert werden können. Beim oben gezeigten Spiel „Bridge Builder“ müssen beispielsweise Bauteile aus dem Brückenbau zusammengesetzt werden. Bei einer Fahrzeugsimulation werden stets Geschwindigkeit, Richtung und die Aufgabe der Fahrzeuge manipuliert. Sofern der abgebildete Gegenstand bekannt ist kann leicht erschlossen werden, welche Parameter der Simulator beinhalten dürfte. Ich schildere die Interaktivität von Simulationen an den Beispielen Fahrzeug- und Sport-Simulation.

Fahrzeugsimulationen bilden zumeist Flugzeuge, Züge oder (Renn-)Autos ab. Bei allen drei Arten steht die Steuerung der Bewegung im Vordergrund (z.B. Geschwindigkeit, Richtung oder Flughöhe). In reinen Simulationen wird die Steuerung des Fahrzeugs in unterschiedlichen Situationen wiederholt: Flugzeuge werden (zivil) auf unterschiedlichen Flughäfen gestartet und gelandet, auf verschiedenen Linien geflogen oder (militärisch) in unterschiedlichen Schlachten gesteuert. Züge fahren ebenfalls auf unterschiedlichen Strecken unterschiedliche Bahnhöfe an. Und Rennautomobile werden entweder auf unterschiedlichen Strecken gesteuert oder es wird versucht, auf der gleichen Strecke bessere Rundenzeiten zu erzielen.

In Sportsimulationen (Tennis, Golf, Basketball, Fußball, Baseball etc.) steuert der Spieler eine oder mehrere Spielfiguren auf dem Spielfeld, je nach dem ob es sich um eine Einzel- oder Mannschaftssportart handelt. Die jeweilige Figur ist entweder ständig vorgewählt oder wird automatisch vom Computerspiel ausgewählt: Bei Ballsport-Simulationen wird beispielsweise die Figur ausgewählt, die dem Ball am nächsten ist. Der Spieler steuert die Figur über das Spielfeld und versucht z.B. in Tornähe im richtigen Moment auf das Tor zu schießen. Bei Golf-Simulationen bestimmt er die Schlagrichtung und Schlagkraft um mit möglichst wenigen Schlägen einzulochen.



Abbildung 3/25: FIFA 2002 (Electronic Arts)

Ähnlich den Actionspielen, steht bei den erläuterten Hauptvertretern des Genres Simulation die wiederholte Ausführung gleichartiger (motorischer) Aufgaben im Vordergrund. Diese können je nach abgebildetem Gegenstand um zahlreiche Nebenhandlungen ergänzt sein, die bei der Benutzung der Gegenstands typisch sind. Bei Fahrzeugsimulationen sind z.B. Verkehrsregeln (z.B. Signale im Zugverkehr, Landeerlaubnis auf Flughäfen), Wartung/Reparatur, Betankung oder Flug- und Fahrpläne zu beachten. Bei Rennsimulationen müssen Boxenstopps eingelegt oder Wetterbedingungen beachtet werden. Bei Sportsimulationen können beispielsweise unterschiedliches „Equipment“ oder unterschiedliche Spieler mit verschiedenen Stärken und Schwächen eingesetzt werden. Bei anderen Vertretern, wie Crazy Machines oder Bridge Builder, müssen Gegenstände auf dem Spielfeld in der richtigen Weise plaziert werden, um das Spielziel zu erreichen. Je nach abgebildetem Gegenstand kann es auch sein, dass Parameter eingestellt werden müssen: Bei Flugzeug- oder Zugsimulatoren wird die Geschwindigkeit zumeist nicht kontinuierlich geregelt sondern je nach Streckenabschnitt eingestellt und beibehalten.

Bei allen Vertretern werden die grundlegenden Handlungen in sinnvollen Kontexten und mit gleichen oder variierenden Aufgaben ausgeführt. Unterschiedliche Strecken, Flughäfen, Bahnhöfe, Rennstrecken, Mannschaften und Austragungsorte oder Turniere bilden diese Kontexte. Bei Simulationen werden meist die gleichen Aufgaben wiederholt ausgeführt (Fliegen, Fahren, Fußball, Golf etc.) und nur der

Kontext ändert sich. Auch bei den beiden anderen Beispielen müssen die gleichen Handlungen in unterschiedlichen Situationen erfolgreich ausgeführt werden (z. B. Einsatz von Brückbaumaterial für unterschiedliche Situationen und für unterschiedliche Konstruktionen).

Stark verallgemeinert lassen sich die Handlungen in Simulationsspielen folgendermaßen zusammenfassen:

- Steuern der Spielfigur (Position, Ansicht)
- Sammeln/Nutzung von Gegenständen
- Platzieren und Manipulieren von Objekten
- Seltener: Auswahl (begrenzter) Attributveränderungen an der Spielfigur
- Seltener: Kampf/Beseitigen von Hindernissen

Das Genre Simulation ähnelt, nach der von mir vorgeschlagenen Definition, sehr stark Simulationen wie sie im Lehr-/Lernbereich bekannt bzw. vorstellbar sind. Warum sie einen größeren Reiz ausüben als Simulationen in formellen Lehr-/Lernkontexten, habe ich versucht im Abschnitt „Besonderheiten des Computerspiels“ (2.2) zu klären.

Hinsichtlich ihrer Interaktivität ähneln Simulationen, wie angedeutet, den Actionspielen: Steuerungs- und Bedienungsaufgaben werden wiederholt in unterschiedlichen Kontexten angewendet. Hinsichtlich der Darstellungsform bieten sie zumeist unterschiedliche Betrachtungsmöglichkeiten an. Wo dies nicht der Fall ist, kann man mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen, dass eine weitere Perspektive keinen Mehrwert darstellt: Bei einer Fußballsimulation bringt nur die Betrachtung eines größeren Spielfeldabschnitts die erforderliche Übersicht. Sie gehen aber über die Stufe III der Interaktivität hinaus, da sie nicht darauf beschränkt sind, die Parameter eingangs zu modifizieren und danach nur passiv die Auswirkungen zu betrachten.

Die Stufe IV erfüllen sie insofern, dass es möglich ist Daten und Parameter kontinuierlich zu verändern und dass sie, wie die anderen Genres, auf einen bestimmten Inhalt beschränkt sind. Im Gegensatz zu anderen Genres sind die Auswahlmöglichkeiten in einer Spielrunde jedoch beschränkter, da keine verschiedene Vorgehensweisen möglich sind, sondern nur die möglichst korrekte und effektive Ausführung der Haupthandlungen gefordert ist. Andere Genres (Adventure, Rollenspiel, Strategie) bieten hier etwas mehr Alternativen, auch wenn diese trotzdem innerhalb eines gewissen Rahmens beschränkt sind. Auch sind Leveleditoren in derartigen Spielen eher selten. Öfter werden dagegen Erweiterungen angeboten, die das Spiel um neue Flugrouten oder Fahrstrecken erweitern. Dennoch bleiben sie vor allem auf einen bestimmten Inhalt beschränkt und bieten nicht die Möglichkeit, in den vorgefertigten Level neue Inhalte zu generieren.

### Stufe III: Die Repräsentationsform variieren

#### Multimedia-Komponenten:

Veränderung der Darstellungsform (Größe, Ausschnitt, Perspektive), keine Beeinflussung des Inhalts, nur Abruf unterschiedlicher Bestandteile in unterschiedlicher Form.

#### Programm(-komponenten):

Mehrere, frei wählbare Optionen, die zu unterschiedlichen Programmvariationen führen, Ablauf und Inhalt unveränderbar.

### Stufe IV: Den Inhalt der Komponente beeinflussen: Variation durch Parameter- oder Datenvariation.

Keine vorgefertigten Komponenten, Erzeugung und Variation der Komponenten durch Eingabe und Veränderung von Daten und Parametern, Erzeugung der Objekte und Manipulation der Daten und Parameter auf einen bestimmten Inhalt beschränkt

## Genre Strategie

Hauptaufgabe im Strategiespiel ist Entwicklung und Ausbreitung. Hierfür muss der Spieler (begrenzte) Ressourcen erwirtschaften und so einsetzen, dass das allgemeine Ausbauziel und die konkreten Levelziele erreicht werden. Dem Spieler steht meist eine große Zahl an Spielobjekten zur Verfügung, die die zu lösenden Teilaufgaben repräsentieren: Zumeist werden viele unterschiedliche Spielfiguren und Gebäude verwendet, die den Abbau, die Verarbeitung oder Veredelung von Ressourcen bewerkstelligen und die die Möglichkeiten des Spielers erweitern (Entwicklung). Der Spieler beschäftigt sich im Wesentlichen damit Ressourcen abzubauen und nach und nach immer bessere Spielobjekte zu erstellen (z.B. besserer Abbau, bessere Produktion, bessere Versorgung oder bessere Verteidigung).

Bei Strategiespielen können zwei Grundziele unterschieden werden: Bei Endlos-Aufbau-Strategiespiel beginnt der Spieler mit sehr wenigen Objekten und baut sich kontinuierlich, ohne Begrenzung, aus. In Abb. 3/26 ist ein Beispiel für ein solches Spiel, bei dem das historische Rom mit seinen typischen Gebäuden und gesellschaftlichen Prozessen nachgebaut oder nach eigenen Wünschen gestaltet werden kann.



Abbildung 3/26: CivCity: Rom (Firefly Studios)

Kampagnen-basierte Strategiespiele dagegen stellen dem Spieler verschiedene, sehr konkrete Aufgaben in mehreren Level. Im Gegensatz zu den Endlosspielen muss der Spieler in den Kampagnen-Spielen sich in jedem Level wieder neu aufbauen. Im Endlosspiel steht also die stetige Maximierung von Parametern im Vordergrund, im Kampagnenspiel der gezielte Neuaufbau abhängig von den Levelaufgaben.

Die Aufgaben in den Level lassen sich nach dem Kontext der Spiele unterscheiden: In militärischen Spielen sind die Handlungen des Spielers auf den Aufbau einer Verteidigung und den Angriff ausgerichtet, in zivilen Kontexten stehen zumeist der Handel und andere gesellschaftliche Teilprozesse im Vordergrund. Konkret bedeutet dies für militärische Spiele, dass mit den gegebenen Ressourcen die eigene Basis effektiv verteidigt und ein oder mehrere Gegner durch Angriffe besiegt werden müssen. In zivilen Spielen muss hingegen eine bestimmte Entwicklungsstufe, Bevölkerungsgröße oder Ressourcenmenge erreicht werden.

Um sich auszubauen oder den Gegner zu besiegen, muss der Spieler zunächst Ressourcen abbauen und oft transportieren. Mit speziellen Figuren oder Gebäuden (oder Kombinationen von beidem) können Rohstoffe, Nahrung oder Unterbringung gewährleistet werden. In Abb. 3/27 sind verschiedene Gebäude und Figuren gezeigt, die z.B. dem Abbau von Holz durch Holzfäller und Holzfällerhütte (rotes Quadrat) oder der Verteidigung durch einen Turm mit Bogenschützen (roter Kreis) dienen.



Abbildung 3/27: Die Siedler 4 (Blue Byte)

Derartige Figuren und Gebäude erfüllen alle Funktionen, die der Spieler zur Erreichung der Spielziele benötigt. Je nach Spiel und Kontext fallen diese sehr unterschiedlich aus. Das Grundprinzip ist aber immer, dass der Spieler Ressourcen abbaut und Figuren oder Gebäude erstellt.

Der Spieler interagiert mittels zweier Arten von Spielobjekten: Den Figuren und den Gebäuden, die sich darin unterscheiden, dass die einen beweglich und die anderen unbeweglich sind. Diese Spielobjekte kann der Spieler anklicken und in einem Bedienfeld (Abb. 3/27, linker Rand) bestimmen, welche Aufgabe das Spielobjekt erfüllen soll. Spielfiguren wählt der Spieler einzeln oder in Gruppen aus und weist ihnen durch einen Klick auf ein anderes Spielobjekt oder das Bedienfeld ihre Aufgabe zu: Beispielsweise kann man mit ausgewählten Holzfällern auf einen Wald klicken um Holz abzubauen oder mit ausgewählten Bauern im Bedienfeld einen Bauerhof auswählen und ihn dann auf der Karte platzieren. In Gebäuden werden meist weitere Spielfiguren erstellt oder bestimmte Weiterentwicklungen erforscht: Der Spieler wählt das Gebäude durch Klick aus und kann im Bedienfeld bestimmen, welche Einheit produziert oder welche Verbesserung entwickelt werden soll. In Abbildung 3/26 ist eine Spielfigur ausgewählt, die Gebäude erstellen kann. Im Bedienfeld am linken Rand kann der Spieler zunächst das Gebäude auswählen, das er bauen möchte, und es dann auf der Karte platzieren.

Aktuelle Spiele bieten zumeist unterschiedliche Ansichten des Spielfelds: Es kann zumeist aus unterschiedlichen Richtungen und mit unterschiedlicher Vergrößerung betrachtet werden. Im wesentlichen werden die folgenden, allgemeinen Handlungen ausgeführt:

- Steuern der Spielfiguren (Position, Ansicht)
- Sammeln/Nutzung von Ressourcen
- Platzieren und Manipulieren von Objekten
- Teilweise Kampf/Beseitigen von Hindernissen

Strategiespiele gehen ebenfalls über die Stufe III hinaus: Sie bieten unterschiedliche Betrachtungsweisen, lassen aber Manipulationen nicht nur vor Ablauf des Programms zu. Im Vergleich zu anderen Genres entsprechen sie der Stufe IV der Interaktivität besonders gut: Der Spieler kann die Spielobjekte je nach Strategie erzeugen und manipulieren. Damit kann er schon in den vorgefertigten Level unterschiedliche Objekte erzeugen und deren Parameter variieren. Die Parametervariation kommt hierbei durch die Erzeugung, Nutzung und Kombination unterschiedlicher Objekte zustande. Natürlich sind die Objekte und Parameter auf einen bestimmten Inhalt beschränkt. Noch größere Freiheitsgrade hat der Spieler durch die bei Strategie-Spielen beliebten Leveleditoren, bei denen er den Ausgangszustand und die Spielziele selbst definieren kann. Zudem können Strategie-Spiele oft in einem freien Modus gespielt werden („free-build“), bei dem der Spieler alle Spielobjekte und Ressourcen zur Verfügung hat.

**Stufe IV: Den Inhalt der Komponente beeinflussen: Variation durch Parameter- oder Datenvariation.**  
Keine vorgefertigten Komponenten, Erzeugung und Variation der Komponenten durch Eingabe und Veränderung von Daten und Parametern, Erzeugung der Objekte und Manipulation der Daten und Parameter auf einen bestimmten Inhalt beschränkt

## Fazit

Wie die Schilderungen der Genres gezeigt haben, sind die einzelnen Handlungen des Spielers für sich genommen eher simpel. Dennoch wirken Computerspiele teilweise sehr komplex und interaktiv. Das liegt daran, dass viele verschiedene Einzelhandlungen zusammen genommen einen großen Handlungsraum ergeben. Die scheinbare Komplexität wird dadurch erhöht, dass viele Handlungen in Abhängigkeit zu anderen Handlungen oder Umständen stehen. Deshalb wirken Computerspiele sehr interaktiv, weil gleichartige Handlungen unterschiedlich verpackt sind, was beim Spielen nicht immer oder erst nach einiger Zeit wahrgenommen wird. Die im vorangegangenen Abschnitt geschilderten allgemeinen Handlungen finden sich in dieser oder sehr ähnlicher Form in den meisten Vertretern des jeweiligen Genres. Durch unterschiedliche Spielthemen, unterschiedliche Details und unterschiedliche Kombinationen von Standards entsteht der Eindruck eines andersartigen Spiels. Diese Beschränkung auf einfache, sich wiederholende Haupthandlungen ist in mehrfacher Hinsicht sinnvoll. Zum einen würde die Komplexität einer Vielzahl von unterschiedlichsten Handlungen nicht nur einen sehr hohen Programmieraufwand bedeuten. Andererseits würde der Spieler durch einen zu komplizierten Aufbau überfordert werden. Computerspiele werden aber so gestaltet, dass der Spieler sofort mit dem Spiel beginnen kann und alles notwendige nebenher lernt. Natürlich ist die Wiederholung auch ein Bestimmungsmerkmal des Spiels und damit auch im Computerspiel von Bedeutung. Der Spieler möchte seine Spielleistung stetig verbessern, immer mehr Punkte erreichen und immer schwerere Herausforderungen schaffen. Ein zu komplexes Spiel mit zu wenig Wiederholung würde den Spieler überfordern. Nicht zuletzt hat auch die Benutzerfreundlichkeit maßgeblichen Einfluss auf die Einfachheit der Handlungen im Spiel: Ein Computerspiel, auch ein umfangreicheres Strategiespiel, muss jederzeit schnell und intuitiv vom Spieler bedient werden können. Im Gegensatz zu anderer Software wird schlechte Nutzbarkeit von Computerspielen weniger akzeptiert. Schlechte Usability würde den Spieler an der Erreichung seiner Spielerfolge hindern. Aus diesem Grund sollte man die Interaktivität von Computerspielen nicht unterschätzen: Man könnte komplexe Spiele auch umständlicher machen, aber wären sie dann interaktiver? Für eine Betrachtung der Komplexität empfehle ich deshalb das Modell der Spielwelt eines Spiels zu betrachten und nicht den einfachen Bereich der Eingabe. Auch wenn die Oberfläche des Spiel einfach wirkt, ist das zugrunde liegende Modell meist sehr komplex.

In didaktischer Sicht konnte ich zeigen, dass Computerspiele durchaus Interaktionsmöglichkeiten bieten, die den Ansprüchen einer lernorientierten Taxonomie der Interaktivität genügen. Zumindest zeigen Spiele, die nicht für Lernzwecke entwickelt wurden, viele Ansatzpunkte für eine Verwendung als Lehr-/Lernmittel. Die auf dem Markt verfügbaren Computerspiele eignen sich bereits teilweise für Lernzwecke. Die einzelnen Genres haben dabei unterschiedliche Schwerpunkte: Manche sind sehr motorik-zentriert andere haben einen hohen kognitiven Anspruch. Ein Genre eignet sich gut für das Abbilden von realen Systemen, ein anderes für abstraktere Systeme. Abschließend bleibt zu klären, inwieweit die noch nicht angesprochenen Stufen V und VI in Schulmeisters (2005) Taxonomie von Computerspielen erfüllt werden.

Stufe V ist in Computerspielen nicht anzutreffen, da sie stets einen bestimmten Inhalt zum Thema haben. Bei allen Computerspielen sind die Inhalte des und der einzelnen Level vorbestimmt und können nicht beeinflusst werden. Das liegt daran, dass ein Computerspiel eine gezielte Aufbereitung eines Themas ist. Ebenso ist ein Level ein aufwändig entwickeltes Arrangement der Spielelemente und Aufgaben. Bei der Entwicklung eines Spiels wird sehr viel Zeit aufgewendet um sehr ausbalancierte und stimmige Level zu entwerfen. Dennoch bieten besonders Rollenspiele, Adventures und Strategiespiele stets unterschiedliche Lösungswege an. Sie bleiben aber dennoch auf einen bestimmten Inhalt beschränkt, da ein Spiel sonst keine definierten Aufgaben bzw. Ziele hätte und man damit nur „herumspielen“ könnte. Das Spiel hätte keine Thematik, keine entsprechende Gestaltung, würde keine Geschichte erzählen und dem Spieler keine „Mission“ bieten. Auch bei Simulationen im Lehr-/Lernbereich habe ich für Simulatoren in Reinform (s. 3.1.1) festgestellt, dass sie zu wenig Anregung bieten und mit sinnvollen Aufgaben und Hilfen verbunden werden müssen. Eine Ausnahme hiervon sind Game-Engines und Mods. Eine Game-Engine entspricht der Stufe V, da sie ermöglicht unterschiedlichste Inhalte als Computerspiel umzusetzen. Game-Engines können aber nicht als Spiel, sondern lediglich als Tool gelten. Mods ermöglichen es, ein bestehendes Spiel so zu modifizieren, das es einen neuen Inhalt transportiert. Beide Varianten sind aber sehr aufwändig.

**Stufe V: Das Objekt bzw. den Inhalt der Repräsentation konstruieren und Prozesse generieren**

Keine vorgegebenen Inhalte, Bereitstellung allgemeiner Mittel zur Abbildung beliebiger Inhalte in unterschiedlichen Formen (z.B. grafisch, algorithmisch und Kombinationen)

Stufe VI ist bei Computerspielen nicht anzutreffen, da sie nur Berechnungsergebnisse des Modells ausgeben, die zwar komplex aussehen, aber nur Berechnungen sind. Eine Ausnahme bildet die Künstliche Intelligenz (KI), die in unterschiedlichen Genres zunehmend eingesetzt wird. Momentan konzentriert sich die Arbeit auf das realistische Verhalten von Computergegnern. Sobald diese Agenten besser sind und auch die physikalische Simulation umfassender ist, könnten realistische Welten entstehen. Dabei muss aber berücksichtigt werden, dass diese sinnvollen Rückmeldungen aufwändig modelliert werden müssten. Hinsichtlich des Verhaltens von Computerspielfiguren ist zu erwarten, dass diese sich in der Zukunft viel realistischer Verhalten werden. Hinsichtlich sinnvoller Rückmeldungen ist der Einsatz von Expertensystemen (Schulmeister, 2005, S. 13) denkbar, die sinnvollere Interaktionen mit dem Computer ermöglichen würden. Die Reaktionen der KI kann in vielen moderneren Spielen schon als „situativ sinnvolle Rückmeldung“ (ebd.) aufgefasst werden: In Spielen mit Wettbewerb zwischen Spieler und Computer reagiert die KI auf die unterschiedlichen Vorgehensweisen des Spieler unterschiedlich. Das kann als sinnvolle Rückmeldung interpretiert werden, wenn die Reaktionen auch noch simpel, unterentwickelt und in einem engen Rahmen stattfinden. Es ist leicht vorstellbar, das ein Computerspiel zu Lernzwecken dieses Potential sinnvoll nutzen könnte, zumal die KI von Computerspielen kontinuierlich weiterentwickelt wird.

**Stufe VI: Konstruktive und manipulierende Handlungen mit situationsabhängigen Rückmeldungen**

Generierung einer situativ sinnvollen Rückmeldung auf Grundlage der Berechnung des Ergebnisses einer Manipulation und deren Interpretation, die über das Ergebnis hinaus geht

### 3.1.4 Formen der Visualisierung im Computerspiel

Das „augenfälligste“ Merkmal eines Computerspiels ist seine Grafik. Spieler und Tester bewerten ein Spiel neben unterschiedlichsten anderen Merkmalen (z. B. Sound, Gameplay) stets auch nach seiner Grafik. Besonders bei neuen Spielen wird die Grafik immer aufwändiger und realistischer.

Um die Rolle der Visualisierung in didaktischer Hinsicht zu beurteilen, muss ich klären welche Aspekte des Computerspiels hierfür von Bedeutung sind. Ich begrenze die Betrachtung auf die Spielrunden (Level), da nur sie das Spiel im eigentlichen Sinn darstellen und die sonstigen Menüs und Bildschirme zumeist wenig didaktische relevante Visualisierungen aufweisen. Jedes Spiel hat, wenn eine Spielrunde gestartet ist, eine Hauptansicht in der der überwiegend gespielt wird. Im Mittelpunkt steht daher die Betrachtung dieser Hauptansicht, da sie von zentraler Bedeutung für das Spiel ist. Diese Ansicht setzt sich aber in den allermeisten Spielen aus mehreren einzelnen Visualisierungen zusammen (z.B. das Spielfeld selbst, Punkteanzeigen oder eine Spielfeldübersicht). Diese einzelnen Teile müssen herausgearbeitet und einzeln beurteilt werden. Außerdem werde ich prüfen, welche weiteren Ansichten jeweils verfügbar sind und welche Bedeutung sie haben. Zudem ist es wahrscheinlich, dass die Hauptansicht des Spiel nicht nur eine, der unten zusammengefassten Funktionen erfüllt, sondern mehrere gleichzeitig. Zuletzt sollte beachtet werden, dass die in Tabelle 3/3 zusammengefassten Formen der Visualisierung für die Betrachtung einzelner Abbildungen oder Diagramme gedacht sind. Da Computerspiele gleichzeitig mehrere Aspekte dynamisch kombinieren, sollte gefragt werden, inwieweit diese Kombination einen Mehrwert darstellt.

Natürlich kann ich auch in diesem Fall nur typische Beispiele aufzeigen und keine vollständige Erhebung der Visualisierungsformen im Computerspiel erstellen. Aufgrund dieser Beispiele sollte aber ableitbar sein, welche Möglichkeiten bestehen und darüber hinaus realisierbar wären.

## Genre Action



Abbildung 3/28: Battlefield 1942 (Digital Illusions CE)

In Actionspielen steht die Abbildung eines realistischen oder fiktiven Spielfelds im Vordergrund. In Ego-Shootern sind freies Gelände und das Innere von Gebäuden üblich. Je nach Spielthematik sind diese Spielfelder realistisch und handeln in der Gegenwart, Vergangenheit (s. Abb. 3/28) oder Zukunft (z.B. „Raumstationen“). Analog ist bei anderen Arten von Actionspielen (s. Abb. 3/6, S. 101) ebenfalls die Abbildung eines Spielfelds, durch das die Figuren gesteuert werden, von zentraler Bedeutung. In vielen Ego-Shootern, so genannten First-Person-Shootern, ist die Ansicht des Spielers auf das Spielfeld die Perspektive der Spielfigur (Abb. 3/28). In so genannten Third-Person-Shootern blickt der Spieler von oben schräg auf seine Spielfigur und das vor der Figur liegende Spielfeld (Abb. 3/29).



Abbildung 3/29: Armed and Dangerous (Activision)

Die Ansicht des Spielfelds wird in der Regel durch weitere Anzeigen ergänzt, die vom genauen Spielzweck abhängen. In Ego-Shootern wird die momentan ausgewählte Waffe angezeigt, entweder als in der Hand der Spielfigur liegend (Nr. 1 in Abb. 3/28) oder als Symbol im Funktionsbereich am Rand des Bildschirms. Bei Spielen, in denen das Schießen zentral ist, wird zumeist in der Mitte des Bildschirms ein Fadenkreuz oder ähnliches angezeigt (Nr. 2), damit der Spieler weiß wohin ein Schuß treffen würde. Hinzu kommen weitere Informationen, die für die im jeweiligen Spiel realisierten Handlungen von Bedeutung sind. Bei Shootern findet sich oft einer Anzeige der verfügbaren Menge an Munition.

Oft wird diese als einfache Zahl am Bildschirmrand angezeigt. Ebenso wichtig ist die Anzeige der „Lebenskraft“ der Spielfigur. Die Figur kann meist mehrere Treffer überstehen bevor sie stirbt und die Runde verloren ist. In Abbildung 3/27 (Nr. 3) befinden sich diese Anzeigen, neben anderen Informationen, am oberen Bildschirmrand. Andere Vertreter des Genres Action weisen diese Anzeigen in vergleichbarer Form auf (s. Abb. 3/6, S. 101). In einigen Spielen wird zusätzlich eine Übersicht über das gesamte oder das nähere Spielfeld gezeigt (Nr. 4), die es dem Spieler ermöglicht sich auf dem Spielfeld zu orientieren. In Spielen ohne diese Übersicht werden oft andere Hilfen zur Orientierung eingeblendet: Eine Anzeige der Himmelsrichtung hilft dem Spieler festzustellen, wie er sich durch das gedachte Spielfeld bewegt (Nr. 5 in Abb. 3/29).

Die Visualisierung im Genre Action ist auf die Anzeige des Spielfelds, der Spielfiguren und auf unterstützende Anzeigen von Spieldetails beschränkt. Da es in Actionspielen zumeist um schnelles Handeln in unterschiedlichen Situationen geht, ist es sinnvoll Anzeigen auf das Wesentliche zu reduzieren und so zu gestalten, dass sie schnell erfassbar sind. Ebenso sind durch das einfache Spielprinzip wenig Informationen notwendig.

Deshalb sind Abbildungen mit Zeigefunktion dominant. Der Spieler benötigt lediglich einen Eindruck von der Spielsituation: Er muss wissen wo er sich befindet, welche Gegner in der Nähe sind und welche Hilfsmittel und Deckungsmöglichkeiten vorhanden sind. Dem entsprechend sind die abgebildeten Gegenstände und Vorgänge sehr einfach. Die Spielthematik und die damit verbundene grafische Gestaltung des Spiels kann eindeutig als Situierungsfunktion interpretiert werden. Auch wenn Actionspiele nur sehr geringe kognitive Aspekte beinhalten, können ergänzende Informationen transportiert werden: Die Spiele sind zwar nicht in allen Punkten vollkommen realistisch, sie verhalten sich aber so wie es der Spieler erwartet und knüpfen an verbreiteten Vorstellungen an. In realistischen und historischen Spielen kann aus der Darstellung des Spielobjekts „Panzer“ auf die Resistenz dieses Objekts geschlossen werden. In fiktiven Spielen werden vergleichbare Objekte mit strukturellen Ähnlichkeiten (z.B. Größe, oder der Eindruck von Panzerung) aber abweichendem Aussehen gestaltet (z.B. futuristischer). Gemäß der Einfachheit des Genres bleibt dies aber ebenfalls simpel. Übersichtskarten über das Spielfeld haben Konstruktionsfunktion, indem sie die Entwicklung eines mentalen Modells über das Spielfeld unterstützen. Allerdings handelt es sich dabei auch nur um ein räumliches Modell. Logische Bilder sind in Action-Spielen selten. Meist werden einfache Zahlenwerte angezeigt und evtl. durch Referenzwerte, ebenfalls in

#### Abbildungen

Zeigen wie etwas aussieht, Ähnlichkeit mit etwas real existierendem. Z.B. Strich-, Umrisszeichnungen, naturalistische Bilder, Fotografien.

#### Zeigefunktion

Gewinnen eines Eindrucks, wie etwas aussieht, ein „Bild“ der Sache. Gegenstände und Teile davon oder Vorgänge in stehendem oder bewegtem Bild

#### Situierungsfunktion

Kognitiver Rahmen für Detailinformationen, aktivieren von Vorstellungen, Wissenstrukturen und Erfahrungen mit Situationen oder Szenarien

#### Konstruktionsfunktion

Aufbau eines mentalen Modells, Aufzeigen von Elementen und Zusammenspiel, oft mittels Metaphern oder Analogien

#### Logische Bilder

stark schematisierte, grafische Darstellungen abstrakter Sachverhalte, die teilweise nicht unmittelbar wahrnehmbar sind. Z.B. Diagramme, Concept-/Mind-Maps, Infografiken

#### Qualitative Zusammenhänge

Über-, Unterordnungen, Eigenschafts-, Ganzes-Teil-Beziehungen, Verlaufs- oder topologische Strukturen

#### Quantitative Zusammenhänge

Standardisierte Darstellung in Form von Kreis-, Säulen-, Balken-, Linien- oder Streudiagrammen

Zahlenform, ergänzt. Lediglich einfache Balkenanzeigen sind öfter zu finden. Sie repräsentieren einen Wert, der neben der Balkenlänge meist zusätzlich durch eine Verfärbung des Balkens (z.B. von Grün über Gelb bis Rot) wenn der Wert sich verschlechtert. In Abbildung 3/29 (Nr. 6) wird die Lebensenergie als Silhouette der Spielfigur angezeigt, die unterschiedlich stark mit Farbe gefüllt ist und die Farbe je nach Zustand verändert.

Sofern das Genre in Lernkontexten auf andere Systeme übertragen wird, ist es gut vorstellbar eine Vielzahl von Informationen abzubilden. Ohne eine weitgehende Modifikation, z.B. mittels Metaphern bzw. Analogien, oder eine Erhöhung kognitiver Aufgaben liegt aber auch dann der Schwerpunkt auf der Ausführung von eher simplen Handlungen in abbildhaften Umwelten.

### Genre Adventure



Abbildung 3/30: Tomb Raider III (Eidos Interactive)



Abbildung 3/31: Monkey Island II (LucasArts)

Adventure sind aufwändig wirkende Welten, die der Spieler mit seiner Figur erkundet, auf andere Bewohner trifft, Gegenstände sucht und Rätsel lösen muss. Zentral ist daher die Abbildung einer Spielwelt mit den Elementen Umgebung/Landschaft/Bebauung, Spielweltbewohner, Gegenstände/Objekte und Rätselsituationen. Wie in Abbildung 3/30 und 3/31 gezeigt, gibt es dabei zwei grundsätzliche Unterschiede: In den (älteren) „klick and point“-Adventures (Abb. 3/31) werden einzelne, statische Bilder verwendet, auf denen der Spieler Teile anklickt und damit Interaktionen auslöst. In den moderneren Adventures, die auf dreidimensionaler oder zweidimensional-perspektivischer Darstellung beruhen (Abb. 3/30), kann der Spieler frei in der Spielwelt herumlaufen. Die beiden Abbildungen zeigen einen weiteren Unterschied: Viele Adventures kommen ohne ergänzende Anzeigen und kontinuierlich sichtbare Bedienelemente aus. Im Beispiel Tomb Raider III wird die Figur mit der Maus oder die Tastatur durch die Spielwelt bewegt. Objekte und andere Spielweltbewohner können ebenfalls angeklickt werden. Zur Nutzung eines Objekts oder Interaktion mit einer anderen Spielfigur werden dann zusätzliche Dialoge



Abbildung 3/32: The Longest Journey (Shoobox)



Abbildung 3/33: Myst 5 (Ubisoft), (Quelle: www.golem.de)

angezeigt: In Abbildung 3/31 ist am unteren Bildschirmrand eine Auswahl unterschiedlicher Antworten eingeblendet, aus denen der Spieler im Dialog mit der anderen Figur wählen kann. In Abbildung 3/31 sind die Bedienelemente und auch einige eingesammelte Gegenstände, die evtl. genutzt werden könnten, dauerhaft am unteren Bildschirmrand angezeigt. Neben der Spielwelt und den Dialogen ist die Bearbeitung von Rätseln von Bedeutung: In Abbildung 3/33 ist eine Szene zu sehen, in der Symbole in der richtigen Art angeordnet werden müssen. Im Vordergrund steht dabei weniger die Betrachtung des Rätsels, sondern Nachdenken über das Rätsel und das Beschaffen von Informationen und erforderlichen Spielobjekten. Abbildung und Bedienung sind zumeist so gestaltet, dass das Rätsel leicht vom Spieler erfasst und manipuliert werden kann. Darüber hinaus hängt die visuelle Komplexität des Rätsels von der Art des Rätsels ab, das im Spiel umgesetzt ist. Bates hat eine Einteilung in 19 verschiedene Rätseltypen vorgenommen (Bates 2002, S. 104 ff.), die teilweise ganz ohne Visualisierung auskommen können, oft aber auch sehr aufwändig umgesetzt werden. Hier wäre eine genauere Analyse von Adventures wünschenswert, die systematisch herausarbeitet, welche Rätsel in welcher Form visualisiert werden.

Ähnlich den Actionspielen bilden Adventures zunächst eine (mehr oder weniger große) Spielwelt ab, in der sich der Spieler bewegt. Bei diesem Aspekt steht die Zeigefunktion im Vordergrund. Da Computerspiele allgemein sehr konsequent nach Genre und Thematik gestaltet werden, ergibt sich aus der Gestaltung dieser Spielwelten auch eine Situierungsfunktion. Im Vordergrund steht dabei die „Stimmung“, die das Spiel transportieren soll. Es ist leicht vorstellbar, dass hier aber auch lernrelevante Kontexte authentisch abgebildet werden können. Die Rätsel im Adventure gehen über Zeigen und Situieren hinaus: Je nach Rätselart fordern und fördern sie beim Lerner die Konstruktion eines mentalen Modells. Im Gegensatz zu den Spielwelten sind hier nicht nur räumliche Modelle gefordert. Die Spieler müssen die logische Struktur des Rätsels erfassen: Typisch sind Rätsel bei denen der Spieler herausfinden muss, wie eine Situation beeinflusst werden oder wie eine Maschine bedient werden muss, wobei der Spieler durch Nachdenken und Experimentieren ein mentales Modell entwickelt. Für ein erfolgreiches Computerspiel ist es zwingend erforderlich diese Rätsel möglichst gut erfassbar zu visualisieren. Logische Bilder werden meist eingesetzt um ständig relevante Informationen schnell erfassbar anzuzeigen (z.B. Lebenskraft der Spielfigur). Wie die obigen Beispiele zeigen, verwenden Adventures oft keine derartigen Anzeigen. Visuelle Rätsel können oft als logische Bilder qualitativer Zusammenhänge aufgefasst werden. Das gilt, trotz ansprechender Gestaltung, vor allem bei Spielen, für die Rätsel in eigenen Symbolsystemen umgesetzt wurden: Abbildung 3/33 zeigt ein einfaches Rätsel, bei dem die abstrakten Symbole ein Rätsel bilden.

#### Abbildungen

Zeigen wie etwas aussieht, Ähnlichkeit mit etwas real existierendem. Z.B. Strich-, Umrisszeichnungen, naturalistische Bilder, Fotografien.

#### Zeigefunktion

Gewinnen eines Eindrucks, wie etwas aussieht, ein „Bild“ der Sache. Gegenstände und Teile davon oder Vorgänge in stehendem oder bewegtem Bild

#### Situierungsfunktion

Kognitiver Rahmen für Detailinformationen, aktivieren von Vorstellungen, Wissenstrukturen und Erfahrungen mit Situationen oder Szenarien

#### Konstruktionsfunktion

Aufbau eines mentalen Modells, Aufzeigen von Elementen und Zusammenspiel, oft mittels Metaphern oder Analogien

#### Logische Bilder

stark schematisierte, grafische Darstellungen abstrakter Sachverhalte, die teilweise nicht unmittelbar wahrnehmbar sind. Z.B. Diagramme, Concept-/Mind-Maps, Infografiken

#### Qualitative Zusammenhänge

Über-, Unterordnungen, Eigenschafts-, Ganzes-Teil-Beziehungen, Verlaufs- oder topologische Strukturen

#### Quantitative Zusammenhänge

Standardisierte Darstellung in Form von Kreis-, Säulen-, Balken-, Linien- oder Streudiagrammen

## Genre Rollenspiel



Abbildung 3/34: World of Warcraft (Blizzard Entertainment)



Abbildung 3/35: Return To The Elder Scrolls IV: Oblivion (Bethesda Softworks), Quelle: [www.playwhat.com](http://www.playwhat.com)

Auch im Rollenspiel bewegt sich der Spieler durch meist aufwändige Spielwelten. Diese beinhalten, vergleichbar mit Action- und Adventure-Spielen, Landschaften und begehbare Gebäude, Gegenstände, die gesammelt werden können, und Bewohner mit denen interagiert werden kann. Im Mittelpunkt des Spiel steht die Interaktion mit den Bewohnern der Spielwelt und die Entwicklung der eigenen Spielfigur.

Die Interaktion mit den Bewohnern der Spielwelt besteht normalerweise im Kampf oder in der Kooperation; sei es der gemeinsame Kampf gegen andere Spielfiguren oder das Erfüllen von Aufträgen. Die meisten Spieler legen großen Wert auf eine aufwändige und ansprechende Darstellung der Kämpfe. Wie in Abbildung 3/34 zu erkennen ist, gehört hierzu die Abbildung realistischer Kampfbewegungen, der Bewaffnung oder von Treffern an fremden oder der eigenen Figur. Die Kooperation im Kampf wird dabei auf die gleiche Weise dargestellt, nur dass mehrere befreundete und feindliche Spielfiguren zu beachten sind: In Abb. 3/36 ist ein Kampf zwischen vielen Spielern des Online-Rollenspiels World of Warcraft abgebildet. Die Kooperation der Spielfiguren zur Erfüllung von Aufträgen ist dagegen simpler gestaltet: Die Spielfigur des Spielers steht einer anderen meist weitgehend regungslos gegenüber. In regelmäßigen Abständen werden allgemeine Gesten oder Bewegungen abgespielt, im Wesentlichen wird aber nur der Text der Konversation zwischen den beiden Spielfiguren angezeigt. Dieser wird am Bildschirmrand, in eigenen Fenster oder im Spielbereich selbst (z.B. als Sprechblasen über den Köpfen der Figuren) eingeblendet und wird bei vorgefertigten Dialogen oft zusätzlich auditiv ausgegeben (vgl. Abb. 3/32, S. 129).



Abbildung 3/36: World of Warcraft (Blizzard Entertainment), Quelle: <http://wow.gamona.de>

Der andere Schwerpunkt, die Entwicklung der eigenen Spielfigur, wird zumeist in Menüs wie in Abbildung 3/35 gesteuert. Dem Spieler werden für die Eigenschaften der Spielfigur Werte und ein Eingabemittel für die Vergabe der zu verteilenden

Punkte angezeigt. Wie in Abbildung 3/35 wird oft ein Schieberegler verwendet, neben dem die Punktzahl angezeigt wird. Gebräuchlich sind aber auch Plus-/Minus-Tasten oder gesonderte Eingabe-Fenster. Die Anzeige der Werte erfolgt zumeist in Form von Ziffern oder als Balkengrafik. Aufwändigere Visualisierungen sind aber selten. Wie in den Genre Action und Adventure werden Balkengrafiken meist für die Anzeige von jederzeit bedeutsamen und schnell erfassbaren Informationen verwendet (s. Abb. 3/34, Nr. 1). Daneben sind unterschiedliche Anzeigen für häufig benötigte Funktionen üblich. World of Warcraft in (Abb. 3/34) verwendet sehr viele solcher Anzeigen: z. B. für ein Inventar der gesammelten Gegenstände (Nr. 2), für spezielle Befehle, die über die bloße Steuerung der Figur hinausgehen (Nr. 3), oder für Dialoge zwischen den Spielern (Nr. 4).

Auch Rollenspiele bilden eine umfangreiche Spielwelt mit zahlreichen Akteuren, Gegenständen und Landschaftsmerkmalen ab. Neben der Zeigefunktion, wie die Umwelt, die Bewohner und die Gegenstände in der Umwelt aussehen, situieren sie den Spieler ebenso durch ihre Gestaltung. Ihre Konstruktionsfunktion beschränkt sich im Kern auf räumliche Modelle der Umwelt.

Die Visualisierung der Kämpfe im Spiel ist zwar teilweise aufwändig, didaktisch aber kaum verwertbar und geht auch nicht über die Zeigefunktion hinaus. Die Kooperation im Spiel ist zumeist einfach gestaltet.

Die Entwicklung der Spielfigur kann bei großer Anzahl von Eigenschaften und Fähigkeiten kognitiv anspruchsvoll sein, die Abbildung im Spiel fällt dagegen meist sehr einfach aus. Das ist natürlich technischen Gründen, der einfachen Nutzung und den gewohnten Standards zuzuschreiben. Meist werden einfache Ziffern-Anzeigen und in bestimmten Fällen Balkengrafiken verwendet, andere Formen logischer Bilder sind aber selten. Qualitative Zusammenhänge werden normalerweise nicht angezeigt, da das Modell des Spiels mathematisch berechenbar sein muss. In der Geschichte des Spiels finden sich gelegentlich einfache qualitative Zusammenhänge, wie z.B. der Stammbaum der Spielfigur oder der Spiel-Parteien. Rollenspiele mit anderer Thematik (vgl. Abb. 3/10) wie die Sims zeigen, dass sich beliebige Thematiken mit Schwerpunkt auf der Interaktion von Akteuren realisieren lassen. Ebenso zeigt das Beispiel World of Warcraft, dass umfangreiche Eigenschaften und Fähigkeiten sowie komplexe Situationen abgebildet werden können.

#### **Abbildungen**

Zeigen, wie etwas aussieht, Ähnlichkeit mit etwas real existierendem. Z.B. Strich-, Umrisszeichnungen, naturalistische Bilder, Fotografien.

#### **Zeigefunktion**

Gewinnen eines Eindrucks, wie etwas aussieht, ein „Bild“ der Sache. Gegenstände und Teile davon oder Vorgänge in stehendem oder bewegtem Bild

#### **Situierungsfunktion**

Kognitiver Rahmen für Detailinformationen, Aktivieren von Vorstellungen, Wissensstrukturen und Erfahrungen mit Situationen oder Szenarien

#### **Konstruktionsfunktion**

Aufbau eines mentalen Modells, Aufzeigen von Elementen und Zusammenspiel, oft mittels Metaphern oder Analogien

#### **Logische Bilder**

stark schematisierte, grafische Darstellungen abstrakter Sachverhalte, die teilweise nicht unmittelbar wahrnehmbar sind. Z.B. Diagramme, Concept-/Mind-Maps, Infografiken

#### **Qualitative Zusammenhänge**

Über-, Unterordnungen, Eigenschafts-, Ganzes-Teil-Beziehungen, Verlaufs- oder topologische Strukturen

#### **Quantitative Zusammenhänge**

Standardisierte Darstellung in Form von Kreis-, Säulen-, Balken-, Linien- oder Streudiagrammen

## Genre Simulation



Abbildung 3/37: Airfix Dogfighter (EON Publishing)

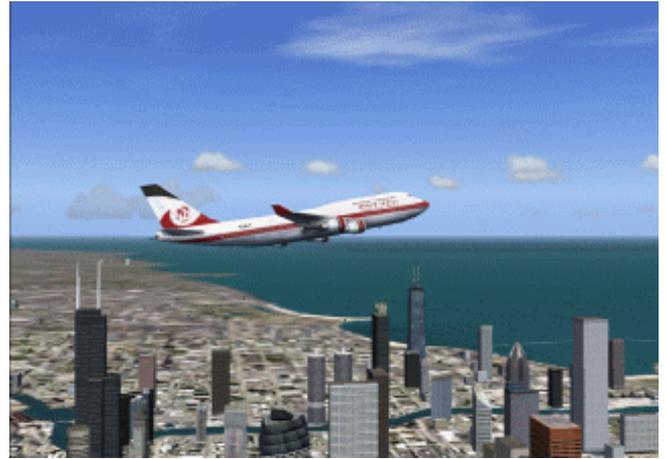


Abbildung 3/38: Flight Simulator 2004 (Microsoft)

Da Simulationsspiele reale Gegenstände, Maschinen oder Systeme beinhalten, liegt ihr Schwerpunkt auf der Abbildung. Unterschiede ergeben sich in der gewählten Form der Darstellung. Zumeist können unterschiedliche Perspektiven ausgewählt werden: Abbildung 3/38 zeigt die Außensicht eines zu steuernden Fahrzeugs (Flugzeug) während Abbildung 3/40 die Sicht aus dem Steuerstand eines anderen Fahrzeugs (U-Boot) zeigt. Je nach simuliertem Gegenstand variieren die verfügbaren Perspektiven. Sie dienen entweder der Steuerung des Spiels, wobei unterschiedliche Ansichten in unterschiedlichen Situationen Vorteile haben können. Oder sie werden ausgewählt um dem Spieler möglichst ansprechende und unterhaltsame Darstellungen zu zeigen. Die Abbildungen 3/37 bis 3/40 zeigen Beispiele für die Vielfalt der in Simulationen dargestellten Gegenstände.



Abbildung 3/39: Nintendogs (Nintendo)

Die dargestellten Objekte sind meist möglichst realistisch abgebildet. Abstrakte Darstellungen werden für zusätzliche Informationen verwendet, die nicht direkt am abgebildeten Gegenstand ablesbar sind. In Abbildung 3/40 ist ein Beispiel für einen Steuerstand (eines futuristischen) Unterwasserfahrzeugs, das Informationen wie Geschwindigkeit, Tiefe, Fahrtwinkel etc. in abstrakten Anzeigen abbildet. Ein realistisches Beispiel wurde in Abbildung 3/12 (S. 106) anhand eines Zug-Steuerstands gezeigt. Dabei muss beachtet werden, dass es sich hier zwar um Anzeigen in abstrakter Form handelt, diese aber gleichzeitig auch eine realistische Abbildung des Gegenstandes sind (z.B. die Geschwindigkeitsanzeige in Form eines Tachometers). Ergänzend werden in einigen Spielen auch Punkte für die Bewältigung der Spielaufgaben vergeben und angezeigt, damit der Spieler stets eine Rückmeldung über den Erfolg seiner Handlungen bekommt.



Abbildung 3/40: Schleichfahrt (Blue Byte)

Nach meiner engen Definition von Simulationsspielen liegt bei diesem Genre der Schwerpunkt der Visualisierung oberflächlich auf der Zeigefunktion. Ziel von Simulationen ist es die simulierten Gegenstände möglichst realistisch darzustellen.

Durch die authentischen Kontexte und Aufgaben in Verbindung mit der exakten Darstellung des Gegenstands liefert das Spiel aber auch einen kognitiven Rahmen für den Spieler. Im Gegensatz zu den bisher beschriebenen anderen Genres unterstützen Simulationen weniger den Aufbau eines räumlichen Modells, sondern vielmehr eines mentalen Modells des abgebildeten Systems. Durch die Bedienung in verschiedenen Situationen werden die Funktionen und Reaktionen des Simulationsgegenstandes erfahren und führen zu einer genauen Kenntnis der Elemente und funktionalen Zusammenhänge. Wie bereits geschildert werden in Simulationen auch abstrakte Anzeigen eingesetzt, die aber der Abbildung von abstrakten Darstellungen im realen System entsprechen. In den allermeisten Spielen sind nur quantitative Zusammenhänge abgebildet. Selten werden ergänzend spielrelevante Informationen angezeigt (z.B. Punktestand), die die Spiele in der Regel als Ziffern oder Balkengrafiken anzeigen. Qualitative Zusammenhänge dürften sehr selten sein. Bei „sozialen“ Simulationen, in denen solche Zusammenhänge auftreten könnten, muss zunächst geprüft werden, ob sie der hier zugrundegelegten engen Definition entsprechen oder ob sie unter die Definition des Genres Strategie fallen.

Simulationen haben ein sehr einfaches Spielprinzip, bei dem die Formen der Visualisierung auch aufgrund ihrer Ähnlichkeit zu Simulationen in Lehr-/Lernkontexten leicht nachvollziehbar sind. Deswegen sind sie besser für den Aufbau eines mentalen Modells des simulierten Gegenstands geeignet. Allerdings ist dieser Umstand nicht nur der Visualisierung im Spiel, sondern auch der Interaktivität und dem simulativen Charakter geschuldet. Die Abbildung im Spiel geht aber dennoch weit über Abbildungen in den meisten anderen Medienformen hinaus.

### Genre Strategie

Im Strategiespiel kontrolliert der Spieler ein komplexes System aus zahlreichen unterschiedlichen Spielobjekten. Die Systeme werden zumeist auf einer großen Karte zweidimensional von oben, perspektivisch/isometrisch oder dreidimensional abgebildet (s. Abb. 3/41 und 3/42). Dabei kann der Spieler in den meisten Spielen unterschiedliche Blickwinkel und Vergrößerungsstufen wählen. Kleine Übersichtskarten („minimaps“) geben dem Spieler einen Überblick über das Spielfeld (Nr. 1 in Abb. 3/41, Nr. 3 in Abb. 3/42).

#### Abbildungen

Zeigen wie etwas aussieht, Ähnlichkeit mit etwas real existierendem. Z.B. Strich-, Umrisszeichnungen, naturalistische Bilder, Fotografien.

#### Zeigefunktion

Gewinnen eines Eindrucks, wie etwas aussieht, ein „Bild“ der Sache. Gegenstände und Teile davon oder Vorgänge in stehendem oder bewegtem Bild

#### Situierungsfunktion

Kognitiver Rahmen für Detailinformationen, aktivieren von Vorstellungen, Wissenstrukturen und Erfahrungen mit Situationen oder Szenarien

#### Konstruktionsfunktion

Aufbau eines mentalen Modells, Aufzeigen von Elementen und Zusammenspiel, oft mittels Metaphern oder Analogien

#### Logische Bilder

stark schematisierte, grafische Darstellungen abstrakter Sachverhalte, die teilweise nicht unmittelbar wahrnehmbar sind. Z.B. Diagramme, Concept-/Mind-Maps, Infografiken

#### Qualitative Zusammenhänge

Über-, Unterordnungen, Eigenschafts-, Ganzes-Teil-Beziehungen, Verlaufs- oder topologische Strukturen

#### Quantitative Zusammenhänge

Standardisierte Darstellung in Form von Kreis-, Säulen-, Balken-, Linien- oder Streudiagrammen



Abbildung 3/41: CivCity: Rom (Firefly Studios)

Die Hauptansicht des Spiels setzt sich aus einem Ausschnitt der Karte (dem eigentlichen Spielfeld, Nr. 2) und Bedienelementen am Bildschirmrand zusammen (Nr. 3, 4, 5). Das Spielfeld bildet alle vom Spieler oder Gegner eingesetzten Einheiten und Gebäude ab. Zudem sind auf der Karte die vorhandenen Ressourcen zu finden. Diese Einheiten und Gebäude repräsentieren die Funktionen des abgebildeten Systems: Ein Bauer und ein Bauernhof bauen Getreide an und bringen es zu einem Lager, wo es ein Müller abholt, es in der Mühle verarbeitet, wieder zum Lager bringt, wo es letztlich von einem Bäcker abgeholt wird, in seiner Bäckerei verarbeitet und als Brot im Nahrungslager abgeliefert wird. Ein Strategiespiel besteht aus vielen solcher Prozesse aus funktionalen Spielobjekten (z.B. Gebäude, s. Nr. 2 in Abb. 3/42), die durch andere Objekte verketten werden. Je nach Spielthematik und Spielzielen können diese Prozesse, wie im geschilderten Beispiel, eher auf der Mikroebene sein. Auf einer Makroebene, die abstraktere Prozesse abbildet (z.B. Handel allgemein) müssen nur noch wenige Gebäude für „Nahrung“ eingesetzt werden. Je nach Ausrichtung des Spiels beschränkt sich die Handlung auf Abbau, Verarbeitung und Handel (Wirtschaftsstrategiespiele) oder die Ressourcen dienen nur dem Aufbau und der Versorgung von Kampfeinheiten (Action-Strategiespiele).



Abbildung 3/42: Anno 1602 (Max Design/Sunflowers)

Die Bedienelemente am Bildschirmrand erlauben dem Spieler die Steuerung der Spielobjekte und zeigen zudem Informationen über Aspekte des Spiels an. Auf der Übersichtskarte (Nr. 3 in Abb. 3/42) kann sich der Spieler auf der Gesamtkarte orientieren: Dort werden in der Regel das gesamte Spielfeld, die Standorte und Bewegungen eigener und fremder Spielobjekte und die vorhandenen Ressourcen angezeigt. Außerdem kann der Spieler durch einen Klick auf eine bestimmte Stelle der Übersichtskarte schnell zwischen unterschiedlichen Ausschnitten der Gesamtkarte wechseln. Zur Steuerung der Spielobjekte sind zwei spezielle Bedienelemente notwendig: Bestehenden Objekten müssen Anweisungen erteilt werden können und neue Objekte müssen hergestellt werden können. Nr. 4 in Abbildung 3/42 ist ein Menü über das einerseits ständig benötigte Funktionen (z.B. Zoom) und andererseits weitere Untermenüs abgerufen werden können. Nr. 5 in Abbildung 3/42 zeigt eine Auswahl verfügbarer Gebäude, die auf dem Spielfeld platziert werden können. Darüber hinaus finden sich in diesem Bildschirmbereich üblicherweise Informationen über ein ausgewähltes Spielobjekt (Zustand, Eigenschaften, Funktionen).

Abstrakte Funktionen von speziellen Systemen sind oft über symbolische Abbildungen repräsentiert: In Abbildung 3/43 werden beispielsweise die Aufgaben eines Fußball-Managers als Gegenstände in seinem Büro abgebildet. Durch Klick auf die einzelnen Objekte des Raums gelangt der Spieler zu anderen Bildschirmen auf denen er die konkreten Einstellungen vornehmen kann.



Abbildung 3/43: Anstoss (TREND Verlag)

Wie in allen Computerspielen sind rein abstrakte Darstellungen auch in Strategiespielen selten. Elemente abstrakter Systeme, z.B. auch politischer, werden durch Objekte aus der realen (oder fiktiven) Welt repräsentiert. Aus diesem Grund steht auch bei diesem Genre die Abbildung mit Zeigefunktion im Vordergrund. Ebenso schafft die plastische Abbildung des Gegenstands und Kontexts einen kognitiven Rahmen für die Geschehnisse und Aufgaben im Spiel.

Die Besonderheit ist, dass die Repräsentation von Systemen und Prozessen in Form einer belebten, gegenständlichen Karte, eine anschauliche Abbildung der Systemteile und ihrer Zusammenhänge darstellt. Diese Mapping-artige Darstellung unterstützt den Spieler beim Aufbau eines mentalen Modells des Spiels. Trotz der Visualisierung des Systems und den jederzeit abrufbaren Informationen ist der Spieler gezwungen, sich viele Informationen über die Eigenschaften, Funktionen und Zusammenhänge der Spiel-/System-Elemente zu merken. Die plastische Abbildung in Form realitäts-ähnlicher Gegenstände macht das Erlernen und Erinnern einfacher.

Das gesamte Strategiespiel kann als ein logisches Bild quantitativer und qualitativer Zusammenhänge verstanden werden. Aufgrund der real-gegenständlichen Abbildung bildet es eine Mischung aus Abbildung und logischem Bild: Es bildet unterschiedliche Systeme mit ihren Elementen und Zusammenhängen in einer map-artigen Struktur anschaulich ab. Einzelne logische Bilder (wie Diagramme) finden sich auch in Strategiespielen. Sie dienen der Anzeige von ausführlichen Spielinformationen am Ende eines Levels oder der Anzeige von Informationen im Level. Sie sind vor allem bei Wirtschafts-Strategiespielen gebräuchlich, während bei Action-Strategiespielen eher einfache Punkte-Tabellen z.B. als Statistik am Ende eines Levels verwendet werden.

### Fazit

Die Betrachtung verallgemeinerbarer Visualisierungsaspekte im Computerspiel zeigt meiner Meinung nach, dass vor allem plastische Abbildungen mit Zeige- und Situierungsfunktion üblich sind. Die Inhalte, die darüber transportiert werden sind eher simpel, was der normalerweise einfachen Thematik der Spiele geschuldet ist. Die Käufer kommerzieller Spiele interessieren sich eher für „aufregende“, plakative Themen weshalb es bei erfolgreichen Titeln einen inhaltlichen Mainstream gibt. Die Einfachheit der Spiele ist eine bewusste Reduzierung auf die vom Spieler bevorzugten Aspekte.

Darüber hinaus gibt es Einschränkungen, die aus Sicht der Computerspiele-entwicklung gut begründbar sind. Für den Spieler steht eine gute Grafik, d.h. eine

#### Abbildungen

Zeigen wie etwas aussieht, Ähnlichkeit mit etwas real existierendem. Z.B. Strich-, Umrisszeichnungen, naturalistische Bilder, Fotografien.

#### Zeigefunktion

Gewinnen eines Eindrucks, wie etwas aussieht, ein „Bild“ der Sache. Gegenstände und Teile davon oder Vorgänge in stehendem oder bewegtem Bild

#### Situierungsfunktion

Kognitiver Rahmen für Detailinformationen, Aktivieren von Vorstellungen, Wissensstrukturen und Erfahrungen mit Situationen oder Szenarien

#### Konstruktionsfunktion

Aufbau eines mentalen Modells, Aufzeigen von Elementen und Zusammenspiel, oft mittels Metaphern oder Analogien

#### Logische Bilder

stark schematisierte, grafische Darstellungen abstrakter Sachverhalte, die teilweise nicht unmittelbar wahrnehmbar sind. Z.B. Diagramme, Concept-/Mind-Maps, Infografiken

#### Qualitative Zusammenhänge

Über-, Unterordnungen, Eigenschafts-, Ganzes-Teil-Beziehungen, Verlaufs- oder topologische Strukturen

#### Quantitative Zusammenhänge

Standardisierte Darstellung in Form von Kreis-, Säulen-, Balken-, Linien- oder Streudiagrammen

möglichst detaillierte und aufwändige Darstellung des Spielgegenstandes, im Vordergrund. Abstrakte Abbildungen entsprechen nicht diesen Vorstellungen, sondern erinnern eher an die Grafik alter Computerspiele. In seltenen Fällen könnte aus abstrakten Darstellungen ein Spielprinzip konstruiert werden: beispielsweise Kartenspiele oder Schachfiguren sind abstrakte Spielobjekte in realen Spielen. Für Computerspiele gilt aber in diesen Fällen, dass sie einen real existierenden Gegenstand (z.B. das Schachspiel) abbildhaft wiedergeben. Mir ist kein Computerspiel bekannt, das allein auf abstrakten Abbildungen beruht und nicht ein Spiel aus der Realität abbilden würde. Zusätzlich ist es wichtig, dass das Spiel einfach bedienbar ist: Zu viele oder zu komplizierte Darstellungen, die den Spieler verwirren oder ablenken, werden vermieden. Ansichten, die nicht erforderlich sind, sind auch aus Leistungs- und Aufwandsgründen selten. Ausnahme sind einige Spiele, bei denen der Spieler ein besonderes Interesse an der Beobachtung der Spielwelt hat (z.B. Wirtschaftssimulationen, bei denen das virtuelle Volk zahlreiche und aufwändig animierte Handlungen autonom ausführt). Für 3d-Spiele gilt aber, dass mit der Modellierung der Spielwelt alle Perspektiven realisiert sind, aber nur gezielt ausgewählte im Spiel angeboten werden. Außerdem ist es auch in Computerspielen sinnvoll bestimmte Standards in der Spielgestaltung und Bedienung einzuhalten. Kommerzielle Spiele orientieren sich im Normalfall an diesen Standards oder versuchen allenfalls wesentliche Verbesserungen einzuführen. Die Spieler sind an typische Formen gewöhnt und bevorzugen diese auch bei der Auswahl neuer Spiele.

Die Betrachtung der Beispiele hat gezeigt, dass alle Genres vor allem Abbildungen mit Zeigefunktion verwenden um den Gegenstand des Spiels darzustellen. Genauso kann der Gestaltung des Computerspiels eine Situierungsfunktion zugestanden werden. Sie orientiert sich zwar „nur“ an der Erzeugung der gewünschten „Stimmung“ beim Spieler, es ist aber gut nachvollziehbar, dass auf diese Weise auch ein kognitiver Rahmen für lernrelevante Aspekte geschaffen werden kann. Wenn Lerninhalte in analoger Form in eine „spannende“ Thematik, z.B. einen Science Fiction-Kontext verpackt sind, kann dies motivierende Effekte haben (vgl. Kapitel 6). Darstellungen im Computerspiel haben ebenso eine Konstruktionsfunktion: Auch bei simplen Spielprinzipien helfen sie dem Spieler ein einfaches Modell des Spiels zu konstruieren und zumindest ein räumliches Modell der Spielwelt zu entwickeln. Bei den Genres Adventure, Simulation und Strategie sind aufgrund des Spielprinzips komplexere mentale Modelle gefordert. Zu beachten ist, dass die Visualisierung hier unterstützende Funktion hat und untrennbar mit den simulativen und interaktiven Aspekten von Computerspielen verbunden ist. Zu Analysezwecken, wie in dieser Arbeit, kann eine Trennung dieser Aspekte sinnvoll sein, für das Verständnis der Wirkung von Computerspielen müssen sie (und andere) aber zusammen gedacht werden.

Logische Bilder sind in Computerspielen seltener. Sie sind für die Abbildung spielrelevanter, meist quantitativer Informationen von Bedeutung. Meist werden Balkengrafiken oder bloße Wertanzeigen in Ziffernform eingesetzt. Sie zeigen entweder Werte, die sich während der Spielhandlung ständig verändern, oder die am Ende einer Runde als Statistik interessant sind. Viele Spiele benutzen für die Bedienung einzelner Funktionen symbolische Grafiken, z.B. Buttons für Anweisungen wie „Patrouillieren“ oder „Position halten“. Dies sind aber keine logischen Bilder, die qualitative oder quantitative Zusammenhänge repräsentieren, sondern Symbole bzw.

Piktogramme. Logische Bilder sind selten, da sie weniger ansprechend sind und werden daher nur dann eingesetzt, wenn es einen besonderen Sinn ergibt.

Die Beispiele zeigen ein Potential der Computerspiele auf, dass schon in kommerziellen Spielen in bestimmten Grenzen genutzt wird. Auch für die Aspekte der Visualisierung im Computerspiel wäre eine tiefergehende Analyse auf Basis vieler Computerspiele wünschenswert. Meines Erachtens ist schon vor dem Hintergrund meiner verallgemeinerten Betrachtung gut nachvollziehbar, dass dieses Potential in Lernkontexten genutzt werden kann. Sofern ein Spiel gezielt für einen Lerninhalt entwickelt wird, kann der Lerngegenstand anschaulich und direkt erfahrbar gemacht werden.

Im zurückliegenden Abschnitt habe ich versucht Argumente zu liefern, warum sich Computerspiele technologisch bzw. mediendidaktisch für den Einsatz in Lernkontexten eignen. Im folgenden Abschnitt möchte ich abschließend auf Ergebnisse empirischer Studien zum Lernen mit Computerspielen eingehen. Auch wenn es nur sehr wenige Studien gibt, stützen diese einige meiner Argumente.

### 3.2 Forschungsergebnisse zur Lernförderlichkeit

Ich habe nach einer umfangreichen Recherche gezielt einige Studien ausgewählt, die für die Fragestellung der Arbeit aufschlussreich sind. Die Hauptfragen der Arbeit sind (vereinfacht) wie Computerspiele Lernen fördern können und wie die Mikrosystemtechnik mittels Computerspielen vermittelt werden kann. Um nun empirische Erkenntnisse anzuführen, die meine Argumentation unterstützen, wären Ergebnisse wünschenswert, die sich speziell mit den Aspekten Simulation, Interaktivität und Simulation im Computerspiel befassen und eine Verbindung mit Lernen herstellen. Ebenso interessant wären Studien, die sich auf den Einsatz von spielbasierten Simulationen im Bereich der Ingenieurwissenschaften beziehen. Zwar existieren vereinzelt Artikel, die sich zumindest tendenziell mit solchen Fragen befassen, empirische Studien oder Evaluationsstudien sind mir nicht bekannt. Eine Überlegung war es, Studien aus den angrenzenden, allgemeineren Bereichen Simulation, Interaktivität und Visualisierung heranzuziehen. Die drei Aspekte werden jeweils einzeln seit längerem intensiv erforscht. Allerdings betrachte ich die Trennung dieser drei Aspekte als problematisch und habe bereits betont, dass die Besonderheit eines Lern-Computerspiels einerseits in der kohärenten Verbindung dieser drei Aspekte liegt und andererseits auch die Besonderheiten des Computerspiels ergänzend eine große Rolle spielen (s.u.). Planspiele dagegen stellen oft eine solche Kombination von Simulation, Interaktivität und Visualisierung dar. Einerseits fehlen diesen wiederum die besonderen Merkmale von Computerspielen und andererseits habe ich festgestellt, dass sie sehr stark mit Entscheidungssimulationen (sprich Strategiespielen) verwandt sind. Somit würden Studien zu Planspielen im engeren Sinne nur ein Genre, der von mir definierten fünf Hauptgenre, repräsentieren.

Ich habe mich also bemüht Studien zu finden, die sich auf Computerspiele beziehen, um die Verbindung von Simulation, Interaktivität und Visualisierung, sowie das Vorhandensein der Besonderheiten des Computerspiels zu berücksichtigen. Die gefundenen Studien gehen zumindest ansatzweise in diese Richtung. Meist zielt die Fragestellung auf einen anderen, vor allem spezifischeren, Aspekt. Ich werde aber prüfen, inwieweit diese Erkenntnisse auf diese Arbeit übertragbar sind.

Mann et al. (2002) beschreiben ein „interactive game-based tool“ (ebd. S. 305) für das Erlernen „chirurgischer Management-Algorithmen“. Das von den Autoren selbst explizit als Computerspiel bezeichnete Tool basiert auf einem Brettspiel mit gleichem Inhalt, das die Autoren zuvor entwickelt hatten. Um die Verfügbarkeit und Zugänglichkeit zu erhöhen sollte dieses Brettspiel in elektronischer Form umgesetzt werden. Mann et al. (ebd.) gehen davon aus, dass die elektronische Form nicht nur die Attraktivität des Spiels erhöht, sondern das selbstgesteuerte Lernen und die Interaktion zwischen den Studierenden besser fördert als das Brettspiel. Das entwickelte Lern-Computerspiel ist grundsätzlich für die Abbildung jeder klinischen Problemstellung geeignet, bei Veröffentlichung des Artikels war aber nur ein Modul für Brustkrankungen vorhanden. Das Spiel wurde mit Microsoft Visual Basic (Programmierung) und NewTek Lightwave (3d-Modellierung) entwickelt. Die Studierenden können sich innerhalb des Spiel mit acht klinischen Problemen wie z.B. einer einfachen Zyste oder fünf verschiedenen Karzinomen im Brustbereich auseinandersetzen. Jeder Spieler bzw. jedes Spieler-Team erhält zu Beginn einer Runde vier per

Zufall ausgewählte virtuelle Patienten. Nach der Darstellung der Patienten-Vorgeschichte können die Spieler die Patienten zu unterschiedlichen Untersuchungen auf dem (virtuellen) Spielbrett zuweisen. Ein oder mehrere Patienten werden dabei mittels eines virtuellen Würfels über das Spielbrett bewegt. Bei jeder Station eines Patienten erhalten die Studierenden spezielle Informationen wie Ultraschall-Bilder oder Biopsie-Ergebnisse über den Patienten. Die Spieler können frei bestimmen, wie viele Patienten sie gleichzeitig behandeln, sprich auf dem Spielbrett platzieren. Gewinner ist, wer zuerst für alle vier Patienten einen adäquaten Management-Algorithmus ausgewählt hat. Die konkurrierenden Spieler können das Spielergebnis strategisch beeinflussen, indem sie die unterschiedlichen Diagnose-Plätze auf dem Spielbrett blockieren und andere Spieler damit zwingen, eine alternative Diagnose-Methode zu wählen.

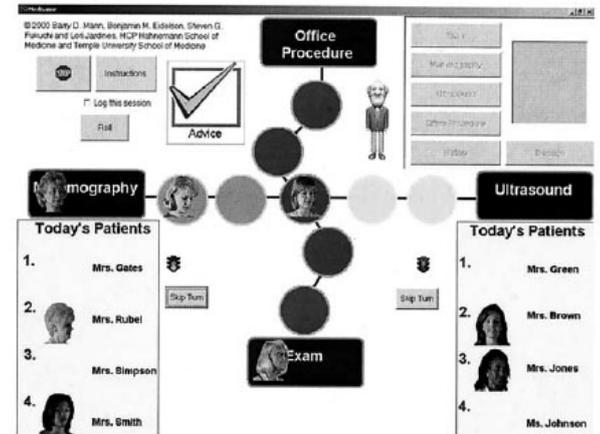


Abbildung 3/44: „Interactive game-based tool“ für chirurgische Management-Algorithmen. (Quelle: Mann et al., 2002, S.306)

Zur Bewertung des Spiels wurden zwei Studien durchgeführt: In der ersten Studie spielten 33 Studenten entweder zu zweit oder in Gruppen von acht oder mehr Studenten. In der zweiten Studie spielten zwei Gruppen das Spiel in einem Hörsaal über eine Projektion. Die Studierenden mussten vor und nach dem Spiel einen Wissenstest zum Thema „Brusterkrankungen“ absolvieren, bestehend aus zehn Fragen, die mit „richtig“ oder „falsch“ zu beantworten waren. Nach dem Spiel mussten die Teilnehmer ebenfalls in beiden Studien eine Einschätzung anhand einer modifizierten Likert-Skala vornehmen (von 1 = „strongly disagree“ bis 5 = „strongly agree“). Zusätzlich wurden die Spieler in beiden Studien während des Spielens beobachtet. Beim Vergleich der richtigen Antworten von Pre- und Post-Test bezüglich des Wissens der Teilnehmer ergab sich eine Erhöhung des Mittelwerts von 6,43 auf 7,14 richtigen Antworten (Irrtumswahrscheinlichkeit  $p = 0,006$ ). In der Einschätzung des Spiels bewerteten die Studierenden fünf Aussagen wie folgt (wobei der Wert fünf für starke Zustimmung steht):

- ob das Spiel hilft, das Wissen über Brusterkrankung zu erhöhen mit durchschnittlich 3.73 (Standardfehler 0.20),
- ob die gleichzeitige Bearbeitung von mehreren Patienten mit vergleichbaren Problemen hilft, einen Arbeitsablauf zu erlernen mit durchschnittlich 3.85 (Standardfehler 0.20),
- ob das Spielkonzept (mit mehreren Spielern) attraktiver ist, als nur mit einem Computer zu interagieren mit durchschnittlich 3.61 (Standardfehler 0.19),
- ob es attraktiver wäre, wenn das Spiel ein Menü hätte, das es erlaubt zahlreiche Diagnose-Szenarios zu spielen mit 4.11 (Standardfehler 0.10),
- und wie oft das Spiel gespielt würde, wenn es während des Praktikums (Famulatur) verfügbar wäre und eine begrenzte Anzahl an Patienten hätte mit durchschnittlich 2.33 (Standardfehler 0.12), wobei hier die Skala von 0 = „nie-mals“ bis 3 = „mehr als drei Mal“ ging.

Aus der Beobachtung der Studierenden schließen Mann et al. (2002), dass das Spiel von Teilnehmern gerne gespielt wird und dass das erlernte Wissen nicht nur auf das Spiel selbst, sondern auch auf die intensiven Diskussionen der Spieler in den Gruppen

zurückzuführen ist. Aus dem Vergleich der beiden Settings (in der Gruppe und in einer Vorlesungssituation) schließen die Autoren, dass das Spiel nicht nur für selbst-gesteuertes Lernen, sondern auch für interaktive Vorlesungen geeignet ist.

Bei den Ergebnissen müssen zwei Einschränkungen berücksichtigt werden. Für den Wissenstest wurden zehn Fragen ausgewählt, die mit „richtig“ oder „falsch“ beantwortet werden mussten. Sowohl die Fragenanzahl, als auch die einfache Frageform begünstigen eine Verbesserung im Test, besonders wenn man berücksichtigt, dass die Studierenden viel Zeit hatten sich auszutauschen. Offen bleibt, ob der Effekt auf die Diskussion oder das Spiel zurückzuführen ist, bzw. welchen Anteil das Spiel zumindest indirekt hat. Bei der Einschätzung des Spiels wurde eine bipolare, fünfstufige Skala (1-5) verwendet, woraus sich eine „neutrale Mitte“ beim Wert „3“ ergibt. Die durchschnittlichen Antworten lagen in der Nähe des Werts „4“, d.h. die Studierenden stimmten den Aussagen überwiegend, aber nicht deutlich zu (s.o.). Aus den beiden Studien kann geschlossen werden, dass ein solches Lernspiel auf Akzeptanz bei den Studierenden stösst und, zumindest nach ihrer eigenen Einschätzung, den Wissenserwerb begünstigt. Dabei ist ungeprüft inwieweit ein Neuartigkeitseffekt zu dieser positiven Einschätzung führt. Die Frage, wie sich der dauerhafte und mehrfache Einsatz von unterschiedlichen Lern-Computerspielen auswirkt, kann nur durch umfassendere Studien beantwortet werden. Positiv ist, dass die Teilnehmer angaben, das Spiel auch mit einer begrenzten Anzahl an Patientenszenarios mehr als einmal zu spielen. Für Lern-Computerspiele ist es logisch zwingend, dass sie kontinuierlich neue Inhalte transportieren. Dennoch bleibt der Umfang eines solchen Spiels immer auf einen bestimmten Inhaltsbereich begrenzt.

Soll ein solches Spiel über die Zeit immer wieder gespielt werden, müssen die spielerischen Elemente so ausgelegt werden, dass sich immer wieder neue Situationen ergeben: Beispielsweise können Zufallselemente für eine Ungewissheit des Spielerfolgs bei vergleichbaren Spielern sorgen, womit die Herausforderung in der Konkurrenz liegt. Dabei ist es aber nicht zwingend, dass ein Lern-Computerspiel „ein Leben lang“ gespielt wird. In den meisten Fällen sollen bestimmte Lernziele mit einem Lern-Spiel erreicht werden und bald muss ein anderer Inhalt gelernt werden.

Grundsätzlich ist das von Mann et al. (2002) entwickelte Spiel mit dem in dieser Arbeit noch vorzustellenden Spiel prinzipiell vergleichbar. Auch die von Mann et al. herangezogenen Argumente (ebd. S. 207) hinsichtlich der Problemorientierung, der Vorzüge der Simulation und der Interaktivität (bzw. Lerner-Aktivität) greife ich im Verlauf der Arbeit mehrfach auf (vor allem in den Kapiteln 3 und 6).

Rosas et al. (2003) haben an einer Stichprobe von 1274 Schüler überprüft, welche Effekte bei der Einführung von „educational video games“ in den Unterricht auftreten. Hierzu wurden fünf Lern-Computerspiele für den Einsatz an Schulen mit sozial benachteiligten Schülern entwickelt und erhoben, welche Effekte hinsichtlich Lernen, Motivation und Unterrichtsgeschehen auftreten. Die Spiele zielten auf mathematisches Basiswissen und Lesekompetenz in den beiden ersten Schuljahren. In einer Versuchsgruppe sowie einer internen und einer externen Kontrollgruppe wurden das Leseverständnis, das Buchstabieren, mathematische Fähigkeiten, die Motivation und die Nutzung der Spiele evaluiert.

Die fünf Spiele wurden für ein mit dem Nintendo-Gameboy indentisches Spielgerät entwickelt und hatten eine durch die Plattform beschränkte Grafik (vgl. Abb. 3/46).

Jedes beinhaltet sowohl sprachliche als auch mathematische Aspekte wie z. B. die Erkennung von einführenden Silben, Analyse von Wörtern auf ihre Silben, Unterscheidung von Groß-/Kleinschreibung, Wortvervollständigungen oder numerische Reihen, Erkennung geometrischer Formen, Subtraktion, Addition, Größer-/Kleiner-Relationen, Zählen etc. Im Beispiel in Abbildung 3/45 müssen beispielsweise Zahlen in der richtigen Reihenfolge aus einer Folge von zufälligen Zahlen ausgewählt werden, um eine „Brücke“ aus den numierten Steinen zu bauen.



Abbildung 3/45: Beispiel für eines der Lernspiele: Magalú Game (Quelle: Rosas et al., 2003, S.78)

Für die Studie spielten 758 Schüler in 19 Klassen der ausgewählten Schulen zwölf Wochen lang jeweils 20 bis 40 Minuten lang die Spiele während der Unterrichtszeit. Die interne Kontrollgruppe bestand aus 347 Schüler in neun Klassen an den selben Schulen und wurden normal unterrichtet. Die externe Kontrollgruppe bestand aus 169 Schülern aus unbeteiligten Schulen und wurde aufgrund des Hawthorne-Effekt<sup>1</sup> eingerichtet, der in früheren Studien der Forschungsgruppe beobachtet wurde. Zusätzlich wurden sechs Schuldirektoren und 30 Lehrer aus der Experimental- und der internen Kontrollgruppe befragt. Zur Beurteilung des Lerneffekts wurde mit den Schülern vor und nach dem Experiment ein Lese-/Schreib- sowie ein Mathematik-Test durchgeführt. Zusätzlich wurden die Schüler nach ihrer Computerspiel-Affinität befragt.

Die Lehrer wurden zu den einzelnen Schülern und ihrer Einschätzung der Veränderung während des Experimental-Zeitraums befragt. Zusätzlich wurde der Unterricht in allen Klassen hinsichtlich des Lehrers, seiner didaktischen Vorgehensweise, seinem Umgang mit der Gruppe und außerdem das Verhalten der Schüler beobachtet.

Hinsichtlich des Lernerfolgs konnten Rosas et al. (2002) einen signifikanten Unterschied von Experimental- und interner Kontrollgruppe gegenüber der externen Kontrollgruppe feststellen. Zwischen der Experimental- und der internen Kontrollgruppe wurde hinsichtlich des Lernerfolgs kein signifikanter Unterschied festgestellt. Dieser Effekt wird von den Autoren auf den Hawthorne-Effekt zurückgeführt: „... teachers of the internal controll group were aware of the experiment, and therefore made special efforts to accomplish an adequate performance of their students, sometimes trying to ‘compete’ with achievement in the EG (experimental group, F.A.)“ (ebd., S. 89). Auch wenn somit kein positiver Effekt in der Versuchsgruppe nachgewiesen werden kann, stellen die Autoren dennoch fest, dass das eingesetzte Videospiele zumindest gleich effektiv, wie der herkömmliche Unterricht sein kann. Und das obwohl das Spiel während der Unterrichtszeit gespielt wurde und damit die Zeit für herkömmliche Unterrichtung reduziert wurde. Meiner Meinung nach wäre dieses Ergebnis auch anders ausgefallen, wenn die Lehrer in der internen Kontrollgruppe ihr Verhalten nicht modifiziert hätten. Dennoch hat das eingesetzte Lern-Computerspiel einen deutlichen Vorzug auch gegenüber der internen Kontrollgruppe: Die spielenden Schüler erreichten das gleiche Niveau wie die interne Kontrollgruppe, aber mit höherer Konzentration und Motivation sowie einer viel

1) Der Hawthorne-Effekt besagt (vereinfacht), dass Personen ihr natürliches Verhalten ändern, wenn sie wissen, dass sie Teilnehmer einer (wissenschaftlichen) Studie sind.

geringeren Belastung für den Lehrer (d.h. die Lehrer mussten weniger Anstrengungen unternehmen, die Klasse zu Aufmerksamkeit und Beteiligung zu bewegen). Aus den Beobachtungen und Lehrerberichten konnte geschlossen werden, dass das eingesetzte Spiel einen positiven Effekt auf die Motivation und das Interesse der Kinder hat (ebd.). Ein überraschendes Ergebnis war, dass nicht nur die Schüler das eingesetzte Spiel sehr leicht erlernen und bedienen konnten, sondern dass auch die Lehrer sehr schnell damit umgehen konnten und es gezielt in ihren Unterricht integrierten (ebd., S. 90). Auch die Einstellung der Lehrer gegenüber dem Spiel änderte sich, wo sie anfangs teilweise kritisch war, zu einer positiven Einschätzung.

Die Studie von Rosas et al. (2002) zeigt meiner Auffassung nach deutlich, dass ein Lern-Computerspiel einen deutlich positiven Effekt auf das Lernen und die Motivation haben kann. Während in der Studie der Effekt auf Lernen im Vergleich zu internen Kontrollgruppe eingeschränkt wird, zeigt doch der Vergleich mit der externen Kontrollgruppe und die Feststellung des Hawthorne-Effekts meiner Auffassung nach einen positiven Einfluss sowohl auf die Motivation als auch auf den Lernerfolg zwischen der Experimental- und der internen Kontrollgruppe.

Huang (2003) beschreibt ein aus meiner Sicht klassisches web-based training (WBT), bei dem Informationstexte, Abbildungen, Animationen, Aufgaben und Quiz mit interaktiven Simulationen und Visualisierungen in einer webbasierten Oberfläche verbunden sind. Inhalt sind einzelne Bereiche der menschlichen Anatomie. In der Lernumgebung können zusätzlich zahlreiche Bilder aus einer medizinischen Datenbank abgerufen werden. Auch wenn die Kombination dieser Elemente nicht mit einem Computerspiel vergleichbar ist, stellt Huang (ebd., S. 163) in seiner Evaluationsstudie fest, dass die Studierenden sowohl angeben, die Inhalte besser erlernt zu haben, als auch, dass sie mit mehr Freude gelernt haben. Diese von den befragten Studierenden geschilderten Effekte bedürfen allerdings einer näheren empirischen Überprüfung. Die Studie gibt aber einen interessanten Hinweis, dass schon klassische Multimedia-Arrangements einen positiven Effekt auf die Motivation der Studierenden haben: „Our interactive and visual teaching approach was one of the most salient features in helping a student learn physiology AND enjoy it in the process“ (ebd., S. 163).

Hochholdinger, Schaper und Sonntag (2007) haben eine Produktionsanlage zum Zweck der Störungsdiagnose und Instandsetzung in einer Simulation abgebildet, mit realen Problemstellungen in Form von Aufgaben versehen und verbinden die Simulation mit der praktischen Arbeit an einem realen Produktionsanlagen-Modell. Die Störungsdiagnose-Aufgaben werden von sechs Videos begleitet, bei denen erfahrene Experten bei einer entsprechenden Störungsdiagnose beobachtet werden können. Darüber hinaus stehen den Lernenden Lernmodule zu zwei weiteren Produktionsanlagen zur Verfügung, die aber nicht simuliert sind, sondern lediglich anhand von Lehrtexten, Abbildungen und Lehrvideos vorgestellt werden. Bei der Arbeit mit den simulationsbasierten Diagnose-Aufgaben steht den Lernern ein tutorielles System zur Verfügung, das kontext-abhängig Hilfen zur Lösung der Aufgaben bereithält. Anhand des realen Produktionsanlagen-Modells sollen die Lerner die Erkenntnisse aus der Simulation kollaborativ in kleinen Gruppen anwenden, indem auch hier Störungsdiagnosen in der Gruppe durchgeführt und diskutiert werden. In einer formativen Evaluationsstudie wurde das Arrangement mehrfach evaluiert und überar-

beitet. Im Mittelpunkt der Evaluation standen die Einschätzung von Software-Ergonomie, Oberflächengestaltung, didaktischer Gestaltung, Anwendungsbezug und motivationalem Gehalt. Interessant an den Ergebnissen ist, dass der motivationale Gehalt in vier der fünf Evaluationsphasen am höchsten bewertet wurde und auch die didaktische Gestaltung wurde nur knapp darunter und einmal darüber eingeschätzt (ebd., S. 110). Besonders auffällig ist aber, dass der Anwendungsbezug des Arrangements, trotz der praktischen Phasen am Produktionsanlagen-Modell, sehr unterschiedlich eingeschätzt wurde (ebd., S. 110). Hieraus lässt sich schließen, dass derartige Arrangements im Vergleich zu klassischen Lehrformen eine positive Beurteilung erfahren, dass der Anwendungsbezug und der Transfer auf die Praxis aber schwer ist. Für Lern-Computerspiele bedeutet dies, dass Gegenstände möglichst realitätsnah abgebildet werden sollten und zwar sowohl hinsichtlich der grafischen Repräsentation als auch der virtuellen Bedienung. Eine Ausnahme bilden dabei Lern-Computerspiele, die bewusst eine Analogie verwenden, um den Inhalt besser verständlich zu machen. Interessanterweise kommt Edward (1996) beim Vergleich einer computerbasierten Simulation mit realen Laborexperimenten, zu anderen Ergebnissen: In seiner Evaluation eines virtuellen Labors bewerten die befragten Studenten sowohl den Erwerb praktischen Wissens als auch die Verbindung von theoretischem und praktischem Wissen fast so hoch wie im realen Labor-Experiment. Dabei muss zunächst der Unterschied im Zeitpunkt der beiden Studien berücksichtigt werden. Auffällig ist aber, dass die ca. elf Jahre ältere Studie zu positiveren Ergebnissen kommt. Aus den beiden Studien lässt sich nicht erschließen, warum die ältere, technisch stark beschränkte Simulation besser bewertet wird, als die neuere Simulation. Möglicherweise hat sich in der älteren Studie der Neuartigkeitseffekt sehr deutlich im Urteil der Studierenden niedergeschlagen, auch wenn anspruchsvolle Simulationen ebenso in der Gegenwart eher selten in Lehr-/Lernkontexten eingesetzt werden und deshalb immer noch neuartig für Lernende sein dürften. Denkbar ist, dass die neuere Simulation schlechter bewertet wurde, weil aktuelle Lernanwendungen in Qualität und Realismus nicht mit kommerziellen Computer- oder Konsolenspielen mithalten können. Für Lern-Computerspiele gilt also nach dieser Interpretation, dass Kinder, Jugendliche und auch immer mehr Erwachsene erhebliche Ansprüche an ein (Lern-)Computerspiel haben, die von nicht-kommerziellen Spielen nur schwer erfüllt werden können.

Langley und Morecroft (2004) haben in einem experimentellen Design anhand einer Simulation zum Handel in der Erdöl-Industrie untersucht, welche Form von Feedback den Probanden hilft, fundiertere Entscheidungen zu treffen. Hierzu wurden map-artige Abbildungen der kausalen Zusammenhänge und aufgabenbezogene Handlungsempfehlungen in die Simulation integriert. Überraschenderweise konnten Langley und Morecroft (2004) dabei kein besseres Abschneiden der Versuchsgruppe (mit Maps und Handlungsempfehlungen) im Vergleich zur Kontrollgruppe (ohne diese Hilfen) feststellen. Lediglich verbesserte die Versuchsgruppe ihre Entscheidungen schon während der ersten zwei von sechs Durchläufen. Im vierten, fünften und sechsten Durchlauf erzielte die Kontrollgruppe aber vergleichbare Ergebnisse. Langley und Morecroft (2004) interpretieren dieses Ergebnis so, dass die Teilnehmer die beiden Hilfestellungen nur zu Beginn, als Vorabinformation, nutzten und daraus früh einfache Schlüsse für ihre Entscheidungen zogen. Für Lern-Computerspiele lässt sich daraus schließen, dass es zu Beginn des gesamten Spiels sinnvoll sein kann, eine strukturierte Übersicht über die kausalen Zusammenhänge des Spiels zu geben (z. B. in Form einer alle Level umfassenden, map-artigen Karte der „Reise des Helden“).

Klassen und Willoughby (2003), die ein Planspiel auf seine Eignung für die Lernerfolgskontrolle (Assessment) evaluiert haben, sprechen sich für die Verwendung einfacher Planspiele aus, die ein Konzept besser vermitteln als ein komplexes Spiel. Meiner Meinung nach ist es dennoch möglich, Inhalte gut mit einem komplexen Computerspiel zu vermitteln: Im Gegensatz zum Design konventioneller Lern-Planspiele oder -Simulationen entwickeln Computerspiele ihre Komplexität sukzessive. Während ein Planspiel oder eine Simulation meist mit dem vollen Umfang des abgebildeten Systems beginnt, werden die Systemelemente im Computerspiel erst nach und nach während der ersten Level eingeführt. Auch die Komplexität der Aufgaben steigt über das gesamte Spiel an, während die meisten Planspiele aus einer, sehr komplexen Aufgabe bestehen.

### **Fazit**

Die Schilderung der Studien zeigt, dass sie nur fragmentarische Erkenntnisse für die Fragestellung der Arbeit liefern, die teilweise schwer auf Computerspiele bzw. Lern-Computerspiele übertragbar sind. Zusammenfassend kann für alle beschriebenen Studien gesagt werden, dass sie tendenziell positive Auswirkungen des von ihnen betrachteten Gegenstands (z. B. Simulationen, Planspiele oder Visualisierungen) zeigen. Oft sind die Ergebnisse (bei quantitativen Studien) nicht signifikant und beinhalten eher eine positive Interpretation, die aber in den ausgewählten Studien gut begründet und nachvollziehbar ist. Kritisch muss angemerkt werden, dass die Ergebnisse oft ohne Dokumentation der Erhebungsinstrumente oder der Auswertungsmethoden dargestellt sind und daher nicht im Detail nachvollzogen werden können.

Grundsätzlich werden in den ausgewählten Studien meist positive Effekte bezüglich der Motivation, der Lerner-Beteiligung, dem Spaß am jeweiligen Lernmedium und oft auch beim Lernerfolg festgestellt (wenn auch diese Ergebnisse oft nur auf der Einschätzung der Probanden beruhen). Wie gesagt handelt es sich bei diesen Lernmedien in den betrachteten Studien meist um Planspiele, Simulationen oder interaktive Visualisierungen. Interessant dabei ist, dass schon diese nur ansatzweise mit Computerspielen vergleichbaren Lernmedien diesen positiven Effekt haben.

Die Studien fokussieren meist auf einen oder zwei Aspekte des entwickelten Mediums und stellen überwiegend fest, dass reine Formen (z. B. der Simulation) nicht genügen, um Lernen vollständig zu unterstützen. Dies stützt meine Annahme, dass eine isolierte Betrachtung und Nutzung der Aspekte Simulation, Interaktivität und Visualisierung nicht ausreichend für die Vermittlung von Lerninhalten sind. Ich bin der Auffassung, dass diese Aspekte nicht nur parallel angeboten, sondern kohärent miteinander verzahnt sein sollten. Darüber hinaus können Computerspiele, aufgrund ihrer Vielseitigkeit und ihrer Design-Prinzipien, komplexe Arrangements bilden, die Lernen hinsichtlich unterschiedlichster Prozesse unterstützen (z. B. Visualisierung von Gegenstand und Modell, Exploration und Experimentation, narrative Hinführung, Situierung, direkte Informationsbereitstellung, Formulierung von sinnvollen Aufgaben, Aktivitätsorientierung, motivierende Aufbereitung oder gestufter Schwierigkeitsgrad). Im folgenden Abschnitt möchte ich konkreter darstellen, wie diese Aspekte genutzt und wie Lern-Computerspiele gestaltet werden können.

## 4. Gestaltung von Computerspielen für Lernzwecke

Computerspiele werden schon seit längerem für Lernzwecke eingesetzt. Man kennt sie vor allem aus dem Bereich der Lernmedien für Kinder unter dem Begriff „Edutainment“. Leider mangelt es diesen Beispielen an Komplexität und Tiefe: Kritisch kann man sie als eine Aneinanderreihung von getrennten Lern- und Spieleinheiten betrachten. Im einfachsten Fall sind sie simple „Übungs-Spielchen“, die Grundrechenarten oder einfache Operationen mit Buchstaben und Wörtern trainieren. Sofern kleine Kinder Zielgruppe eines solchen Spiels sind ist diese Einfachheit sinnvoll. Auch bei älteren Kindern funktionieren einfache Spiele noch recht gut und wirken motivierend. Schon mit acht bis zehn Jahren beginnen Kinder allerdings anspruchsvollere Computer- und Konsolenspiele zu spielen (zunächst vor allem Konsolenspiele oder vergleichbare Spiele auf Portables). Spätestens dann genügen einfache Lernspiele nicht mehr den Ansprüchen der Zielgruppe. Im Jugend- und Erwachsenenalter ist es offensichtlich, dass ein herausforderndes, ansprechendes Spiel schwieriger und komplexer sein muss. Typische Beispiele aus dem Bereich „Edutainment“ können nicht mit Computerspielen oder gar mit „Lern-Computerspielen“ verglichen werden, wie ich sie in dieser Arbeit vorschlage.

Wie ich bisher gezeigt habe, sind solche Computerspiele nicht nur technisch, sondern auch von ihrer inhaltlichen Gestaltung her sehr aufwändig zu erstellen. Das folgende Kapitel befasst sich mit der Frage, wie anspruchsvolle Lern-Computerspiele entworfen und produziert werden können. Zunächst stellt sich die Frage nach den Rahmenbedingungen eines solchen Spiels und den damit verbundenen Entscheidungen im Vorfeld (4.1). Da der Schwerpunkt der Arbeit auf medientechnischen/mediendidaktischen Aspekten des Computerspiels liegt, widme ich mich in einem kürzeren Abschnitt konzeptionellen Vorentscheidungen (4.2). Schwerpunkt sind dann Überlegungen zur technischen Umsetzung eines Computerspiels für Lernzwecke (4.3).

## 4.1 Rahmenbedingungen der Gestaltung von Computerspielen für Lernzwecke

Um ein differenzierteres Bild von der Entwicklung eines Computerspiels zu Lernzwecken<sup>1</sup> zu gewinnen möchte ich zunächst ein derartiges Entwicklungs-Projekt allgemein analysieren. Für die Analyse unterscheide ich das Spiel im Zentrum des Projekts und dessen Rahmenbedingungen. Als Rahmenbedingungen betrachte ich Aspekte, die auch für andere Lehr-/Lernszenarios von Bedeutung sind, unter besonderer Berücksichtigung der Besonderheiten des Computerspiels. Ich befasse mich dabei gezielt mit ausgewählten Aspekten, da eine umfassende Darstellung aller Rahmenbedingungen eines Lernarrangements zu umfangreich wäre und in der wissenschaftlichen Literatur bereits ausführlich behandelt worden ist. Neben diesen Rahmenbedingungen möchte ich eine zentrale Unterscheidung in der Betrachtung eines Computerspiels einführen, die bereits mehrfach erwähnt wurde: Die Unterscheidung der Spielstruktur im Gegensatz zur Programm- und Ein-/ Ausgabe-Struktur (Program- und I/O-Struktur), die ich unter „technische Struktur“ zusammenfasse. Die folgenden Abschnitte orientieren sich dann an dieser Aufteilung.

### Analyse des Projekts

Wie ich in Abschnitt 2.2 dargestellt habe, beinhalten Computerspiele eine Vielzahl von Besonderheiten, die auch bei der Gestaltung eines Lern-Computerspiels berücksichtigt werden sollten.

Grundsätzlich sind Fragen der Gestaltung von Lernumgebungen und Fragen der Gestaltung eines Computerspiels abzuwägen. Ich empfehle zwar mediendiaktische/-psychologische Erkenntnisse zu berücksichtigen, aber dennoch dem Gamedesign Priorität einzuräumen. Wenn von Computer-



Abbildung 4/1: Verhältnis von Didaktik und Gameplay

spielen positive Effekte erwartet werden ist es zwingend erforderlich ein Lern-Computerspiel konsequent nach den Gestaltungsprinzipien eines Computerspiels zu entwerfen. Im anderen Fall würde eine um Spielprinzipien erweiterte Lernumgebung entstehen. Natürlich kann auch das Ziel eines Projekts sein. **Die erste, wesentliche Entscheidung ist also, ob eine Lernumgebung mit spielerischen Elementen oder die Vermittlung von Inhalten in Form eines Computerspiels beabsichtigt ist.** Ich befasse mich aber im Weiteren mit der Integration von Lerninhalten in Computerspiele, woraus die Dominanz des Gamedesigns resultiert.

1) Ich verwende im Weiteren anstelle von „Computerspiel zu Lernzwecken“ die einfachere Bezeichnung „Lern-Computerspiel“, da sie den Lesefluss weniger stört. Beide stellen keine zufriedenstellende Bezeichnung für ein derartiges Spiel dar.

Welches Setting sollte für den Einsatz von Computerspielen gewählt werden?

Computerspiele werden überwiegend in der Freizeit, mit Freunden und im privaten Bereich konsumiert. Um ein Computerspiel erfolgreich für das Lernen einzusetzen, sollten diese Umstände berücksichtigt werden. Auf dieser Grundlage lässt sich, als ein Pol, ein Setting charakterisieren, das informelles, selbstgesteuertes und kooperatives („kollegiales“) Lernen fördert. Auf der

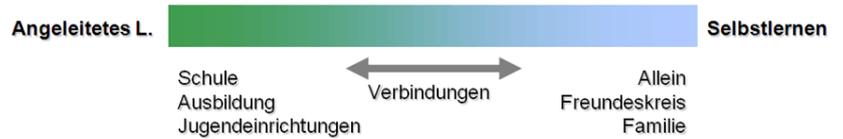


Abbildung 4/2: Settings für den Einsatz von Lerncomputerspielen

anderen Seite dürften Computerspiele durchaus geeignet sein, auch Lernen in Schule, Hochschule sowie Aus- und Weiterbildung zu verändern. Als Gegenpol stünde demnach ein Setting, das sich als institutional und angeleitet (aber dennoch mit kooperativen Lernformen) beschreiben ließe. Ein Computerspiel als Selbstlernmedium sollte aber die fehlende Anleitung und Betreuung kompensieren. Ein Computerspiel kann die beiden Pole auch verbinden: Als Übungsmedium über den Unterricht hinaus wird es zuhause und in der Freizeit genutzt. Im Idealfall hat es eine so hohe Attraktivität, dass es mit Freunden oder allein gerne gespielt wird. Kommerzielle Spiele bieten in der Regel eine einfache Nutzbarkeit, eine gestufte Einführung in die Inhalte des Spiels und eine Anleitung in die Nutzung des Spiels. Ein Computerspiel kann unterschiedlich komplexe Inhalte transportieren (s.u.), die es teilweise sehr schwer machen, alle erforderlichen Kenntnisse im Spiel zu vermitteln. **Die zweite Entscheidung ist also, ob das Spiel als Selbstlernmedium oder als Medium in einem begleiteten Kontext eingesetzt werden soll.** Im ersten Fall muss der Inhalt entweder weniger umfangreich oder oberflächlicher sein, im zweiten Fall kann erforderliches Wissen begleitend vermittelt werden.

Nach einer groben Festlegung eines konkreten Inhalts sollte dieser auf seine Umsetzbarkeit im Computerspiel geprüft werden: Computerspiele sind interaktiv, weshalb auch die Inhalte so aufbereitet werden sollten, dass sie im Spiel aktiv erworben oder angewendet werden können.

Mit einfachen Spielkonzepten können Computerspiele das Memorieren von konkreten Fakten durch Wiederholung erleichtern (z. B. Vokabeln). Allerdings zeigen zahlreiche Beispiele aus dem



Abbildung 4/3: Umfang des zu vermittelnden Inhalts

Bereich des Edutainment, dass dieser Ansatz nicht besonders befriedigend ist. Spannender ist die Frage, wie Computerspiele den Wissenserwerb und die Wissensanwendung komplexerer Inhalte unterstützen können. Erforderliches Wissen kann dabei in anderer Form, z.B. in Unterrichtssituationen oder Begleitmaterialien, bereitgestellt oder aber direkt in das Spiel integriert werden. Dabei ist aber zu beachten, dass Informationen im Spiel sehr gezielt ausgewählt und gut eingebettet sein sollten. Beispielweise können Wirtschaftssimulationen reale Systeme abbilden und im Spiel Kenntnisse darüber anwendbar machen. Für die Vermittlung von größeren Informationseinheiten bieten sich auch Prinzipien von Adventure-Spielen an: Sie können umfangreichere Wissensgebiete in Form einer Wissenslandkarte darstellen, eine explorative Erkundung des Themengebiets anregen und die Aneignung durch Segmentierung strukturieren. Weniger umfangreiche Inhalte (z.B. „Der Weg eines Gesetzes“) erfordern weniger Informationen, die leichter im Spiel integriert werden können. Größere Themengebiete (z.B. „Die Geschichte Deutschlands“) müssen ent-

weder sehr oberflächlich bleiben oder erfordern ein Spielprinzip, das die umfangreichen Informationen aufgreift und ein Konzept haben, wie die Informationen vermittelt werden. Hier ist die Gefahr groß, lange Texte in Zwischensequenzen einzubetten und den Spielfluss damit regelmässig zu unterbrechen. **Die dritte Entscheidung ist also, wie umfangreich der zu vermittelnde Inhalt ist und in welcher Form das erforderliche Wissen vermittelt wird.** Bei umfangreichen Inhalten ist es sinnvoller Hintergrundwissen parallel zu vermitteln und ein Spielkonzept zu schaffen, das die Wissensanwendung fördert oder besser „herausfordert“.

Ein stark handlungs- und problemorientierter Ansatz der Wissensanwendung ist es, wenn Computerspiele Aufgaben und Probleme transportieren, für die das zu lernende Wissen relevant ist. Sie können damit die Aufnahme, Wiederholung und Vertiefung von Wissen anregen. Strategiespiele können in analoger Weise sehr spezielle Inhalte vermitteln: In der Mikrosystemtechnik an der TU München haben wir ein Konzept entwickelt, bei dem Studierenden die Kombination von Materialien und Herstellungsprozessen in Form eines Strategie-



Abbildung 4/4: Lernziele in Computerspielen

spiels üben können (vgl. Kapitel 6). Hier wurde die Anwendung des Gelernten explizit als Lernziel festgelegt. Da an der TU München mehrere Angebote (inkl. eines Lehrbuchs) für die Vermittlung der Inhalte vorhanden waren, konnte auf umfangreiche Informationen im Spiel verzichtet werden. Dieses Beispiel bildet einen Pol auf dem hier gezeichneten Kontinuum ab, bei dem nur die ständig wichtigen Informationen in das Spiel eingebettet sind und sich der Spieler überwiegend mit der Wissensanwendung befasst. Der Gegenpol ist ein Spiel, das die Anwendung sehr simpler Inhalte (wie Vokabeln) trainiert: Hier kann der Inhalt komplett im Spiel abgebildet und geübt werden. Zwischen diesen beiden Polen sind Spiele denkbar, die mehr Informationen beinhalten und diese mit einem einfachen Spielprinzip (Training/Übung) oder mit einem aufwändigeren Spielprinzip (Wissensvermittlung) verbinden. Ein gutes Beispiel wäre ein Adventure, auf dessen Wissenslandkarte der Spieler die Informationen sukzessive entdeckt, lernt und sie in einfachen oder komplexen „Rätseln“ anwendet. Grundsätzlich sollten aktivierende Ziele verfolgt werden, da Computerspiele sich durch die Aktivität des Spielers auszeichnen (vgl. 2.2). **Die vierte Entscheidung ist also, welche Lernziele mit dem Spiel erreicht werden sollen: Wissen einüben, Wissen vermitteln oder Wissen anwenden?** Die jeweiligen Computerspiel-Genres eignen sich in unterschiedlicher Weise für diese Lernziele.

Die Spielprinzipien der einzelnen Genres sind unterschiedlich komplex (vgl. 3.1). Gelegenheitsspiele und Ego-Shooter verlangen vom Spieler mehr die Perfektionierung überschaubarer Handlungen. In Adventure- und Rollenspielen sind Erkundung und das Erledigen von vielen einfacheren Aufgaben vorherrschend. Sie bieten aber schon mehr Möglichkeiten Inhalte zu vermitteln (z.B. über Narration, Spielwelt und Aufgaben). Strategiespiele und Simulationen können komplexe Systeme erfahrbar machen, bieten aber unterschiedlich gute Möglichkeiten Inhalte zu vermitteln.

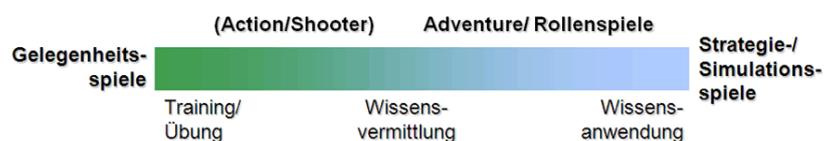


Abbildung 4/5: Die Auswahl eines Genres

Um ein Genre für ein Lern-Computerspiel auszuwählen, muss man die jeweiligen Spielprinzipien sehr genau kennen und feststellen, mit welchem Spielprinzip sich der Inhalt am Besten vermitteln lässt. Möglich ist es auch verschiedene Genres zu kombinieren (Genre-Mix). Hierbei muss aber genau geprüft werden, ob die vermischten Genre-Elemente wieder ein kohärentes Spiel ergeben oder ob sie sich gegenseitig stören. **Die Auswahl des Genres ist eine der zentralen Entscheidungen, wie ein Inhalt als Computerspiel umgesetzt werden soll.** Die unterschiedlichen Genres zeichnen sich durch ihre unterschiedlichen Spielprinzipien aus, die maßgeblich für den Erfolg des Spiels sind (aus diesem Grund widmete sich Abschnitt 2.2.2 gesondert diesem Thema.)

Neben diesen inhaltlichen und konzeptionellen Vorüberlegungen müssen auch technische Entscheidung frühzeitig getroffen werden. Angefangen beim Handy, über portable Konsolen wie Playstation Portable oder Gameboy, zu Konsolen für den Anschluss an Fernsehgeräte (GameCube, Playstation, X-Box), hin zum PC oder internetbasierten Spielen. Bei der Auswahl einer geeigneten Plattform sind sowohl die Verbreitung in der Zielgruppe, als auch die technischen Anforderungen bei der Realisierung des Lernangebots zu prüfen. Während das Vorhandensein der Plattform in der Zielgruppe relativ leicht zu schätzen ist, muss

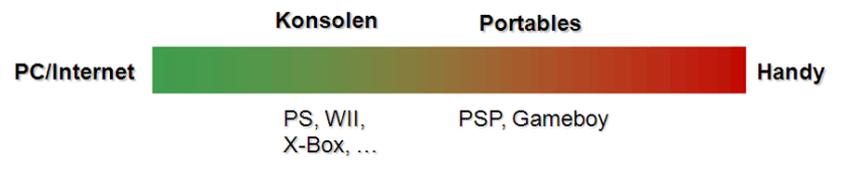


Abbildung 4/6: Die Auswahl einer Plattform

bei den technischen Anforderung die Komplexität der Inhalte berücksichtigt werden. Handys und Konsolen besitzen eingeschränkte Interaktionsmöglichkeiten und eignen sich tendenziell weniger für komplexe Konzepte und Spielgenres. Handyspiele sind zudem aufwändiger zu entwickeln, da das Spiel für unterschiedliche Gerätetypen umgesetzt werden muss. Konsolen und Portables erfordern spezielle, herstellereigenspezifische Entwicklungsumgebungen, die sehr teuer sein können. PC und PC-basierte Internet-Spiele bieten umfangreichere Möglichkeiten Inhalte umzusetzen. Vom Pol „PC/Internet“ zum Pol „Handy“ nehmen der technische Aufwand und die Beschränkungen der Plattform zu. Die Kosten hängen dabei von Komplexität, Umfang und Grafikqualität ab. Ein kommerzielles PC-Spiel kostet wesentlich mehr als ein Handy-Spiel, wohingegen ein PC-Spiel mit einigen Abstrichen günstiger und flexibler entwickelt werden kann als professionelles Handy-Spiel. **Die Auswahl der Plattform und der Qualität des Spiels entscheiden maßgeblich über die Realisierbarkeit, den Aufwand und die Kosten.** Einerseits sollte bei der Wahl berücksichtigt werden, welche Plattform für die Zielgruppe am Besten geeignet ist. Andererseits werden die Möglichkeiten wahrscheinlich oft durch begrenzte Ressourcen eingeschränkt sein.

PC und Internet haben eine sehr große Verbreitung: Sie sind nicht nur bei unterschiedlichsten Zielgruppen „zu Hause“, sondern auch in den meisten Bildungseinrichtungen verbreitet. Aus diesem Grund gehe ich vor allem auf die Möglichkeiten der Produktion von PC-Spielen ein. Sie ermöglichen durch spezielle Funktionen auch die Nutzung über das Internet mit mehreren Spielern an verschiedenen Orten. Reine Internetspiele, die nur über den Browser gespielt werden, können wiederum aufwändiger zu entwickeln sein und erfordern spezifisches Fachwissen.

Die einfachste Möglichkeit ein Computerspiel für Lernzwecke zu entwickeln ist die Verwendung eines bestehenden, kommerziellen Spiels. Leider wird in den meisten Fällen kein geeigneter Titel auf dem Markt sein. Einerseits ist es für viele Themen schwer einen inhaltlich passenden Titel zu finden. Andererseits liegt der Wahrheitsanspruch, z.B. bei historischen Spielen, zumeist sehr niedrig, weshalb man ein solches Spiel mit vielen Richtigstellungen begleiten müsste. Dennoch könnte ein unverändertes, kommerzielles

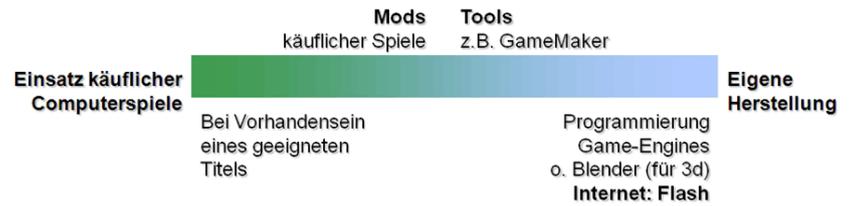


Abbildung 4/7: Produktionsmöglichkeiten für PC- und Internetspiele

Spiel zumindest Motivationszwecken dienen. Der Gegenpol ist die eigene Herstellung des Spiels in einer spielunabhängigen Programmiersprache: Dies wird für aufwändige, z.B. JAVA-basierte Internetspiele erforderlich sein. Prinzipiell können aber auch PC-, Konsolen- und Portable-Spiele in einer solchen Sprache entwickelt werden. Weniger aufwändig ist die Verwendung von Tools und Game-Engines. Die einfachste Variante ist es, ein bestehendes Computerspiel anhand eines so genannten „Mods“ (von engl. für „Modifikation“) für den jeweiligen Zweck umzuarbeiten. Auch wenn derartige Mods umfangreiche Änderungen am Spiel erlauben, erfordert dies ebenfalls ein gewisses Fachwissen und setzt das Vorhandensein eines prinzipiell geeigneten Titels voraus. Inzwischen gibt es einfachere Tools (z.B. GameMaker oder Blender), die einfacher zu benutzen sind und die Erstellung anspruchsvoller Computerspiele erlauben. Allerdings schränken die einfach zu bedienenden Funktionen die Möglichkeiten stark ein, für aufwändigere Spiele sind wiederum Fachkenntnisse und viel Zeit erforderlich. Sie ermöglichen es aber dennoch ein Spiel mit geringerem Fachwissen und niedrigeren Kosten zu realisieren. Die Qualität kann in diesen Fällen natürlich nicht mit kommerziellen Spielen verglichen werden. Game-Engines sind sehr umfangreiche Entwicklungsumgebungen für Computerspiele, die schwerer als Tools zu bedienen sind, aber mehr Unterstützung bieten, als eine spielunabhängige Programmiersprache. Für Browser basierte Internet-Spiele auf Basis von Vektorgrafik eignet sich Flash als Entwicklungsumgebung. Flash ist einfacher zu nutzen als die Programmierung mittels Websprachen (z.B. JAVA), erfordert aber bei komplexeren Spielen wiederum gute Fachkenntnisse. Ein generelles Problem der Erstellung eines anspruchsvollen Spiels ist die Grafik: Ein ansprechendes Spiel erfordert sehr viele aufwändige Grafiken oder 3d-Modelle, die (in professioneller Ästhetik) schwer zu erstellen sind. **Die Menge der vorhandenen Ressourcen, Zeit und qualifizierter Mitarbeiter entscheidet stark über die Realisierbarkeit und Qualität eines (Lern-) Computerspiels.** Mit einfachen Tools können günstige Spiele mit niedriger Qualität erstellt werden. Für umfangreichere, komplexe Spiele mit einer akzeptablen Qualität müssen mehrere zehntausend bis mehrere hunderttausend Euro veranschlagt werden.

Es zeigt sich, dass der Einsatz von Computerspielen einige Anforderungen stellt und mit einem hohen Aufwand verbunden ist. Die obenstehende Analyse der Rahmenbedingungen hat einige grundsätzliche Fragen der Entwicklung eines Lern-Computerspiels aufgeworfen. Neben den Rahmenbindungen müssen aber auch viele Überlegungen für das Spiel selbst angestellt werden.

Tabelle 4/1: Zusammenfassung der Rahmenbedingungen für die Entwicklung von Lern-Computerspielen

<p><b>Gestaltung von Lernumgebungen</b> mediendidaktisch/ medienpsychologisch</p> <p><b>Gestaltung von Computerspielen</b> Gamedesign</p>	<p>Soll eine Lernumgebung mit spielerischen Elementen oder die Vermittlung von Inhalten in Form eines Computerspiels umgesetzt werden?</p>
<p><b>Angeleitetes L.</b> <b>Selbstlernen</b> </p> <p>Schule Ausbildung Jugendeinrichtungen <span style="margin-left: 100px;">Verbindungen</span> <span style="margin-left: 100px;">Allein Freundeskreis Familie</span></p>	<p>Soll das Spiel als Selbstlernmedium oder als Medium in einem begleiteten Kontext eingesetzt werden?</p>
<p><b>Wenige Informationen</b> <b>Umfangreiche Inhalte</b> </p> <p>„Der Bundespräsident“ „Weg eines Gesetzes“ <span style="margin-left: 100px;">Demokratie Geschichte Deutschlands</span></p>	<p>Wie umfangreich ist der zu vermittelnde Inhalt und in welcher Form soll das erforderliche Wissen vermittelt werden.</p>
<p><b>Training/Übung</b> <b>Wissensanwendung</b> </p> <p>Edutainment <span style="margin-left: 100px;">Wissensvermittlung</span> <span style="margin-left: 100px;">Planspiel, Simulation</span></p>	<p>Welche Lernziele sollen mit dem Spiel erreicht werden: Wissen einüben, Wissen vermitteln oder Wissen anwenden?</p>
<p><b>Gelegenheitsspiele</b> <b>Strategie-/Simulationsspiele</b> </p> <p>(Action/Shooter) Adventure/Rollenspiele <span style="margin-left: 100px;">Wissensanwendung</span></p> <p>Training/Übung <span style="margin-left: 100px;">Wissensvermittlung</span></p>	<p>In Form welches Genres oder Genre-Mixes soll der Inhalt umgesetzt werden?</p>
<p><b>PC/Internet</b> <b>Handy</b> </p> <p>Konsolen <span style="margin-left: 100px;">Portables</span></p> <p>PS, Wii, X-Box, ... <span style="margin-left: 100px;">PSP, Gameboy</span></p>	<p>Auf welcher Plattform soll das Spiel produziert werden?</p>
<p><b>Einsatz käuflicher Computerspiele</b> <b>Eigene Herstellung</b> </p> <p>Bei Vorhandensein eines geeigneten Titels <span style="margin-left: 100px;">Mods käuflicher Spiele</span> <span style="margin-left: 100px;">Tools z.B. GameMaker</span></p> <p>Programmierung Game-Engines o. Blender (für 3d)   Internet: Flash</p>	<p>Welche Ressourcen stehen zur Verfügung und mit welchen Mitteln kann das Spiel produziert werden?</p>

**Komponenten des Spiels: Spiel- und Technik-Struktur**

Um ein Computerspiel zu entwickeln ist eine genaue Kenntnis seines Aufbaus wichtig. Natürlich unterscheiden sich Computerspiele teilweise stark von einander. Dennoch war es ein frühes Ziel meiner Arbeit eine allgemeine Beschreibung von Computerspielen zu erstellen. Beim ersten Versuch der induktiven Kategorisierung von Computerspiel-Elementen stellte ich fest, dass die wahrnehmbaren Elemente des Computerspiels nie eindeutig von einander abgrenzbar waren (vgl. Abschnitt. 2.3). Nach diversen Überarbeitungen des ersten Inventars hin zum OOPIO-Modell blieb immer die Frage offen, wie die Bestandteile Eingabe, Ausgabe und Programm mit dem eigentlich wahrnehmbaren Spiel verbunden sind. Die einzige Verbindung zwischen dem wahrnehmbaren Spiel und seinen technischen Komponenten ist der Teil des Programms, der die Spielwelt abbildet. Ich habe das „Modell der Spielwelt“ deswegen als eigenen Teil im OOPIO-Modell hervorgehoben. Allerdings ist diese Verbindung sehr abstrakt: Sie besteht nur aus den Klassen und Objekten, Variablen und Konstanten und aus Kontrollstrukturen. Die wesentliche Erkenntnis ist, dass das wahrnehmbare Spiel nur diese wenigen, abstrakten Verbindungen zum technischen

Aufbau hat. Mit den Komponenten des Modells der Spielwelt kann technisch jedes Spiel realisiert werden. Um ein Spiel zu beschreiben, muss man folglich „nur“ sein Modell der Spielwelt abbilden (das aber bei komplexen Spielen sehr umfangreich ist). Letztlich wird das Spiel durch die grafische Ausgabe der Spielwelt und der Objekte des Spielmodells sichtbar.

Diese Trennung der Struktur des Spieles und der technischen Struktur ist sehr wichtig. Die Struktur des Spieles zeichnet sich durch das Spielprinzip, das Thema, die Regeln und die Aufgaben aus. Alle hierfür erforderlichen konkreten Festlegungen schlagen sich in der technischen Struktur nur in abstrakter Form nieder (als Klassen und Objekte, Variablen und Konstanten und als Kontrollstrukturen). Wenn man ein Spiel beschreiben möchte, muss man sowohl sein „Spielmodell“, als auch seinen technischen Aufbau beschreiben. Das hier entwickelte OOPIO-Modell ist ein allgemeines Modell des technischen Aufbaus von Computerspielen. Für jedes einzelne konkrete Computerspiel kann es präzisiert werden und muss um das Modell der Spielwelt ergänzt werden.

Die Unterscheidung von Spielstruktur und technischer Struktur geht auf Crawford (1982) zurück. Crawford unterscheidet „I/O structure“, „game structure“ und „program structure“. Ich fasse „I/O-“ und „program structure“ unter „technischer Struktur“ zusammen, um den Unterschied zwischen dem wahrnehmbaren Spiel und der technischen Umsetzung zu betonen. Die Unterscheidung von „program-“ und „I/O structure“ hat sich im (technischen) OOPIO-Modell zur Unterscheidung der technischen Komponenten bewährt. Crawford erläutert die drei Komponenten wie folgt:

„Your primary goal in the design phase is to create the outlines of three interdependent structures: the I/O structure, the game structure and the program structure. The I/O structure is the system that communicates information between the computer and the player. The game structure is the internal architecture of causal relationships that define the obstacles the player must overcome in the course of the game. The program structure is the organization of mainline code, subroutines, interrupts, and data that make up the entire program.“ (Crawford, 1982, S. 52)

Ich halte die Trennung von Spielstruktur und technischer Struktur für den Entwurf und die Realisierung eines Lern-Computerspiels für sehr wichtig.

Dieser Trennung folgen auch die beiden folgenden Abschnitte zur Gestaltung und Produktion von Computerspielen. Abschnitt 4.2 befasst sich mit der Spielstruktur eines Lern-Computerspiels. Hierzu gehören didaktische Entscheidungen zu Inhalt und Lernzielen, sowie konzeptionelle Entscheidungen seitens des Gamedesigns.

Der Schwerpunkt liegt aber auf Abschnitt 4.3, auf der technischen Realisierung eines Lern-Computerspiels anhand des OOPIO-Modells und den didaktischen Erkenntnissen zu Simulationen, Visualisierung und Interaktivität. Diese Gewichtung ergibt sich daraus, dass sich meine Arbeit mehr mit den technischen und mediendidaktischen Aspekten eines Lern-Computerspiels befasst. Die Arbeit meiner Projekt-Kollegin Carolin Dehne befasst sich ergänzend mit der Verbindung von Spiel und Lernen allgemein, den didaktischen Rahmenbedingungen und der Spielstruktur im Besonderen (vgl. Dehne, in Vorbereitung).

## 4.2 Gamestructure: Didaktische und designorientierte Vorentscheidungen

Auch wenn sich das Kapitel mit der technischen Umsetzung befasst, müssen einige Vorüberlegungen bezüglich des konkreten Spiels (game structure) angestellt werden. Jedes Computerspiel hat ein Thema, einen Inhalt, mit dem sich der Spieler befasst. Während kommerzielle Spiele besonders interessante oder beliebte Themen zum Inhalt haben, soll in einem Lerncomputerspiel ein bestimmter Lerninhalt vermittelt werden. Dabei muss überlegt werden, welche Lernziele mit einem Computerspiel erreicht werden können, sei es direkt oder indirekt. Wie ich bereits mehrfach betont habe, ist es sehr wichtig, das Spiel dann nicht um den Inhalt „herum zu bauen“, sondern zunächst ein gutes Spielprinzip zu entwickeln. Hierfür muss überlegt werden, welches Genre ein geeignetes Spielprinzip aufweist, mit dem sich der Inhalt vermitteln lässt. Generell müssen die Inhalte geschickt in das Spielprinzip integriert werden und nicht umgekehrt! Das Genre Simulation bildet hier eine Ausnahme: Hier können Inhalte direkt abgebildet werden. Es besteht aber die Gefahr eine konventionelle Simulation, wie sie in Lernkontexten bereits bekannt ist, zu entwickeln. Man sollte also genauer prüfen, ob der Inhalt selbst interessant genug ist um als Simulation Interesse zu erzeugen. Für alle Lern-Computerspiele gilt es (unabhängig vom Genre), die Besonderheiten des Computerspiels zu berücksichtigen, um nicht ein langweiliges oder schlecht funktionierendes Lernspiel zu entwickeln.

### **Inhalt und Lernziele**

Welche (Lern-)Inhalte lassen sich in einem Computerspiel umsetzen? Die Vielfalt der Spiele auf dem kommerziellen Markt zeigt, dass ein Computerspiel grundsätzlich jedes Thema transportieren kann. Da ein Computerspiel „nur“ ein sehr aufwändiges Programm ist, das reale oder fiktive Systeme logisch und grafisch abbilden kann, ist das nicht weiter verwunderlich. Somit können auch beliebige Lerninhalte in ein Computerspiel integriert werden. Sehr einfach ist es reale Systeme, Gegenstände und technische Systeme bzw. Maschinen in Simulationen abzubilden. Auch abstraktere soziale Systeme können leicht in Entscheidungssimulationen (als Strategiespiel) abgebildet werden. Ein Inhalt ist umso schwerer abzubilden, je abstrakter er ist: So sind beispielsweise physikalische oder chemische Prozesse auf atomarer Ebene grundsätzlich schwerer zu verstehen und abzubilden und somit auch schwerer in einem Computerspiel umsetzbar. In solchen Fällen müssen wahrscheinlich Metaphern oder Analogien gefunden werden, die eine Umsetzung ermöglichen.

Für jeden Inhalt, unabhängig von seiner Abstraktheit, sind unterschiedliche Lernziele möglich. Die Auswahl der Lernziele hat bei der Gestaltung eines Lern-Computerspiels größte Bedeutung: Da sich Computerspiele durch ihre Interaktivität und ständige Aktivität des Spielers auszeichnen, müssen handlungsorientierte Lernziele ausgewählt werden. Andernfalls ist die Gefahr groß ein sehr langweiliges Lern-Computerspiel zu entwickeln. Wie ich in Abschnitt 4.1 bereits erläutert habe, sind im Computerspiel sowohl die Übung einfacher Inhalte, die Vermittlung von Wissen und besonders die Anwendung von Wissen möglich. Es ist aber schwerer, einfache „Übungs-Spielchen“ motivierend zu gestalten. Die Wissensvermittlung

kann nur in einem begrenzten Umfang erfolgen, da das Spiel sonst von passiven Rezeptionsphasen dominiert würde. Am sinnvollsten ist es, die Wissensanwendung in den Mittelpunkt zu stellen. Auf diese Weise fördert das Spiel direkt Anwendung und Transfer und somit die Elaboration des erworbenen Wissens. Indirekt macht die Anwendung des Gelernten Prozesse des Erinnerns, Reflektierens, Wiederholens, Evaluierens und Vertiefens von Wissen und Information erforderlich. Um zu verdeutlichen, welche Lernziele meiner Meinung nach mit Computerspielen direkt und indirekt erreicht werden könnten bzw. verfolgt werden sollten, möchte ich Blooms Lernzieltaxonomie, überarbeitet von Anderson und Krathwohl, heranziehen (ausführliche Darstellung in Anderson & Krathwohl, 2001; für einen Überblick vgl. Krathwohl, 2002). Die Taxonomie zeichnet durch eine differenzierte Darstellung von Wissensdimensionen und kognitiven Prozessen aus. Tabelle 4/1 zeigt eine Übersicht der Taxonomie.

Tabelle 4/2: Überarbeitete Taxonomie von Bloom (nach Anderson & Krathwohl, 2001, S. 28)

The Cognitive Process Dimension						
Knowledge Dimension	1. Remember	2. Understand	3. Apply	4. Analyse	5. Evaluate	6. Create
A. Factual Knowledge						
B. Conceptual Knowledge						
C. Procedural Knowledge						
D. Metacognitive Knowledge						

Für jede der vier Wissensdimensionen können sechs stets gleiche kognitive Prozesse unterschieden werden. Diese Dimensionen und Prozesse sind noch weiter unterteilt (s. Abb. 4/8 und 4/9).

MAJOR TYPES AND SUBTYPES	EXAMPLES
<b>A. FACTUAL KNOWLEDGE</b> —The basic elements students must know to be acquainted with a discipline or solve problems in it	
<b>AA.</b> Knowledge of terminology	Technical vocabulary, musical symbols
<b>AB.</b> Knowledge of specific details and elements	Major natural resources, reliable sources of information
<b>B. CONCEPTUAL KNOWLEDGE</b> —The interrelationships among the basic elements within a larger structure that enable them to function together	
<b>BA.</b> Knowledge of classifications and categories	Periods of geological time, forms of business ownership
<b>BB.</b> Knowledge of principles and generalizations	Pythagorean theorem, law of supply and demand
<b>BC.</b> Knowledge of theories, models, and structures	Theory of evolution, structure of Congress
<b>C. PROCEDURAL KNOWLEDGE</b> —How to do something, methods of inquiry, and criteria for using skills, algorithms, techniques, and methods	
<b>CA.</b> Knowledge of subject-specific skills and algorithms	Skills used in painting with watercolors, whole-number division algorithm
<b>CB.</b> Knowledge of subject-specific techniques and methods	Interviewing techniques, scientific method
<b>CC.</b> Knowledge of criteria for determining when to use appropriate procedures	Criteria used to determine when to apply a procedure involving Newton's second law, criteria used to judge the feasibility of using a particular method to estimate business costs
<b>D. METACOGNITIVE KNOWLEDGE</b> —Knowledge of cognition in general as well as awareness and knowledge of one's own cognition	
<b>DA.</b> Strategic knowledge	Knowledge of outlining as a means of capturing the structure of a unit of subject matter in a textbook, knowledge of the use of heuristics
<b>DB.</b> Knowledge about cognitive tasks, including appropriate contextual and conditional knowledge	Knowledge of the types of tests particular teachers administer, knowledge of the cognitive demands of different tasks
<b>DC.</b> Self-knowledge	Knowledge that critiquing essays is a personal strength, whereas writing essays is a personal weakness; awareness of one's own knowledge level

Abbildung 4/8: Wissensdimensionen (Anderson & Krathwohl, 2001, S. 29)

PROCESS CATEGORIES	COGNITIVE PROCESSES AND EXAMPLES
<b>1. REMEMBER</b> —Retrieve relevant knowledge from long-term memory.	
1.1 RECOGNIZING	(e.g., Recognize the dates of important events in U.S. history)
1.2 RECALLING	(e.g., Recall the dates of important events in U.S. history)
<b>2. UNDERSTAND</b> —Construct meaning from instructional messages, including oral, written, and graphic communication.	
2.1 INTERPRETING	(e.g., Paraphrase important speeches and documents)
2.2 EXEMPLIFYING	(e.g., Give examples of various artistic painting styles)
2.3 CLASSIFYING	(e.g., Classify observed or described cases of mental disorders)
2.4 SUMMARIZING	(e.g., Write a short summary of the events portrayed on videotapes)
2.5 INFERRING	(e.g., In learning a foreign language, infer grammatical principles from examples)
2.6 COMPARING	(e.g., Compare historical events to contemporary situations)
2.7 EXPLAINING	(e.g., Explain the causes of important eighteenth-century events in France)
<b>3. APPLY</b> —Carry out or use a procedure in a given situation.	
3.1 EXECUTING	(e.g., Divide one whole number by another whole number, both with multiple digits)
3.2 IMPLEMENTING	(e.g., Determine in which situations Newton's second law is appropriate)
<b>4. ANALYZE</b> —Break material into constituent parts and determine how parts relate to one another and to an overall structure or purpose.	
4.1 DIFFERENTIATING	(e.g., Distinguish between relevant and irrelevant numbers in a mathematical word problem)
4.2 ORGANIZING	(e.g., Structure evidence in a historical description into evidence for and against a particular historical explanation)
4.3 ATTRIBUTING	(e.g., Determine the point of view of the author of an essay in terms of his or her political perspective)
<b>5. EVALUATE</b> —Make judgments based on criteria and standards.	
5.1 CHECKING	(e.g., Determine whether a scientist's conclusions follow from observed data)
5.2 CRITIQUIING	(e.g., Judge which of two methods is the best way to solve a given problem)
<b>6. CREATE</b> —Put elements together to form a coherent or functional whole; reorganize elements into a new pattern or structure.	
6.1 GENERATING	(e.g., Generate hypotheses to account for an observed phenomenon)
6.2 PLANNING	(e.g., Plan a research paper on a given historical topic)
6.3 PRODUCING	(e.g., Build habitats for certain species for certain purposes)

Abbildung 4/9: Kognitive Prozesse (Anderson & Krathwohl, 2001, S. 29)

Generell ist es möglich, alle dieser Wissensarten und alle dieser kognitiven Prozesse in einem Lern-Computerspiel zu implementieren. Es muss nur ein Spielprinzip gefunden werden, das die entsprechenden Leistungen erfordert. Ich spreche mich aber für die Bevorzugung der Anwendung (Apply) prozeduralen Wissens (Procedural Knowledge) aus. Hierfür sprechen meiner Meinung nach drei Dinge:

Computerspiele zeichnen sich durch (Inter-)Aktivität aus. Die Lernziele sollten daher handlungsorientiert sein, damit das Spiel sinnvolle Handlungen fordert, die es dem Spieler ermöglichen sich aktiv mit den Inhalten zu befassen. Sofern Wissen vermittelt werden soll, stehen die Handlungen trotzdem im Mittelpunkt und die Wissensvermittlung kann handlungsbegleitend in das Spielprinzip eingebettet werden.

Computerspiele geben dem Spieler stets eine interessante Aufgabe. Die Lernziele sollten daher problemorientiert sein, damit das Spiel sinnvolle Aufgaben bereit hält, die es dem Spieler ermöglichen sich mit konkreten Fragen und Problemen des Inhalts zu beschäftigen. Die Aufgaben sind die Grundlage für sinnvolle Handlungen im Spiel, sie geben dem Spieler einen Grund bestimmte Handlungen auszuführen.

In Computerspielen wird nicht nur „geklickt“ und „geballert“. Von einigen reinen Action-Spielen abgesehen, muss der Spieler in den meisten Computerspielen Wissen über die Welt und die Spielobjekte erwerben und Taktiken und Strategien entwickeln. Ein handlungs- und problemorientiertes Lern-Computerspiel erfordert vom Spieler ebenso Fakten- und Konzept-Wissen (A+ B in Tab. 4/1) zu erinnern und zu

verstehen (1+2 in Tab. 4/1), um die Aufgaben im Spiel bewältigen zu können. Anhand der gestellten Aufgaben und der vom Spieler/Lerner entwickelten Lösungen kann Fakten-, Konzept- und Prozeduren-Wissen (A, B, C) analysiert und evaluiert werden (4+5). Je nach Spielkonzept kann besonders die Kreation („create“) im Vordergrund stehen, wenn Hypothesen aufgestellt, Pläne entwickelt und umgesetzt werden müssen (vgl. Abb. 4/9). Lediglich metakognitives Wissen (D) wird in den meisten Fällen weniger angesprochen werden. Dennoch ist es denkbar auch diesen Aspekt zu integrieren oder ein Spiel speziell für diesen Zweck auszulegen.

Möglicherweise sind diese allgemeinen Aussagen schwer nachzuvollziehen. Aufgrund der Vielfalt bestehender Computerspiele und den prinzipiellen Möglichkeiten, die ein Lern-Computerspiel bietet, können genauere Aussagen nur auf ein konkretes Spiel bezogen werden. Ich konkretisiere und veranschauliche diese generellen Aussagen in Kapitel 6 am Beispiel eines Lern-Computerspiels für die Mikrosystemtechnik.

### **Auswahl eines Genres**

Sofern man also bei der Gestattung eines Lern-Computerspiels das Spielprinzip (Aufgaben und Handlungen) in den Vordergrund stellt, ist es erforderlich ein Genre auszuwählen bzw. einen Genremix zu entwerfen. Das ist damit begründet, dass ich Computerspiel-Genres nach dem jeweiligen Spielprinzip definiere: Das Spielprinzip ist das Hauptmerkmal eines Spiels und hat meines Erachtens auch die höchste Trennschärfe. Orientiert man sich also am Spielprinzip, bedeutet dies nach meiner Definition, dass man sich am Genre orientiert.

Für meine Arbeit ergibt sich bei diesem Aspekt ein logisches Problem bei der analytischen Trennung von Spielelementen. Meiner Arbeit, und diesem Kapitel, liegt die Unterscheidung von Spiel-Struktur und technischer Struktur eines Computerspiels zugrunde. Also die Feststellung, dass die technische Umsetzung eines Computerspiels nur wenige abstrakte Verbindungen zum eigentlich wahrnehmbaren Spiel hat. Nach dem Fokus meiner Arbeit müsste ich mich im folgenden Abschnitt mit der technischen Umsetzung von Interaktivität befassen. Wie man aus der Erläuterung des OOPIO-Modells aber schließen konnte, ist die technische Umsetzung der Interaktivität (der Bereich „Eingabe“) sehr simpel und wenig aufschlussreich für die Betrachtung der Computerspiel-Interaktivität. In Abschnitt 3.1.3, in dem ich die Interaktivität näher untersucht habe, konnte man bereits feststellen, dass Interaktivität im Computerspiel nicht nur über die Eingabemöglichkeiten des Spiels zustande kommt, sondern viel mehr durch den Aufforderungscharakter und die Handlungsoptionen des Spielprinzips. Aus diesem Grund musste ich schon bei dieser Analyse der Interaktivität den Fokus auf die technische Umsetzung aufgeben und mich mit den aktivitätsförderlichen Aspekten der jeweiligen Spielprinzipien befassen.

Das logische Problem ist also, dass ich mich in meiner Arbeit eigentlich nicht mit der Spielstruktur, sondern mit der technischen Struktur befasse. Im Fall der Interaktivität und der Auswahl eines Genres muss ich diese Abgrenzung aufgeben und mich mit Aspekten der Spielstruktur, genauer mit dem Spielprinzip auseinandersetzen, da der technische Aspekt der Interaktivität (die Eingabe) zu wenig aufschlussreich ist. Ich

befasse mich also im eigentlich technisch orientierten Abschnitt 4.3, im Rahmen der Interaktivität, mit der Frage der Spielprinzipien bzw. Genres. An dieser Stelle zeigt sich, dass die technische Beschreibung des Computerspiels teilweise problematisch ist. Ich halte die analytische Trennung von Spielstruktur und technischer Struktur dennoch für sehr aufschlussreich.

### **Berücksichtigung der Besonderheiten des Computerspiels**

Ich habe die Besonderheiten des Computerspiels bereits ausführlicher in Abschnitt 2.2. erläutert und möchte an dieser Stelle noch einmal die wesentlichen Aspekte als wichtige Grundprinzipien zusammenfassen.

Man sollte sich stets vor Augen halten, was ein Spiel auszeichnet (1), warum ein Spieler es spielt (2) und auf welche Weise er es spielt (3).

- 1) Ein Spiel zeichnet sich durch Interaktivität aus, die als Reihe interessanter Entscheidungen (und Handlungen) aufgrund von sinnvollen Aufgaben zu verstehen ist.
- 2) Ein Spiel sollte die Neugier des Spielers ansprechen, indem es ihn immer wieder mit Neuem konfrontiert. Es sollte den Spieler stetig herausfordern, d.h. ihm Aufgaben stellen, die ihn nicht überfordern und nicht unterfordern. Und das Spiel sollte ihm einen Wettbewerb ermöglichen, entweder mit anderen Spielern oder dadurch, dass der Spieler regelmässig erfährt, dass er besser wird. Erfolge motivieren und sind beim herkömmlichen Lernen viel zu selten.
- 3) Ein Spiel sollte das richtige Maß an Beschäftigung bieten. Die große Gruppe der Gelegenheitsspieler bevorzugt Spiele, die leicht zu erlernen sind, nicht zu kompliziert zu verstehen und nicht zu viele, zu aufwändige und zu langwierige Handlungen erfordern. Das Spiel darf nicht zu komplex sein und keine umfangreiche Einarbeitung erfordern.

Im Mittelpunkt der Überlegungen sollte stehen, was die Haupthandlungen des Spielers sind (1), wie man den Spieler in das Spiel „eintauchen“ lässt (2) und wie der Spieler durch das Spiel geführt wird (3).

- 1) Die Haupthandlungen des Spielers sind die sich wiederholenden, konkreten Tätigkeiten des Spielers, die er ausführen muss wenn er für eine konkrete Aufgabe entschieden hat wie sie zu lösen ist. Da sich diese Handlungen oft wiederholen ist es wichtig, dass sie nicht langweilig sind. Sie hängen stark vom Spielprinzip und vom Genre ab. Wichtig ist, dass Spieler bestimmte Genres aufgrund dieser Haupthandlungen aussuchen und nur bestimmte Genres präferieren. Das bedeutet, dass die Festlegung auf ein Genre immer einige Spieler nicht zufrieden stellt. Aus diesem Grund ist es wichtig zumindest eine genauere Vorstellung von den Präferenzen der Zielgruppe zu haben und bei der Auswahl des Genres zu berücksichtigen.
- 2) Ein Computerspiel zeichnet sich durch ein Vielzahl von Gestaltungsprinzipien aus, die darauf gerichtet sind den Spieler zu einer intensiven Beschäftigung mit dem Spiel zu führen. Aufgabe des Spieldesigns ist es, alle Elemente des Spiels sinnvoll zu verbinden, abwechslungsreich zu kombinieren und in eine Balance zu bringen. Diese Prinzipien des Gamedesigns machen die Entwicklung eines erfolgreichen Spiels sehr schwer und legen es nahe, erfahrene Spielentwickler mit der Umsetzung zu beauftragen. Zumindest muss man sich genau mit den Standards von Computerspielen befassen und sich an bewährten Beispielen orientieren.

- 3) In vielen Spielen wird der Spieler mittels einer Geschichte durch das Spiel geführt. Auch wenn es ebenso viele Beispiele gibt, bei denen Spiele ohne eine umfangreiche Geschichte auskommen, sollte geprüft werden welchen Nutzen eine begleitende Geschichte haben könnte. Bereits eine wenig ausgearbeitete Thematik liefert dem Spieler einen Kontext, in den seine Handlungen kognitiv eingeordnet und besser verstanden werden können. Eine Geschichte liefert einen übergeordneten Handlungsstrang und Hintergrundinformationen, die den konkreten Geschehnissen im Spiel einen verbindenden Sinn verleihen. Geschichten eignen sich zur Erzeugung einer Atmosphäre, die die Auseinandersetzung mit dem Spiel fördert und können zur Vermittlung von Wissen bzw. Information verwendet werden.

Grundsätzlich sollten Computerspiele intuitiv zu bedienen sein (1), den Spieler stufenweise anleiten (2) und sehr konsequent entwickelt werden (3).

- 1) Gute Computerspiele sind so gestaltet, dass der Spieler sofort mit dem Spiel beginnen kann, ohne vorher aufwändige Anweisungen zu lesen. Die ersten einfachen Handlungen sollten gut zu erkennen und die Bedienungselemente müssen übersichtlich und leicht zu verstehen sein. Die ersten Level sollten dem Spieler einfache Aufgaben geben, die er sofort bearbeiten kann und dabei die Bedienung des Spiels lernt. Ausführliche Erklärungen zu Beginn des Spiels sollten vermieden werden.
- 2) Das Spiel muss den Spieler stufenweise in seine Bedienung und in die erforderlichen Kenntnisse einführen. Bedienung und Aufgaben sollten eine steigenden Schwierigkeitsgrad haben, der es dem Spieler ermöglicht die Bedienung zu üben und immer komplexere Aufgaben zu erfüllen, ohne ihn dabei zu über- oder unterfordern. Bei aufwändigeren Spielkonzepten können am Anfang Übungslevel eingefügt werden, in denen der Spieler mehr Informationen als in den weiteren Level erhält. Die Informationen sollten aber nur anhand einfacher Aufgaben vermittelt werden, damit der Spieler gleich aktiv werden kann.
- 3) Das vielleicht wichtigste Prinzip ist, dass ein Computerspiel kohärent sein muss. Auch wenn das selbstverständlich erscheint, weisen viele konkrete Beispiele anderer Programme oder Lernumgebungen eine Vernachlässigung dieses Prinzips auf. In einem Spiel müssen alle inhaltlichen Elemente auf einander abgestimmt sein und die Prinzipien des Gamedesigns eingehalten werden. Dazu gehört auch, dass Computerspiele oft und intensiv getestet werden sollten. Ich betone diesen Aspekt besonders, da eine inkonsequente Gestaltung eines Lern-Computerspiels nicht zu den erwünschten Effekten einer computerspielartigen Aufbereitung führen wird. Ein schlecht gestaltetes Spiel oder die Überordnung inhaltlicher Aspekte verhindert die computerspieltypischen Effekte der Faszination und intensiven Beschäftigung. Im Zweifel ist es sinnvoller eine günstigere, konventionelle Lernumgebung zu entwickeln. Bei genauer Kenntnis der Erfolgsfaktoren, die ich in Abschnitt 2.2 ansatzweise erläutert habe, ist es möglich ein gutes Spiel mit verhältnismässig geringen Ressourcen zu erstellen.

Tabelle 4/3: Berücksichtigung der Besonderheiten des Computerspiels

Besonderheit	Berücksichtigung
Interaktivität	Reihe interessanter Entscheidungen (und Handlungen) aufgrund sinnvoller Aufgaben
Überraschung und Herausforderung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Neugier des Spielers ansprechen</li> <li>- immer wieder mit Neuem konfrontieren</li> <li>- den Spieler stetig herausfordern (Aufgaben stellen die nicht überfordern und nicht unterfordern)</li> <li>- Wettbewerb ermöglichen (mit anderen Spielern oder durch eigene Erfahrung)</li> </ul>
Komplexität	<ul style="list-style-type: none"> <li>- das richtige Maß an Beschäftigung</li> <li>- leicht zu erlernen</li> <li>- nicht zu komplex/nicht zu kompliziert zu verstehen</li> <li>- nicht zu viele, zu aufwändige und zu langwierige Handlungen</li> <li>- keine umfangreiche Einarbeitung notwendig</li> </ul>
Haupthandlungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sich wiederholende, konkrete Tätigkeiten</li> <li>- dürfen nicht langweilig sein</li> <li>- hängen von Spielprinzip und Genre ab</li> <li>- Spieler wählen Genres aufgrund Haupthandlungen und präferieren bestimmte Genres</li> <li>- Festlegung auf ein Genre stellt nie alle Spieler zufrieden</li> <li>- genauere Vorstellung von den Präferenzen der Zielgruppe notwendig</li> </ul>
Prinzipien des Gamedesigns	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestaltungsprinzipien, die den Spieler zu einer intensiven Beschäftigung mit dem Spiel führen</li> <li>- Elemente des Spiels sinnvoll verbinden, abwechslungsreich kombinieren und in Balance bringen</li> <li>- Spielentwickler mit der Umsetzung beauftragen</li> <li>- genau an Standards von Computerspielen und an erfolgreichen Beispielen orientieren</li> </ul>
Narrative Spielerführung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Spieler mittels einer Geschichte durch das Spiel führen</li> <li>- schon eine wenig ausgearbeitete Thematik liefert dem Spieler einen Kontext</li> <li>- Geschichten liefern einen übergeordneten Handlungsstrang und Hintergrundinformationen</li> <li>- Geschichten erzeugen Atmosphäre</li> <li>- Geschichten fördern die Auseinandersetzung mit dem Spiel</li> <li>- Geschichten können zur Vermittlung von Wissen bzw. Information verwendet werden</li> </ul>
Intuitivität	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Spieler muss sofort mit dem Spiel beginnen können</li> <li>- keine aufwändigen Anweisungen vorab</li> <li>- erste Handlungen sollten gut zu erkennen sein</li> <li>- Bedienelemente sollten übersichtlich und leicht zu verstehen sein</li> <li>- einfache Aufgaben in den ersten Levels zum Erlernen des Spiels</li> <li>- ausführliche Erklärungen zu Beginn vermeiden</li> </ul>
Gestufter Schwierigkeitsgrad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- stufenweise in Bedienung und erforderliche Kenntnisse einführen</li> <li>- Bedienung und Aufgaben mit steigendem Schwierigkeitsgrad</li> <li>- dem Spieler ermöglichen die Bedienung zu üben und immer komplexere Aufgaben zu erfüllen</li> <li>- Übungslevel, in denen mehr Informationen vermittelt werden können</li> <li>- Informationen nur anhand einfacher Aufgaben vermitteln</li> </ul>
Konsequenz und Kohärenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>- alle inhaltlichen Elemente müssen auf einander abgestimmt sein</li> <li>- Prinzipien des Gamedesigns konsequent einhalten</li> <li>- intensiv testen</li> </ul> <p><b>Ein schlecht gestaltetes Spiel oder die Überordnung inhaltlicher Aspekte verhindert die computerspieltypischen Effekte der Faszination und intensiven Beschäftigung.</b></p>

### 4.3 Program- und I/O-Structure: Technische Entwicklung eines Lern-Computerspiels

Wie kann nun ein Lerninhalt in einem Computerspiel umgesetzt werden? Das Kapitel trägt die Überschrift „Technische Entwicklung eines Lern-Computerspiels“. Damit meine ich, dass es vor allem um die technische Struktur der Spiels und weniger um die Spielstruktur geht. Natürlich gehe ich hier nicht auf die Programmierung eines Computerspiels ein, da dies ein sehr umfangreiches und anspruchsvolles Feld ist und weder dem Interesse der Arbeit noch den Kompetenzen des Autors entspricht. Ziel ist es dem (Fach-)Didaktiker Hinweise zu geben, wie ein Konzept für ein Lern-Computerspiel entwickelt werden kann. Für die Umsetzung ist in den allermeisten Fällen ein Partner mit umfangreichen Kenntnissen der Programmierung empfehlenswert. Ich habe das Kapitel nach den drei Kernbereichen Simulation (Modell der Spielwelt und Programm), Interaktivität (Eingabe) und Visualisierung (Ausgabe) aufgebaut. In die jeweiligen Abschnitte fließen die Erkenntnisse zur den technischen Bestandteilen (OOPIO-Modell, Abschnitt 2.4) und den didaktischen Aspekten (Simulation, Visualisierung und Interaktivität allgemein und im Computerspiel, Kapitel 3) ein.

Bei den folgedenden Erläuterungen sollte beachtet werden, dass es sehr schwierig ist, allgemein über die Entwicklung eines Lern-Computerspiels zu schreiben. Da sich Computerspiele und Lerninhalte sehr stark unterscheiden und die Aufbereitung eines Lerninhalts als Computerspiel eine teilweise sehr kreative Aufgabe ist, kann ich hier nur sehr allgemeine Hinweise geben. Das anschließende Kapitel 6 versucht diese Hinweise an einem Beispiel zu konkretisieren.

### 4.3.1 Inhalte aktiv erfahrbar machen (Interaktivität)

#### Technische Komponenten<sup>1</sup>

Eines der zentralen Merkmale eines Computerspiels, die ich in dieser Arbeit herausgearbeitet habe, ist die Interaktivität. Im OOPIO-Modell repräsentiert der Bereich „Eingabe“ einen Aspekt der Interaktivität: Die Steuerung des Spiels durch unterschiedliche Eingabegeräte. Die Programmierung der Steuerung ist natürlich wesentlich aufwändiger, als im Modell wiedergegeben. Für die Entwicklung eines Lerncomputerspiels bedeutet dies, dass man besser auf ein Entwicklungstool setzt, das die aufwändige Abfrage der Eingabegeräte bereits beinhaltet. Jedenfalls sollte berücksichtigt werden auf welcher Plattform (PC, Handy, Konsole etc.) das Spiel genutzt werden soll und welche Eingabegeräte bei dieser Plattform zu Verfügung stehen: Beispielsweise ist die Entwicklung eines Handy-Spiels komplizierter, weil Handys nur wenige, einfache Bedienelemente haben und das Gerät beim Spielen in der Hand gehalten werden muss. Neben den Eingabegeräten sollte berücksichtigt werden, in welcher Weise das Spiel gesteuert werden kann. Mit aufwändigeren Eingabegeräten kann das Spiel indirekt (z. B. mit der Maus) über Bedienelemente im Spiel gesteuert werden (Schaltflächen, Eingabefelder und die Spielobjekte selbst). Plattformen wie Handys, Konsolen oder Portables bieten diese Möglichkeit nicht und müssen alle Funktionen auf die vorhandenen Tasten umsetzen und das Spiel so direkt über Tastaturcodes steuerbar machen. Die Tastaturcodes haben aber noch eine andere Bedeutung: Sie machen das Spiel schneller oder bequemer bedienbar. Wenn es im Spiel auf schnelle Reaktionen des Spieler ankommt, bevorzugen viele Spieler Tastaturcodes, mit denen die gewünschte Funktion direkt, ohne aufwändiges klicken mit der Maus, aufgerufen werden kann. Auch wenn es nicht auf Geschwindigkeit ankommt, kann die Eingabe über Tastaturcodes angenehmer sein. Zu berücksichtigen ist, dass Computer-Spieler Tastaturcodes gewöhnt sind und diese gerne nutzen. Somit sollte man die wichtigsten Funktionen, z.B. solche die oft aufgerufen werden, auch direkt abrufbar machen.

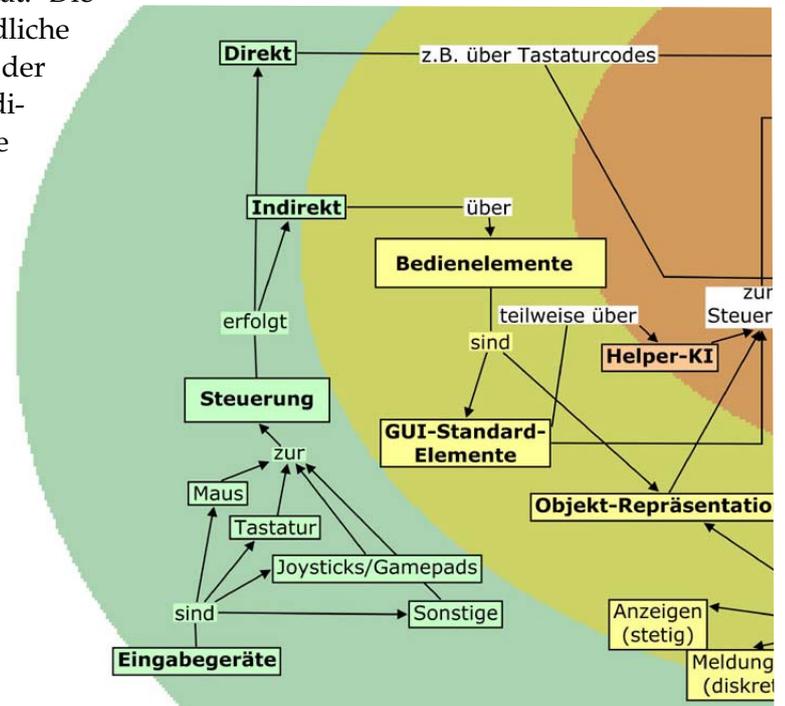


Abbildung 4/10: Vereinfachtes OOPIO-Modell, Ausschnitt des Bereichs „Eingabe“ (Input)

1) Bei der Erläuterung der technischen Komponenten zeige ich im Folgenden den jeweils relevanten Teil des vereinfachten OOPIO-Modells. Die ausführliche Auflistung der Komponenten kann in Anhang B, S. 244 ff. nachgelesen werden, das vereinfachte OOPIO-Modell ist auf Seite 47 abgebildet.

Die Abbildung des OOPIO-Modells zeigt aber auch, dass sich die Interaktivität des Computerspiels nicht auf die technischen Möglichkeiten der Eingabe reduzieren lässt. Interaktivität wird durch die Eingabe von Befehlen und die Verarbeitung durch den Bereich Programm anhand des Modells der Spielwelt ermöglicht. Das Modell der Spielwelt ist die Verbindung zur Spielstruktur.

Aus Sicht des Gamesdesigns ist das Spielprinzip (Gameplay) der wichtigste Aspekt eines Computerspiels. Ich teile diese Auffassung und empfehle den Entwurf eines Computerspiels mit dem Spielprinzip zu beginnen. Wie erläutert ist das Spielprinzip zwar eine Frage der Spielstruktur, es ist aber zudem leicht nachzuvollziehen, dass man kein Spiel entwickeln kann, ohne zu wissen was darin geschehen soll.

Ein Spiel zeichnet sich durch Interaktivität aus, die als Reihe interessanter Entscheidungen (und Handlungen) aufgrund von sinnvollen Aufgaben zu verstehen ist. Entscheidungen resultieren aus Freiheitsgraden in der Lösung einer Aufgabe. Um die gewählte Problemlösung zu realisieren haben diese Entscheidungen konkrete Handlungen zur Folge. Im Gegensatz zu einer reinen Simulation oder zu einfachen Toys beinhalten Computerspiele übergeordnete Ziele und viele konkrete Aufgaben.

### Entscheidungen im Computerspiel

Bei der Entwicklung eines Computerspiels müssen also zunächst einmal Freiheitsgrade geplant werden. Einfach ist das, wenn der Lern-Gegenstand in der Realität stets mehrere richtige Lösungen zulässt. Das Spiel soll dann nur alle diese richtigen Lösungen ermöglichen und als richtig erkennen. Das kann aber bedeuten, dass ein sehr umfangreiches und damit aufwändiges Modell des Gegenstandes entwickelt werden muss, weil nicht alle Vorgehensweisen und Lösungen des Spielers vorhersehbar sind. Auch aus didaktischen Gründen kann es sinnvoll sein, zunächst auf eine einzige richtige Lösung hinzuarbeiten. In diesem Fall sollte man rechtfertigen, warum nur eine einzige Lösung richtig ist. Dies kann durch die Geschichte und die Aufgabe erreicht werden: Beispielsweise könnte die Geschichte dem Spieler vermitteln, dass er einem großen Geheimnis auf der Spur ist und dazu viele Rätsel lösen muss, die dann nur eine richtige Lösung haben. Das bietet sich besonders bei Adventure-Lern-Computerspielen an. In unserem Prototypen für die Mikrosystemtechnik (s. Kap. 6) haben wir ein Strategiespiel realisiert, bei dem der Spieler normalerweise mehrere Lösungsmöglichkeiten hat. Aus didaktischen Gründen und zur technischen Vereinfachung haben wir für die ersten Level aber nur das Herstellen jeweils einer richtigen Lösung angestrebt: Der Spieler bekommt zu diesem Zweck in der Geschichte den Auftrag, beschädigte Bauwerke des fremden Gegners zu erkunden und wieder in Gang zu setzen. Somit kommt nur eine Lösung in Frage, die durch die Geschichte gut begründet ist. Ein anderes Beispiel ist Monkey Wrench von Mark Prensky, bei dem der Spieler in einem Egoshooter ein CAD-System erlernt. Auch hier gibt die Geschichte des Spiels die Reihenfolge der mit dem CAD-System zu konstruierenden Bauteile vor.

Wenn es also zu aufwändig oder nicht sinnvoll ist, mehrere richtige Lösungen zuzulassen, dann muss die Geschichte des Spiels begründen warum nur eine bestimmte Lösung gesucht ist. Im Genre Adventure mit seinen Rätseln ist es in vielen Spielen üblich, dass nur eine Lösung richtig ist.

Von Adventures kann man ein Prinzip ableiten, dass dem Spieler trotz vorgegebener Lösungen Freiheitsgrade erlaubt. In einem Level eines Adventures werden oft mehrere Rätsel (Aufgaben) eingebaut, die der Spieler in beliebiger oder teilweise beliebiger Reihenfolge lösen kann. Teilweise beliebig bedeutet, dass einige Rätsel erst gelöst werden können, wenn andere zuvor gelöst wurden, z.B. weil der Spieler erst dann eine bestimmte Information oder einen notwendigen Gegenstand erhält. Auf diese Weise kann man also mehrere Aufgaben mit vorgegebenen Lösungen in einem Level implementieren und dem Spieler so eine Auswahl lassen. Wenn einige der Rätsel von einander abhängig sind, erhöht das die Komplexität und macht das Spiel interessanter.

### Haupthandlungen im Computerspiel

Bevor man Aufgaben für das Lern-Computerspiel entwickelt, sollte man sich Klarheit über die sich wiederholenden Haupthandlungen im Spiel verschaffen. In Kapitel 3.1.3 habe ich abstrakte Haupthandlungen für die einzelnen Genres herausgearbeitet und deren Gewichtung erläutert. Diese Haupthandlungen werden im Kontext von unterschiedlichen Aufgaben wiederholt ausgeführt. Die untenstehende Aufzählung listet diese Haupthandlungen mit ihrer Bedeutung für die jeweiligen Genres auf:

#### - Auswahl von Attributveränderungen an Spielfiguren

Die Eigenschaften von Spielfiguren können vor allem in Rollenspielen, in begrenztem Umfang in Action-, Adventure- und Strategiespielen, aber eher selten in Simulationsspielen beeinflusst werden.

#### - Steuern der Spielfiguren (Position, Ansicht)

Die Position und Ansicht bzw. Sicht der Spielfiguren oder Spielobjekte können zumeist in allen Genres verändert werden. In Simulationsspielen können unbewegliche Gegenstände im Mittelpunkt stehen, bei denen nur die Ansicht verändert werden kann.

#### - Kampf/Beseitigen von Hindernissen

Kämpfe und das Zerstören von Hindernissen haben vor allem in Action- und Rollenspielen Bedeutung. Auch in Adventure-Spielen und in so genannten „Action-Strategiespielen“ sind sie häufig. In Simulationsspielen oder „Handels“-Strategiespielen sind sie seltener oder von geringerer Bedeutung.

#### - Sammeln/Nutzung von Gegenständen/Ressourcen

Das Sammeln und Benutzen von Spielobjekten findet sich in Form von Gegenständen besonders häufig in Action-, Adventure- und Rollenspielen und als abstraktere Ressourcen vor allem in Strategie-Spielen. In Simulationsspielen sind Ressourcen und Gegenstände seltener und von geringerer Bedeutung.

#### - Lineare oder Mehrfachauswahl-Dialoge zwischen Spielfiguren

Dialoge sind besonders in Adventure- und Rollenspielen von Bedeutung. In Action-, Simulations- und Strategiespielen sind sie seltener und von geringerer Bedeutung.

#### - Platzieren und Manipulieren von Objekten oder Szenarien

Beides ist in Adventure-Spielen (zur Lösung der Rätsel) und in Simulations- oder Strategiespielen (zur Bedienung oder zum Aufbau des abgebildeten Systems) wichtig. In Action- und Rollenspielen ist das Platzieren und Manipulieren von Objekten bzw. Szenarien seltener oder von geringerer Bedeutung.

Tabelle 4/4: Bedeutung der Haupthandlungen nach Genres

	Action	Adventure	Rollenspiel	Simulation	Strategie
Auswahl von Attributveränderungen an Spielfiguren					
Steuern der Spielfiguren (Position, Ansicht)					
Kampf/Beseitigen von Hindernissen					
Sammeln/Nutzung von Gegenständen/Ressourcen					
Lineare oder Mehrfachauswahl-Dialoge zw. Spielfiguren					
Platzieren und Manipulieren von Objekten oder Szenarien					

Anhand von Tabelle 4/4 kann man nachvollziehen welche der sich wiederholenden Handlungen für welches Genre typisch sind. Die dunkelblauen Felder geben die Schwerpunkte der Genres an. Die hellblauen Felder zeigen, wo Haupthandlungen seltener oder von geringerer Bedeutung sind. Betrachtet man die hellblauen Felder genauer, kann man feststellen, dass sich die geschilderten Haupthandlungen in irgendeiner Form in jedem Genre wiederfinden. Bei der Entwicklung eines Lern-Computerspiels sollte man zunächst die schwerpunktmässigen Haupthandlungen berücksichtigen und sich näher mit typischen Beispielen kommerzieller Spiele befassen. Gleichzeitig ist es wichtig zu analysieren, in welcher Form die anderen Haupthandlungen eingesetzt werden. Eine Besonderheit ist dabei der Genremix: Hier sind spezifische Haupthandlungen mehrerer (meist zweier) Genres miteinander kombiniert. So werden beispielsweise Strategiespiele, in denen normalerweise keine einzelne Figur im Mittelpunkt steht, um einen „Helden“ erweitert, der den Spieler durch die Level begleitet und dessen Attribute dabei verbessert werden. Normalerweise wird aber die ergänzte Haupthandlung aus einem anderen Genre nicht so aufwändig implementiert wie im Ursprungsgenre: Im Strategiespiel-Beispiel gibt es zwar einen Helden, der den Spieler begleitet und sich weiter entwickelt, dessen Entwicklung aber nicht genau gesteuert werden kann, wie im Rollenspiel. Die Variationen sind bei Genre-Mixen aber sehr vielfältig.

Für die Gestaltung eines Lern-Computerspiels bedeutet dies, dass auch Genre-untypische Haupthandlungen in einem Spiel eingesetzt werden können um den Lerngegenstand besser abbilden zu können. Dabei ist aber zu beachten, dass eine gelungene Kombination gewählt wird, da auch kommerzielle Beispiele bereits gezeigt haben, dass eine misslungene Kombination nicht angenommen wird. Dies gilt, weil regelmäßige Computerspieler Genre-Präferenzen haben und nicht weit von diesen abweichen möchten. In Lernkontexten könnte es aber durchaus sinnvoll sein verschiedene Genre-Elemente zu kombinieren um unterschiedliche Spielertypen mit dem gleichen Spiel anzusprechen. Dabei muss aber klar sein, dass es sich um einen Kompromiss handelt. Wenn ein solcher Genre-Mix entwickelt werden soll, darf die Kombination verschiedener Genre-Merkmale nicht den Spielfluss stören, indem z.B. alle Genre-Merkmale gleichwertig und zu umfangreich implementiert werden. Es sollte ein Hauptgenre ausgewählt werden und die darin spezifischen Haupthandlungen im Vordergrund stehen.

Didaktisch haben die Haupthandlungen eine besondere Bedeutung: Sie sind die Handlungen, die der Spieler ständig wiederholt. Deswegen müssen sie nicht nur interessant sein, sondern auch die Wiederholung des Inhalts gewährleisten. Es sollte überlegt werden, welche Handlungen der Lerner ausführen kann, wenn er den gewünschten Lerninhalt beherrscht. In einem Aufbau-Strategie-Spiel muss der Spieler beispielsweise in jedem Level seine Stadt neu aufbauen und die verschiedenen Spielobjekte (hier unterschiedliche Gebäude) immer wieder neu kombinieren um unterschiedliche Spielziele zu erreichen. Hierzu ist es erforderlich, dass der Spieler Wissen erwirbt, welche Gebäude welche Funktionen haben und mit welchen Kombinationen von solchen Funktionen er welches Ziel erreichen kann. Die Verknüpfung der Haupthandlungen mit dem Lerninhalt ist also ausschlaggebend dafür, ob der Spieler wiederholt Wissen anwenden kann.

### **Aufgaben im Computerspiel**

Wenn man eine genauere Vorstellung von den Haupthandlungen in den in Frage kommenden Genres hat, sollte man sich mit den typischen Aufgaben des Genres beschäftigen. In herkömmlichen Computerspielen findet sich eine Vielfalt von Aufgaben. Da das Spiel eine Reihe interessanter Entscheidungen aufgrund sinnvoller Aufgaben ist, kommt der Gestaltung der Aufgaben große Bedeutung zu und ist auch für professionelle Spieleentwickler eine Herausforderung.

Im Computerspiel gibt es unterschiedliche Formen von Aufgaben: Das ganze Spiel hat übergeordnete Ziele, die in der Geschichte erklärt werden und den übergeordneten Rahmen für die einzelnen Level bildet (die Mission der Figur, die der Spieler spielt). Jeder Level hat eine oder mehrere Level-Aufgaben, die Teilschritte in der Geschichte darstellen und auf die Spiel-Ziele hinarbeiten. In jedem Level gibt es Nebenaufgaben und Teilaufgaben. Nebenaufgaben sind für die eigentliche Levelaufgabe nebensächlich und zumeist optional. Sie erlauben es unterschiedlichen Spielern mehr oder weniger intensiv zu spielen. Teilaufgaben sind die einzelnen, konkreteren Aufgaben einer zusammengesetzten Level-Aufgabe. Die Aufgaben im Spiel bestimmen, zusammen mit der Komplexität des Spiels, den Schwierigkeitsgrad. Zu Beginn des Spiels sind die Aufgaben sehr einfach und dienen mehr dazu dem Spieler die Bedienung des Spiels während des Spielens zu vermitteln, später sind sie zunehmende Herausforderungen, für die der Spieler das Spiel immer besser beherrschen muss.

Die Spielziele werden dem Spieler zumeist am Anfang des Spiels in einer einführenden Geschichts-Sequenz erläutert. Zusammen mit dem Spielkontext wird dem Spieler vermittelt in welcher Situation er bzw. seine Spielfigur sich befindet und welche Herausforderung er annehmen muss. Z.B. im klassischen Nintendo Adventure „Legend of Zelda“ geht es im Prinzip immer darum eine Prinzessin zu retten. Während der Kontext den situativen Rahmen für das Spiel darstellt, sind die Spielziele der Rahmen für die einzelnen Levelaufgaben im Spiel.

Die Level-Aufgaben sind die einzelnen Etappen in der Mission. Meist werden sie als abstraktere Aufgaben in der Geschichte definiert (z.B. „Eroberne Stadt XYZ um den Gegner zu schwächen.“). Diese Hauptaufgabe wird in mehrere Teilaufgaben aufgliedert, die zugleich bestimmen welche Bedingungen den Level erfolgreich beenden (z.B. „Vernichte alle Gegner in Stadt XYZ.“, „Dein Hauptgebäude im Lager darf nicht zerstört werden.“ und „Dein Held muss überleben.“).

In dem genannten Beispiel ist „Vernichte alle Gegner in Stadt XYZ.“ die Hauptaufgabe des Spielers. Die anderen beiden Aufgaben sind verbindliche Teilaufgaben um das Spiel interessanter bzw. schwieriger zu machen. Sie erfordern es, dass der Spieler nebenher sein Lager verteidigen und auf seine Hauptfigur achten muss. Nebenaufgaben können ergänzend eingesetzt werden (z.B. „Befreie Dorf ABC.“). Sie müssen aber unbedingt klar als optional gekennzeichnet werden. Wichtig ist, dass dem Spieler klar ist, welche Aufgaben verbindlich sind und unter welchen er wählen kann. Die Aufgaben des Levels werden üblicherweise auf einer im Spiel direkt zu gänglichen Informationsseite aufgelistet, auf der man klar darstellen sollte, was verbindlich ist und was optional. Das Beispiel „Befreie Dorf ABC.“ könnte ebenso eine Teilaufgabe des Levels sein.

Der Schwierigkeitsgrad der Aufgabe hängt von verschiedenen Aspekten ab. Je nach Spielinhalt sind unterschiedlichste Kriterien üblich, weshalb ich hier kaum allgemeine Aussagen machen kann. Generell kann man sagen, dass der Schwierigkeitsgrad durch die Anzahl der verbindlichen Aufgaben, durch die Stärke der Gegenwehr und die Ausgangssituation des Spielers gesteuert werden kann.

Bei Lern-Computerspielen kommt hinzu, dass die Aufgaben nicht nur interessante Entscheidungen (und Handlungen) ermöglichen, sondern dass sie den Spieler gleichzeitig mit den wichtigen Aspekten des Lerninhalts konfrontieren sollen. Während die Haupthandlungen dafür sorgen, dass der Spieler/Lerner wissensbasierte Handlungen wiederholt ausführt und das erforderliche Wissen immer wieder abrufen, müssen die Aufgaben dagegen gewährleisten, dass der Spieler/Lerner das erforderliche Wissen immer wieder in neuen und anspruchsvolleren Kontexten anwendet. Im Spiel sollten zunehmend aufwändigere Haupthandlungen und Aufgaben gestellt werden, die immer tieferes Wissen erfordern. Das nötige Wissen kann im Spiel oder begleitend vermittelt werden, je nach dem in welchem Kontext das Spiel eingesetzt werden soll.

Für die Entwicklung eines Lerncomputerspiels ist es also empfehlenswert übergeordnete Spielziele zu entwerfen. Damit sind aber keine Lernziele gemeint, sondern die Entwicklung einer Idee für die Geschichte des Spiels. Die Lernziele schlagen sich in den Haupthandlungen und den Level-Aufgaben nieder. Zunächst muss überlegt werden, wie umfangreich die Geschichte des Spiels sein soll und ob auch Lerninhalte in der Geschichte vermittelt werden sollen. Die Geschichte des Spiels kann man als didaktische Linearisierung des Lernprozesses verstehen. Sie beinhaltet den situativen Kontext und den Weg des Spielers. Zu beantworten ist, welche Rolle der Spieler übernimmt und welche übergeordnete Aufgabe er im Spiel verfolgt. Wenn hierfür eine erste Idee besteht kann überlegt werden mit welchen Aspekten des Inhalts der Spieler in welcher Reihenfolge konfrontiert werden soll. Alle Teilaspekte des Lerninhalts werden nach ihrer Schwierigkeit in eine lineare Reihenfolge gebracht. Jeder dieser linearisierten Teilaspekte stellt einen Level des Spiels dar. Für jeden Level müssen eine oder mehrere Aufgaben definiert werden, die den Lerner zur Auseinandersetzung mit dem inhaltlichen Aspekt führen. Die Formulierung der Aufgaben ist wiederum eine Frage der zugrundeliegenden Geschichte. Daneben können Aufgaben definiert werden, die den Level schwieriger machen oder die der Spieler optional bearbeiten kann. Auch hier ist es empfehlenswert, sich typische Computerspiele anzusehen und die dort gestellten Aufgaben zu analysieren.

### **Auswahl eines Genres**

Die Auswahl eines Genres erfolgt über den Vergleich von Haupthandlungen, Aufgaben und Lerninhalt. Dabei ist es wichtig, nicht ein Genre für die gewünschte Darbietung des Inhaltes zu suchen und das Genre an diese Darbietungsform anzupassen. Besser ist es den Inhalt an ein Genre anzupassen, d.h. nach dem Genre zu suchen, mit dem sich der Inhalt am Besten aufbereiten lässt ohne das ursprüngliche Spiel drastisch zu verändern. Der schwierigste Teil der Entwicklung eines Lern-Computerspiels ist eine Spielidee für den Inhalt, d.h. die Verknüpfung von Spiel und Lernen zu finden. Hierzu gehört die Frage, welche Tätigkeiten im Spiel dem Lerner helfen sich aktiv mit dem Inhalt auseinanderzusetzen und welche Aufgaben ihn mit wichtigen Aspekten des Lerninhalts konfrontieren.

Die folgenden Fragen können helfen ein Genre auszuwählen und damit die Interaktivität näher zu bestimmen:

#### **Welche konzeptionellen Vorentscheidungen müssen getroffen werden?**

Abschnitt 4.1 klärt einige wichtige Fragen, die vor der konkreten Entwicklung eines Lern-Computerspiels beachtet werden sollten.

#### **Welche Genres gibt es?**

Kapitel 2.1 hat erläutert welche Hautgenres unterschieden werden können und welche populären Sonderformen daneben existieren. Ebenso sollte man prüfen, welche Genres sinnvoll kombiniert werden können (Genremix).

#### **Welche Haupthandlungen und Aufgaben sind für das Genre typisch?**

Abschnitt 3.1.3 beschreibt die Haupthandlungen und Aufgaben der jeweiligen Genres. Hier muss überlegt werden, welche Lernziele mit welchen Handlungen im Spiel erreicht werden können und mit welchen Aufgaben der Spieler/Lerner an die Unter Aspekte des Lerninhalts herangeführt werden kann. Dabei sollte auch eine erste Idee für die Geschichte des Spiels entwickelt werden (Spielziel und Linearisierung der Inhalte).

#### **Welche erfolgreichen kommerziellen Spiele gibt es?**

Sofern ein oder mehrere Genres ausgewählt wurden, in die die Inhalte möglicherweise integriert werden könnten, sollte man nach erfolgreichen Beispielen für dazugehörige Spiele suchen. Dabei kann auf evtl. Ähnlichkeiten zwischen Lerninhalt und Spielthematik geachtet werden. Wichtig ist es mehrere Spiele auf ihre konkrete Umsetzung hin zu analysieren. Das Spiel sollte sich an diesen Gestaltungsprinzipien orientieren. Die Analyse hilft aber auch konkrete Ideen für die Umsetzung des Inhalts zu entwickeln.

### 4.3.2 Aufbereitung von Inhalten in Modellen (Simulation)

Für die interaktive Aufbereitung eines Lerninhalts ist es unerlässlich den Inhalt erfahrbar und manipulierbar aufzubereiten. Hierfür sind auch im Lehr-/Lern-Bereich Simulationen gebräuchlich: Der Inhalt wird in einem vereinfachten Modell abgebildet, die variablen Parameter können über ein Simulations-Tool manipuliert und die Auswirkungen dieser Veränderungen betrachtet und analysiert werden.

Wenn man eine klarere Vorstellung des zu entwickelnden Spiels hat, kann überlegt werden welche Aspekte des Themas in welcher Form simuliert werden müssen. Nach der Analyse der Interaktivität verschiedener Genres und der Auswahl eines Genres sollte eine genauere Vorstellung vorliegen wie das Spiel aufgebaut werden kann. Auf dieser Grundlage sollte es einfacher sein, ein Modell der Spielwelt zu entwickeln: Aus der Analyse der Interaktivität sind die Haupthandlungen des Spiels und die typischen Aufgaben des jeweiligen Genres bekannt, außerdem besteht eine Vorstellung in welcher Form die Inhalte in das Genre integriert werden können. Diese Vorstellungen lassen sich mit Hilfe der objektorientierten Programmierung und anhand des OOPIO-Modells für die technische Umsetzung präzisieren. Natürlich kann ich auch an dieser Stelle nicht auf die Programmierung im engeren Sinne eingehen, da diese zu aufwändig ist um sie hier darstellen zu können. Ich beschränke mich auf die erste Aufbereitung des Inhalts für die Programmierung. Die technische Umsetzung kann nur für ein konkretes Lern-Computerspiel bestimmt werden und wird in den meisten Fällen vom technischen Partner unterschiedlich ausgeführt.

#### **Simulation im Computerspiel**

Eine weitere Entscheidungshilfe für die Wahl des Genres ist die Analyse, in welcher Form der Gegenstand simuliert werden kann. Auf der Makro-Ebene muss entschieden werden, ob eine Bedienungs- oder eine Entscheidungssimulation erstellt werden soll. Bedienungssimulationen eignen sich natürlich eher für technische Geräte und Systeme, während sich Entscheidungssimulationen für abstraktere Systeme anbieten (z.B. politische, ökologische oder soziale Systeme). Komplexe technische Systeme, wie das Beispiel in der Mikrosystemtechnik (vgl. Kapitel 6), können auch sehr gut als Entscheidungssimulation abgebildet werden, indem die einzelnen Prozessschritte als Entscheidungen in einer komplexeren Prozesskette umgesetzt werden. Umgekehrt kann eine Maschinen-Analogie abstraktere Systeme leichter erlernbar machen und als Bedienungssimulation umgesetzt werden.

Grundsätzlich bieten sich zwei Genres für die Umsetzung einer Simulation an. Für Bedienungssimulationen ist es das Genre „Simulation“ und für Entscheidungssimulationen das Genre „Strategie“ (vgl. 3.1.2). Natürlich kommen aber auch die Genre „Action“, „Adventure“ und „Rollenspiel“ für die Umsetzung eines Lerninhalts in Frage. Für alle drei gilt, dass sie eine komplexe Spielwelt simulieren, in denen der Spieler unterschiedliche Aufgaben erledigen muss.

In Action-Spielen ist die Hauptaufgabe die Bekämpfung anderer Spielfiguren. Wie erläutert eignet sich dieses Genre in seiner herkömmlichen Form nur für militärische Zwecke. Sofern die Spielziele eines Actionspiels drastisch verändert werden, dürfte es sich nach meinen Definitionen mehr um ein Adventure oder Rollenspiel handeln.

Auch die weniger aggressiven Formen des Action-Spiels (vgl. S. 101) haben ein sehr beschränktes Spielprinzip und eignen sich weniger für die Aufbereitung der Inhalte. Mark Prenskys „Monkey Wrench Conspiracy“ (vgl. S. 100) ist ein Beispiel für den Versuch einen Ego-Shooter mit Lerninhalten zu verbinden. Hier handelt es sich um eine Spielwelt, die der Spieler erkundet und in der er spezielle Aufgaben lösen muss. Da man solche Aufgaben als Rätsel bezeichnen kann, ist die prinzipielle Übereinstimmung mit dem Genre Adventure gegeben. Diese Unterscheidung ist natürlich mehr aus theoretischer Hinsicht, bezüglich der Einteilung von Computerspielen relevant. Praktisch zeigt das Beispiel, dass man auch das Spielprinzip des Genres „Adventure“ mit der Gestaltung und einigen Elementen des Genres „Action“ verbinden kann (Genremix). Fraglich bleibt, ob Bildungsinstitutionen ihre Lerninhalte ausgerechnet in der umstrittenen Form des Ego-Shooters umsetzen wollen.

Die Hauptaufgabe in einem Adventure ist es die Spielwelt zu erkunden, Informationen zu sammeln und „Rätsel“ durch die Kombination von Informationen und Gegenständen in der Spielwelt zu lösen. Aus diesem Grund sind Adventures für Lernspiele beliebt: Der Entwickler muss „nur“ eine Welt entwerfen, in der Lernaufgaben und Lerninhalte verteilt sind. Natürlich sollte man einen Inhalt nicht so einfach umsetzen, sondern mehr auf die Besonderheiten eines Adventures achten. Gerade bei älteren Zielgruppen dürfte ein zu simples „Lern-Adventure“ kein großes Interesse wecken.

Im Rollenspiel liegt der Schwerpunkt bei der Entwicklung der zentralen Spielfigur, deren Fähigkeiten stetig verbessert werden. In kommerziellen Spielen sind die Verbesserungen der Spielfigur am Kampf und an kampfunterstützenden Fähigkeiten ausgerichtet. Sofern aber eine andere Aufgabe gewählt wird, können Rollenspiele Inhalte transportieren, bei denen eine oder mehrere unterschiedliche Figuren Kenntnisse und Fähigkeiten erwerben müssen und bei unterschiedlichen Aufgaben einsetzen können.

### Technische Komponenten

Für die technische Umsetzung eines Computerspiels ist das Modell der Spielwelt von zentraler Bedeutung. Es steht im Mittelpunkt des OOPIO-Modells und ist vom Bereich „Programm“ eingeschlossen. Die Komponenten des „Programms“ sind die Grundlage für das Funktionieren des Spiels. Für die Aufbereitung des Inhalts sind sie weniger bedeutend (mit Ausnahme der Komponente „Scripting“) und wurden schon an anderer Stelle erläutert. Ich beschränke mich also auf Hinweise für die Entwicklung eines Modells der Spielwelt.

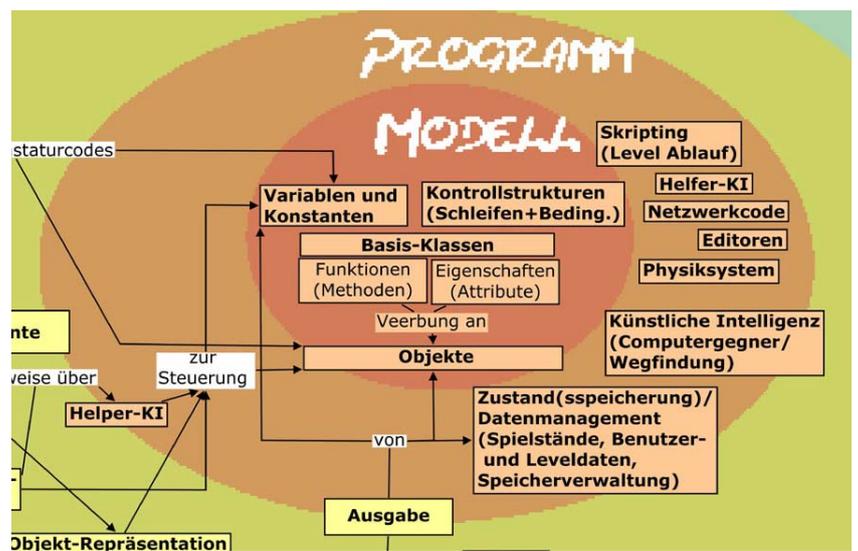


Abbildung 4/11: Vereinfachtes OOPIO-Modell, Ausschnitt der Bereiche „Modell“ und „Programm“

Der erste Schritt der Entwicklung des Modells der Spielwelt ist die Bestimmung der konkreten (Spiel-)Objekte. Die Spielobjekte sind die direkt wahrnehmbaren Elemente eines Spiels auf dem Spielfeld. In den meisten Genres sind es figuren-, gebäude- und gegenstandsartige Objekte. Teilweise sind auch fiktive Objekte oder Kombinationen der drei anderen Typen gebräuchlich. In einem Rollenspiel kann der Spieler beispielsweise seine Spielfiguren steuern, Gebäude in der Spielwelt betreten und zerstören oder Schatzkisten öffnen. Neben diesen direkt wahrnehmbaren Objektformen gibt es auch solche, die abstrakte Aspekte repräsentieren und in anderer Form in das Spiel eingebunden werden müssen (abstrakte Objekte). Ich erläutere diese ausführlicher am Ende des Abschnitts.

**Tabelle 4/5: Objektformen im Computerspiel**

<b>Objektform</b>	<b>Erläuterung</b>
Figurenartige Objekte (Spielfiguren)	Objekte im Spiel, die sich als menschliches, tierisches oder fiktives Wesen beschreiben lassen, sich zumeist dadurch auszeichnen, dass sie ein belebtes Individuum sind und die Fähigkeit zur Bewegung haben. Z.B.: Ritter, Zwerge, Soldaten, Magier, Tiere, Ritter auf Pferden, fiktive Figuren wie „Elfen“ oder „Monster“ (ebenfalls in hominoider oder tierischer Form).
Gebäudeartige Objekte (Gebäude)	Objekte im Spiel, die sich als statische Bauwerke beschreiben lassen und sich dadurch auszeichnen, dass sie als unbelebte Objekte gelten und nicht bewegt werden können. Z.B.: Wände, Hindernisse, Bauernhöfe, „Rathäuser“ oder fiktive Bauten, mit denen der Spieler interagieren kann.
Gegenstandsartige Objekte (Gegenstände)	Objekte im Spiel, die sich als Gegenstand beschreiben lassen, sich dadurch auszeichnen, dass sie reale oder fiktive Gegenstände und Maschinen abbilden und zumeist bewegt werden können. Z.B.: Fahrzeuge, „Schatzkisten“, Ausrüstungsgegenstände wie Waffen oder Bekleidung oder „Schriftrollen“.
Fiktive Formen oder Kombinationen	Objekte im Spiel, die im Wesentlichen eine der anderen Formen haben, sich aber durch untypische Eigenschaften anderer Formen auszeichnen. Z.B. belebte oder maschinelle Gebäude, die sich bewegen können.
Hintergrundobjekte	Objekte im Spiel, die den anderen Formen im Spiel gleichen, mit denen der Spieler aber nur gering oder gar nicht interagieren kann. Sie dienen der Gestaltung des Spielfelds, sind nicht beweglich, sind teilweise nicht passierbar und können teilweise nicht zerstört werden. Z.B. Bäume, Felsen, Wände, dekorative Fahrzeuge und Gebäude.
Abstrakte Objekte	Abstrakte einzelne oder zusammengesetzte Aspekte des Gegenstands, die nicht in einer der anderen Formen abgebildet werden können und dem Spieler auf andere Weise, z.B. als Bedienelement, zugänglich gemacht werden müssen. Beispiele sind „Steuern“, „Beliebtheit beim Volk“ oder „Produktionskosten“.

Nach der Analyse typischer Computerspiele des ausgewählten Genres sollten viele solcher Objekte bekannt sein und eine Vorstellung existieren, welche Objekte wie genutzt werden könnten. Diese typischen Elemente sollten in einer Liste zusammengefasst werden. Da im Optimalfall mehrere verschiedene Computerspiele betrachtet werden, ist es nicht sinnvoll alle Elemente aus allen Spielen aufzulisten. Wichtig sind die Hauptelemente (Haupt-Spielobjekte), die allen untersuchten Spielen gemeinsam sind. Für jedes dieser Haupt-Spielobjekte sollte eine Vorstellung existieren, welche Funktion es im Lern-Computerspiel übernimmt. D.h. jedem Haupt-Spielobjekt sollte in dieser Liste zugeordnet werden, welchen Teil des Inhalts es repräsentiert. Da die Inhalte im Lern-Computerspiel so eingebunden werden sollten, dass sie handlungsorientiert erworben werden können, haben die Spielobjekte unterschiedliche Funktionen: Manche Objekte dienen der Ausführung von Handlungen (Handlungsfunktion), andere können der Einbettung von Informationen dienen (Informationsfunktion) und wiederum andere haben ergänzende Funktionen (Ergänzungsfunktion).

Objekte mit Ergänzungs-Funktion dienen nicht der Handlung oder Information, sondern beinhalten vor allem genre-typische Spielaspekte, die aber auch didaktisch genutzt werden können. Objekte, die ebenfalls der allgemeinen oder genre-typischen Gestaltung des Spiels dienen, aber keine didaktische Funktion haben, helfen das Spiel attraktiver zu machen (Gestaltungs-Funktion).

Tabelle 4/6: Funktionen von Spielobjekten

Funktion	Erläuterung
Handlungsfunktion	Spielobjekte, die sich bewegen können, mit anderen Objekten in der Spielwelt interagieren können und die bestimmte Funktionen übernehmen. Z.B.: Soldaten, Bauern, Bauernhöfe, Bäckereien, Kasernen.
Informationsfunktion	Spielobjekte, die für den Spieler meist nicht steuerbar sind und sonst keine Funktion für ihn übernehmen, sondern lediglich bei der Interaktion Informationen preisgeben. Z.B.: Spielfiguren, die der Spieler in der Spielwelt trifft, Gebäude an denen Informationen „ausgehängt“ sind oder Gegenstände wie Schriftrollen, die beim Auffinden „gelesen“ werden können.
Ergänzungsfunktion	Spielobjekte, die allgemein ergänzend eingesetzt werden oder speziell dem Spielprinzip eines bestimmten Genres dienen, sofern sie vom Spieler genutzt werden. Z.B. wenn in einem Lern-Rollenspiel die Inhalte auf den Highscore (allgemein) oder die Entwicklung des Charakters (genre-spezifisch) abgebildet werden.
Gestaltungsfunktion	Spielobjekte, die allgemein ergänzend eingesetzt werden oder speziell dem Spielprinzip eines bestimmten Genres dienen, ohne dass sie eine didaktische Funktion haben. Z.B. Highscores, die kein Lern-Feedback beinhalten oder wenn in einem Lern-Egoshooter das Herumlaufen und Schiessen nicht dem Lernen dient, sondern nur begleitend eingesetzt wird (wie in „Monkey Wrench Conspiracy“ von Mark Prensky).

Diese Einteilung in Funktionen entspricht aber nicht dem Begriff der Funktion (bzw. Operation oder Methode) aus der objektorientierten Programmierung, sondern den didaktischen Funktionen, die ich hier zur Orientierung unterscheide. Wichtig bei der Zuordnung der Funktion ist, dass Objekte meist nicht nur eine, sondern mehrere Funktionen haben, aber eventuell nicht alle Funktionen zu jeder Zeit haben.

Nach der Bestimmung der Objekt-Form und der didaktischen Funktion eines Spielobjekts müssen seine Eigenschaften und Fähigkeiten definiert werden. Die objekt-orientierte Programmierung zeichnet sich durch die Kapselung von Programmfunktionen in Objekten aus. Ein Objekt hat eine bestimmte Aufgabe und hat zu diesem Zweck Fähigkeiten (bzw. „Methoden“ oder „Operationen“) und Eigenschaften (bzw. „Attribute“ oder „Objekt-Variablen“) (s. Abschnitt 2.4.2). In Computerspielen besitzt beispielsweise das Objekt „Ritter“ die Fähigkeiten „Angriff“, „Verteidigung“ und „Bewegung“ sowie die Eigenschaft „Gesundheit“. Kämpfen zwei Ritter gegeneinander, wirkt sich die Fähigkeit „Angriff“ des Gegners, vermindert durch die eigene Fähigkeit „Verteidigung“ auf die eigene Eigenschaft „Gesundheit“ aus. Natürlich haben die Objekte in Computerspielen mehr Eigenschaften als in diesem Beispiel. Außerdem finden sich in einem Computerspiel viele Objekte mit unterschiedlichen Fähigkeiten und Eigenschaften. Unterschiede ergeben sich dabei aus der Art der Eigenschaften und Fähigkeiten oder dem Ausmaß der Fähigkeiten und Eigenschaften. Unterschiedliche Arten sind im obigen Beispiel „Ritter“, die nur im Nahkampf angreifen können und „Bogenschützen“, die aus Distanz angreifen können. Das Ausmaß der Fähigkeit oder Eigenschaft ist der im mathematischen Modell zugeordnete Wert: Ein „Ritter“ besitzt einen höheren „Angriffs-“ und „Verteidigungs“-Wert als z.B. ein „Bauer“. Dabei haben die Spielobjekte noch mehr Eigenschaften, die nicht direkt im Spiel erkennbar sind.

Für die didaktische Konzeption eines Lern-Computerspiels sind diese aber zunächst unbedeutend und müssen erst später, bei der Programmierung berücksichtigt, werden.

Wie das Beispiel gezeigt hat, haben unterschiedliche Objekte auch gemeinsame Fähigkeiten. Z.B. haben alle Figuren die Fähigkeit „Bewegung“ und die Eigenschaft „Gesundheit“ gemeinsam. In der objekt-orientierten Programmierung werden einzelne Objekte mit gleichen Eigenschaften und Fähigkeiten zu Klassen zusammengefasst. Die Klasse ist die eigentliche Form der Programmierung und ein Objekt ist nur eine Instanz (ein Vertreter) der Klasse (vgl. Abschnitt 2.4.2): Rekrutiert der Spieler fünf „Ritter“, platziert das Spiel fünf Instanzen der Klasse „Ritter“ auf dem Spielfeld. Eine Spielfigur ist also eine Klasse, von der eine oder mehrere Instanzen (Objekte) auf dem Spielfeld sein können. Die Beispiele „Ritter“ und „Bauer“ sind zwei unterschiedliche Klassen. Da beide gemeinsame Fähigkeiten und Eigenschaften haben („Bewegung“ und „Gesundheit“) können diese wiederum zur Basisklasse „Grund-Figur“ zusammengefasst werden. Jede davon abgeleitete Klasse hat die gleichen Eigenschaften wie die Basisklasse und zusätzlich eigene Eigenschaften und Fähigkeiten, die sie von anderen Klassen unterscheidet. Für die Entwicklung des Konzepts ist das von Bedeutung, weil es hilft zugleich allen Spielobjekten alle notwendigen Eigenschaften und Fähigkeiten zuzuordnen sowie die Programmierung zu erleichtern. Die folgende Tabelle hilft die benötigten Spielobjekte zu entwickeln.

**Tabelle 4/7: Tabelle zur Entwicklung der Objekteigenschaften und -fähigkeiten**

Objekte	Objekt 1	...	Objekt n
<b>Eigenschaften</b>			
- Eigenschaft 1			
- ...			
- Eigenschaft n			
<b>Fähigkeiten</b>			
- Fähigkeit 1			
- ...			
- Fähigkeit n			

Beginnend mit dem ersten Spielobjekt kann in der Tabelle die Sammlung der Eigenschaften und Fähigkeiten notiert werden. Wird ein zweites Objekt entworfen, kann zunächst an der Liste der Eigenschaften und Fähigkeiten von Objekt 1 geprüft werden, welche davon auch Objekt 2 benötigt. Später können Basisklassen der gemeinsamen Eigenschaften und Fähigkeiten gebildet werden.

Die Summe der unterschiedlichen Fähigkeiten und Eigenschaften und deren Zusammenspiel ergibt die Regeln im Computerspiel. Aus dem obigen Beispiel ergibt sich die Regel „Ritter besiegen Bauern“. Das Regelwerk eines Computerspiels wird also umso komplexer, je mehr unterschiedliche Objekte und je mehr unterschiedliche Eigenschaften und Fähigkeiten es gibt. Eine andere Art von Regeln sind die Bedingungen, die definieren wann eine Spielrunde erfolgreich beendet ist bzw. wann die Spielrunde verloren ist. Hierzu dienen Kontrollstrukturen: Es gibt Kontrollstrukturen, die für das Funktionieren des Computerspiels zuständig sind, die ich hier nicht näher erläutere, und Kontrollstrukturen, die definieren, ob eine

Spielrunde gewonnen oder verloren ist. Ein Kontrollstruktur besteht aus einer Schleife: Eine Schleife ist ein Programmabschnitt, der solange wiederholt wird bis eine oder mehrere Bedingungen erfüllt sind (vgl. Abschnitt 2.4.2). Wenn eine Spielrunde gestartet ist wird eine solche Schleife so lange ausgeführt, bis die Bedingungen für den erfolgreichen Abschluss oder die Bedingungen für das Verlieren der Runde erfüllt sind.

Möglicherweise fällt auf, dass es keine Objekte gibt, die die Aufgaben im Spiel repräsentieren. Das liegt daran, dass normalerweise keine einzelnen Objekte für die Erledigung einer Aufgabe stehen. Aufgaben sind vielmehr Situationen, in denen verschiedene Objekte anhand bestimmter Bedingungen (s.o.) zu einer Aufgabenstellung kombiniert werden. An Action-Strategiespielen lässt sich das leicht verdeutlichen: Hier ist es oft das Ziel den Gegner zu vernichten. Die ausschlaggebende Regel lautet also „Vernichte alle Objekte der gegnerischen Partei.“ Hierzu kann der Spieler seine unterschiedlichen Objekte gegen die Objekte seines Gegners einsetzen. Für die Definition der Aufgaben im Spiel müssen also zunächst Bedingungen definiert werden, was der Spieler erreichen muss, um die Spielrunde erfolgreich abzuschließen. Außerdem muss definiert werden, unter welchen Bedingungen die Runde verloren ist. Ein Spiel, das man nicht verlieren kann wäre sicherlich sehr langweilig. Zuletzt muss überlegt werden, in welcher Situation die Aufgabe bewältigt werden soll. Das entscheidet vor allem über die Schwierigkeit der Aufgabe: Am Ritter-Beispiel verdeutlicht bedeutet dies, dass es für den Spieler leichter ist, zehn Bauern zu besiegen, als eine Burg zu erobern, in der eine Vielzahl gegnerischer Ritter und Bogenschützen wartet.

Diese Bedingungen für Sieg und Niederlage sowie die Situationen, die die Aufgabe mitdefinieren, sind natürlich je nach Genre, besonders aber je nach umzusetzendem Lerninhalt, sehr unterschiedlich. Für die Entwicklung der Aufgaben empfiehlt es sich, typische Beispiele des ausgewählten Genres auf diese Bedingungen und Situationen hin zu untersuchen.

Der letzte Aspekt, den das OOPIO-Modell im Bereich „Modell der Spielwelt“ aufführt, sind Variablen und Konstanten. Sie haben für die Programmierung von Computerspielen aber auch allgemein für jedes Computerprogramm große Bedeutung. Variablen und Konstanten dienen der Ablage benötigter fester oder veränderlicher Werte. Neben der Bedeutung für die Programmierung haben sie eine besondere Funktion, die beim Entwurf eines Computerspiels wichtig ist: Nicht jeder Parameter des zu simulierenden Gegenstands kann als sichtbares Objekt repräsentiert werden. In vielen Strategie-Spielen, vor allem in Wirtschafts-Strategie-Spielen, werden Steuern vom virtuellen Volk erhoben. Der Spieler muss beispielsweise entscheiden, wie hoch er die „Steuern“ ansetzen kann ohne sein Volk zu verärgern. Die „Verärgerung“ des Volks drückt sich in einem anderen abstrakten Wert aus, z. B. der „Beliebtheit“, die sich auf die Produktivität des Volks auswirken könnte. An diesem Beispiel ist nachvollziehbar, dass es abstrakte einzelne oder zusammengesetzte Lerninhaltsaspekte geben kann, die nicht direkt abgebildet werden können. Sie müssen in anderer Form, z. B. symbolisch als Bedienelement, integriert werden, um es dem Spieler zu ermöglichen auch solche abstrakten Aspekte des Inhalts überwachen und verändern zu können. Eine letzte Überlegung ist also, welche abstrakten Teile des zu

simulierenden Gegenstands berücksichtig werden müssen. Ihr Einfluss schlägt sich wiederum auf den Eigenschaften und Fähigkeiten der anderen Spielobjekte nieder und muss geplant werden.

Die folgenden Tabellen können als Werkzeug für die Sammlung der benötigten Informationen dienen.

**Tabelle 4/8: Tabelle zur Entwicklung von Objektform, -funktion, -eigenschaften und -fähigkeiten**

<b>Objekte</b>	Objekt 1	Objekt 2 ...	Objekt n
<b>Objektform</b> (Figuren-, Gebäude-, Gegenstands-artig, fiktive Form, Kombination, Hintergrundobjekt, abstraktes Objekt)			
<b>Didaktische Funktion</b>			
- Handlungsfunktion			
- Informationsfunktion			
- Ergänzungsfunktion			
- Gestaltungsfunktion			
<b>Eigenschaften</b>			
- Eigenschaft 1			
- ...			
- Eigenschaft n			
<b>Fähigkeiten</b>			
- Fähigkeit 1			
- ...			
- Fähigkeit n			

**Tabelle 4/9: Tabelle zur Entwicklung der Aufgaben**

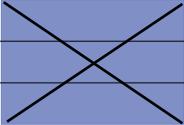
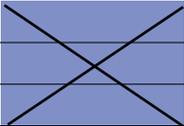
<b>Aufgaben</b>	Spielziel	Level 1 ...	Level n
<b>Übergeordnetes Ziel</b> (des Spiels bzw. Levels in Rahmen der Geschichte)			
<b>Level-Aufgaben</b>			
- Hauptaufgabe(n)			
- Teilaufgaben			
- Nebenaufgaben			
<b>Aufgabendefinition</b> (für jede der obigen Aufgaben)			
- Erfolgsbedingungen			
- Niederlagebedingungen			
- Situationsbeschreibung			

Tabelle 4/8 dient der Erstellung einer Liste, welche Objekte im Spiel benötigt werden. Tabelle 4/9 hilft notwendige Informationen für die Aufgaben im Spiel zu sammeln. Beide Tabellen sind nur ein einfaches Werkzeug für die Sammlung und Präzisierung während der Konzeption. Die dort gesammelten Informationen müssen bei der technischen Umsetzung noch weiter präzisiert und erweitert werden. Die Tabellen dürften aber genügen um ein erstes, technisch orientiertes, aber programmierunabhängiges Konzept zu erstellen. Die mit der Programmierung beauftragten Personen oder Einrichtungen sollten möglichst früh beratend einbezogen werden.

### 4.3.3 Inhalte graphisch repräsentieren (Visualisierung)

Ein Computerspiel, im Idealfall auch ein Lern-Computerspiel, ist eine Simulation eines meist komplexen Gegenstands. Im Gegensatz zu anderen Simulationen wirken Computerspiele aber stets sehr einfach und sollten es auch sein. Der Spieler muss alle Informationen, aber auch alle Bedienungsmöglichkeiten, jederzeit schnell erfassen können um nicht vom Spielen abgelenkt zu werden. Neben der Frage der Benutzbarkeit hat die Grafik im Computerspiel eine besondere Bedeutung für den Spieler: Gerade die große Gruppe der Gelegenheitsspieler legt sehr viel Wert auf eine ansprechende grafische Gestaltung des Spiels. Zusammen mit der Geschichte des Spiels und auditiven Ausgaben sorgt sie für die Stimmung im Spiel. Die Entwicklung der grafischen Ausgaben wirkt auf den ersten Blick nicht so kompliziert wie die Entwicklung der interaktiven oder simulativen Aspekte. Bei der Umsetzung des Spiels wird man aber feststellen, dass es sehr aufwändig ist eine ästhetische und funktionale Grafik zu realisieren. Hinsichtlich der Ästhetik bedeutet das, sehr viele (möglichst professionelle) Grafiken anfertigen zu lassen. Hinsichtlich der Funktionalität bedeutet das, eine Vielfalt von Bedienungsmöglichkeiten übersichtlich und effizient nutzbar auf einer Bildschirmseite unterzubringen.

#### Visualisierung im Computerspiel

Abschnitt 3.1.4 zu den Visualisierungsformen im Computerspiel hat sich gezeigt, dass im Computerspiel Abbildungen mit Zeigefunktion vorherrschend sind. Das resultiert daraus, dass es für ein Computerspiel wichtig ist, den Gegenstand plastisch zu zeigen. Abstrakte Darstellungen sind selten. Neben der plastischen Abbildung des Spielgegenstands hat die graphische Gestaltung vor allem eine Situierungsfunktion in zweifacher Hinsicht: Einerseits liefert sie einen kognitiven Rahmen für alle Detailinformationen und schafft andererseits eine Stimmung, die den Spieler in das Spiel „eintauchen“ lässt und die intensive Beschäftigung mit dem Spiel fördert.

Darüberhinaus kann die grafische Ausgabe des Spiels auch eine Konstruktionsfunktion haben. Strategie-Spiele bilden oft abstraktere Systeme wie z.B. Handel ab. Dadurch, dass alle zusammenhängenden Elemente und die Zusammenhänge grafisch repräsentiert werden, kann der Spieler ein mentales Modell des abgebildeten Systems leichter entwickeln. In einem Handels-/ Aufbau-Strategiespiel sind beispielsweise alle Grundprozesse wie Nahrungsgewinnung und -verarbeitung, Ressourcenabbau und -verarbeitung, der Handel mit Ressourcen oder Produkten sowie infrastrukturelle Einrichtungen wie Unterbringung oder Müllentsorgung in Form unterschiedlicher Gebäude abgebildet. Die Verbindungen zwischen diesen Gebäuden sind die darin beschäftigten Bewohner der Spielwelt, die für Ihre Aufgabe zunächst Ressourcen oder Produkte bei anderen Gebäuden abholen. Beispielsweise muss ein Bäcker Mehl bei einer Mühle „abholen“, die wiederum Getreide von einem Bauerhof bezieht. Alle diese Zusammenhänge und Abhängigkeiten muss der Spieler erlernen und er hat sie bei jedem Blick auf das Spielfeld stets plastisch vor Augen. Wie Abschnitt 3.1.4 gezeigt hat, sind Strategiespiele hier eher die Ausnahme. In Action-, Adventure- und Rollenspielen müssen zwar auch komplexere Systeme verstanden werden, sie sind

aber nicht direkt in die Spielwelt integriert, sondern werden nebenbei aus den Informationen des Spiels erlernt. Die graphische Spielwelt hat hier „nur“ Aufforderungscharakter und gibt dem Spieler einen Grund, das notwendige Wissen zu erwerben um in der Spielwelt bestehen zu können. Actionspiele haben durch ihr einfaches und auf Geschicklichkeit ausgelegtes Spielprinzip besonders wenig Potential. Rollenspiele und Adventures eignen sich aufgrund ihrer vielfältigeren Aufgaben in der Spielwelt mehr, einen Inhalt als „Landkarte“ aufzubereiten und vom Spieler erkunden zu lassen. Adventures bieten neben dieser Karten-Analogie grundsätzlich die Möglichkeit Aufgaben als „Rätsel“ plastisch im Spiel abzubilden. Für alle Genres gilt, dass sie mit einer entsprechenden Analogie für Lerninhalte genutzt werden können: Sei es die Karten-Analogie des Adventures und Rollenspiels oder die Gebäude-Analogie des Strategie-Spiels. Derartige Analogien müssen für jeden konkreten Gegenstand entwickelt werden, Kapitel 6 zeigt ein Beispiel für die Umsetzung der Mikrosystem-Herstellung als Strategiespiel.

Ein weiteres Fazit aus der Betrachtung von Visualisierungsformen in Computerspielen ist, dass logische Bilder (Diagramme, Maps, Infografiken) selten und sehr gezielt eingesetzt werden. Eine Ausnahme bildet das Genre Rollenspiel, bei dem teilweise umfangreiche Statistiken über die Stärke und Entwicklungsmöglichkeiten der Spielfigur angezeigt werden. Logische Bilder, vor allem Balkengrafiken, dienen zumeist der Anzeige von ständig relevanten Werten. Bloße Wertausgaben in Ziffernform sind aber ebenso häufig. Kommerzielle Spiele legen also eine plastische Darstellung des Gegenstandes, eine gute Aufbereitung der Benutzerschnittstelle und eine ansprechende Gestaltung nahe, was sich alles auch didaktisch befürworten lässt.

### Technische Komponenten

Im Bereich „Output“ des OOPIO-Modells stehen zwei Komponenten im Vordergrund: Die Ausgabe des Spielzustands in visueller und auditiver Form und die Anzeige von Bedienelementen. Hauptaufgabe ist die Ausgabe des Spielzustands und die Bestätigung von Nutzereingaben. In vielen komplexeren Spielen ist der Spieler, neben den Steuerungsmöglichkeiten durch das Eingabegerät, auf zusätzliche Bedienhilfen angewiesen. Die Ausgabe von Bedienelementen hat vor allem bei PC-basierten

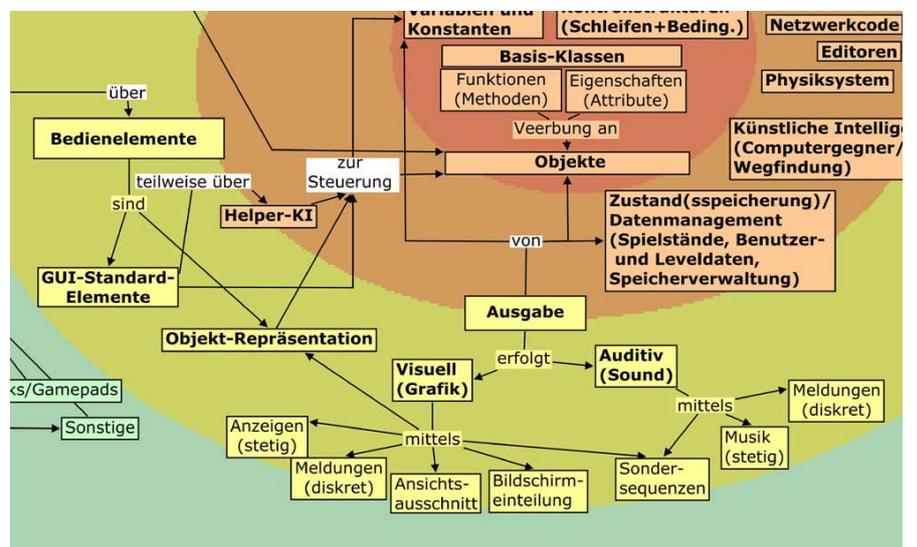


Abbildung 4/12: Vereinfachtes OOPIO-Modell, Ausschnitt des Bereichs „Ausgabe“

Spielen Bedeutung. Auf Konsolen und Portables werden die Spiele für die reduzierten Eingabemöglichkeiten des jeweiligen Geräts ausgelegt. Zwischen den beiden Funktionen „Ausgabe des Spielzustands“ und „Anzeige von Bedienelementen“ liegen die Spielobjekte bzw. ihre grafische Ausgabe (Objekt-Repräsentation). Sie sind nicht nur ein Aspekt des Spielzustands, sondern können in den meisten Computerspielen als Bedienelement genutzt werden.

Bei der Entwicklung eines Lern-Computerspiel muss also überlegt werden, in welcher Form Spielobjekte und Informationen ausgegeben werden sollen und welche Bedienelemente erforderlich sind.

Im Mittelpunkt der Ausgabe des Spielzustands stehen die Spielobjekte. Bei der Entwicklung der einzelnen Objekte (vgl. Tab. 4/7, S. 173) wurde bereits festgelegt, welche Form die jeweiligen Objekte haben (z.B. Figuren-, Gebäude- oder Gegenstandsartig). Aus dem Kontext und der Geschichte des Spiels muss für alle Objekte eine oberflächliche Gestaltung abgeleitet werden. Wenn das gesamte Spiel die Lerninhalte in ihrer realen Form wiedergeben soll, werden Spielobjekte abbildhaft entworfen. Sofern das Spiel auf einer Analogie mit einer anderen Thematik (z.B. Science Fiction) basiert, müssen die Objekte gemäß diesem Kontext gestaltet werden. Die Gestaltung der Spielobjekte hat dann eine analoge Abbildungsfunktion und zusätzlich eine Situierungsfunktion. Zusätzlich können die Spielobjekte ihr Aussehen, abhängig vom Zustand des jeweiligen Objektes, verändern.

In vielen Strategiespielen sind beispielsweise Spielfiguren für die Beschaffung von Ressourcen zuständig. Ein „Holzfäller“ in diesem Beispiel kann unterschiedlich aussehen, je nach dem ob er gerade einen Baum fällt, Holz transportiert oder nach dem Abliefern des Holzes wieder zurück in den Wald läuft. In derartigen Spielen dient dieses unterschiedliche Aussehen einer Spielfigur einerseits der Unterhaltung, es gibt andererseits auch Rückmeldung über die aktuelle Tätigkeit der Spielfigur. In kommerziellen Spielen werden hierfür nicht unterschiedliche statische Bilder eingesetzt, sondern komplette Animationen der einzelnen Tätigkeiten.

Außerdem muss für jedes Objekt entschieden werden, in welcher Weise man es steuern kann. Zunächst muss ein Spielobjekt selektierbar sein (z.B. durch Anklicken) und durch eine Aussehensveränderung bzw. Hervorhebung bestätigt werden, dass das Objekt ausgewählt ist. Neben den direkten Befehlen über Tastatur-Eingaben gibt es zwei indirekte Möglichkeiten der Eingabe eines Befehls für das selektierte Spielobjekt: Entweder können die Bedienelemente im Randbereich (Funktionsbereich) oder am Spielobjekt selbst eingeblendet werden. Neben den auf dem Spielfeld sichtbaren Spielobjekten müssen auch die abstrakten Objekte grafisch repräsentiert werden. Hierbei ist zu unterscheiden, ob der abstrakte Aspekt vom Spieler veränderbar ist oder ob es sich nur um eine Information für den Spieler handelt (z.B. ein Highscore). Unveränderbare Informationen werden in Form einer Anzeige (s.u.) abgebildet. Für veränderbare, abstrakte Spielaspekte muss ebenfalls ein Bedienelement entwickelt werden. Hierfür wird zumeist im Randbereich des Bildschirms ein Bedienmenü eingeblendet, in dem Informationen abgerufen, Eingaben für ausgewählte Objekte auf dem Spielfeld gemacht und die Bedienelemente für abstrakte Objekte genutzt werden können.

Neben den Spielobjekten geben Computerspiele oft weitere Informationen aus: Wichtige Informationen werden konstant angezeigt (Anzeigen) oder Hinweise aufgrund bestimmter Eingaben oder Ereignisse im Spiel kurzzeitig eingeblendet (Meldungen). Diese Meldungen können (und sollten) zusätzlich durch Ausgabe eines Geräusches, Tons oder eines kurzen Musikstücks hervorgehoben werden. Diese drei Ausgaben dienen der Information des Spieler, der Lenkung seiner Aufmerksamkeit auf wichtige Geschehnisse und als Bestätigung seiner Eingaben.

Anzeigen, die konstant Informationen darstellen können ständig sichtbar oder durch einen Befehl gezielt abrufbar sein. Abrufbare Anzeigen werden oft im Bedien-Menü im Randbereich abgelegt. Meldungen können als Einblendung von Text oder Grafiken erfolgen, können bestimmte Bereiche des Bildschirms farbige oder durch auffällige geometrische Formen hervorheben oder Animationen des relevanten Objektes einblenden.

Für jedes konkrete und abstrakte Spielobjekt müssen folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Oberflächliche Gestaltung (gemäß Geschichte und thematischem Kontext)
- Anzeige von Zustandsveränderungen (statisch oder durch Animation)
- Anzeige von Bedienelementen (zur Selektion und Befehlseingabe)
- Visuelle Repräsentation abstrakter Objekte (in Form von symbolischen Bedienelementen)
- Konstante Anzeigen (für ständig relevante Informationen)
- Meldungen (als Information, Lenkung und Bestätigung)
- Auditives Feedback (als Ergänzung der visuellen Meldungen)

Die Tabelle zur Entwicklung von Objekten erweitert sich dementsprechend um die genannten Aspekte:

**Tabelle 4/10: Vollständige Tabelle zur Entwicklung von Objekten**

<b>Objekte</b>	<b>Objekt 1</b>	<b>Objekt 2 ...</b>	<b>Objekt n</b>
<b>Objektform</b> (Figuren-, Gebäude-, Gegenstands-artig, fiktive Form, Kombination, Hintergrundobjekt, abstraktes Objekt)			
<b>Didaktische Funktion</b>			
- Handlungsfunktion			
- Informationsfunktion			
- Ergänzungsfunktion			
- Gestaltungsfunktion			
<b>Eigenschaften</b>			
- Eigenschaft 1			
- ...			
- Eigenschaft n			
<b>Fähigkeiten</b>			
- Fähigkeit 1			
- ...			
- Fähigkeit n			
<b>Objektrepräsentation</b>			
- Oberflächliche Gestaltung bzw. Repräsentation abstrakter Objekte			
- Anzeige von Zustandsveränderungen			
- Objekt-Bedienelemente			
<b>Informationsausgabe</b>			
- Konstante Anzeigen			
- Visuelle Meldungen			
- Auditives Feedback			

#### 4.3.4 Schematische Zusammenfassung

Die folgende Grafik fasst die Schritte der Konzept-Entwicklung für ein Lern-Computerspiel zusammen:

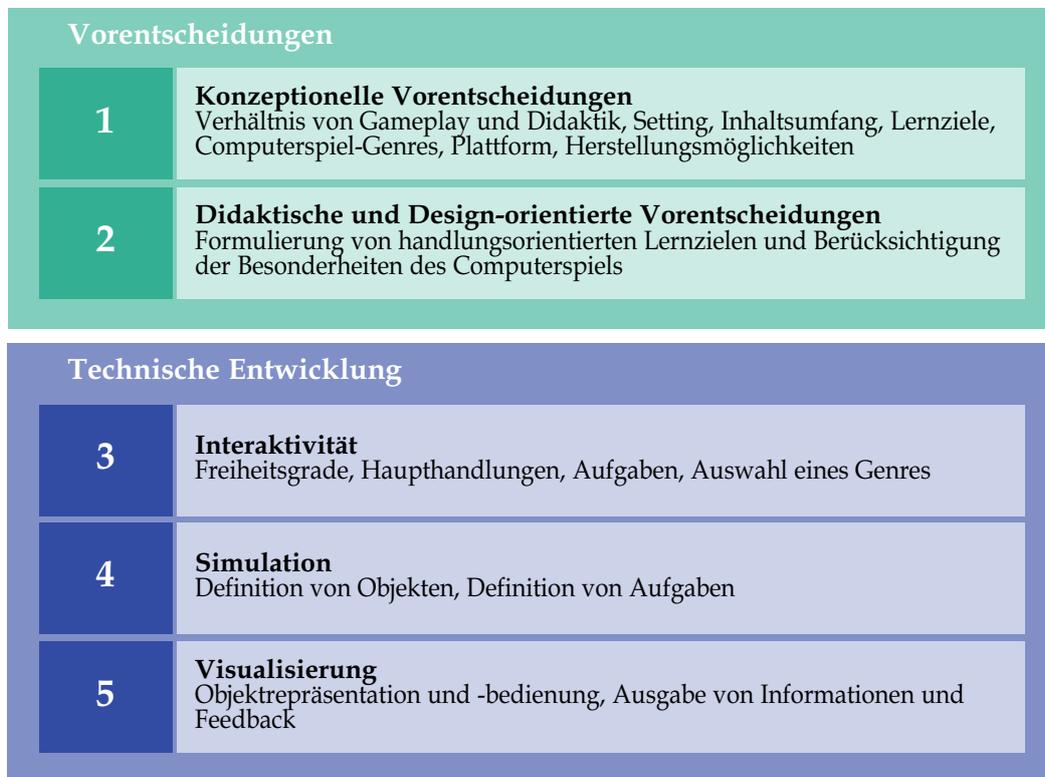


Abbildung 4/13: Schritte der Konzept-Entwicklung für ein Lern-Computerspiel

In der praktischen Anwendung ist zu erwarten, dass diese fünf Schritte nicht einmalig nacheinander, sondern mehrfach ausgeführt werden. Man kann sich die Anwendung dieser Schritte wie einen hermeneutischen Zirkel vorstellen: In mehreren Durchläufen gelangt man von den ersten Ideen immer mehr zur vollständigen Ausarbeitung des Konzepts. Der Grund für dieses wiederholte Durchlaufen sind die starken Zusammenhänge zwischen den einzelnen Aspekten der fünf Schritte. Das wiederholte Anwenden hilft die in jedem Schritt und in jedem Durchlauf neu entwickelten Ideen für das Gesamtkonzept auszuarbeiten.

## 5. Defizite in den Ingenieurwissenschaften

Ein Ziel dieser Arbeit ist es, einen positiven Beitrag für die Lehre in den Ingenieurwissenschaften zu leisten. Die vorangegangenen Kapitel haben allgemeine Aussagen über Computerspiele und ihre potentielle Lernförderlichkeit sowie Vorschläge für ihre didaktische Nutzung gemacht. Da diese Aussagen und Vorschläge allgemein gehalten sind, können sie auch auf das Lehren und Lernen in den Ingenieurwissenschaften übertragen werden. Das folgende Kapitel versucht die Situation der Ausbildung von Ingenieuren darzustellen und die Bedeutung der Verbesserung der Lehre aufzuzeigen. Um diese Situation besser interpretieren zu können, sollten auch die Rahmenbedingungen einer ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung betrachtet werden. Hierzu gehört auch oft die wirtschaftliche Relevanz von Ingenieuren.

### **Der Ingenieur und seine gesellschaftliche Relevanz**

Die ursprünglichen Bedeutungen des Begriffs „Ingenieur“ steht für Erfindung, Geisteskraft, Einfallsreichtum sowie rasche Auffassungsgabe und lässt sich aus dem lateinischen Wort „gignere“ ableiten, welches „erzeugen, hervorbringen“ bedeutet (VDI, 2001). Ingenieure können heutzutage als wissenschaftlich ausgebildete Fachleute der Technik beschrieben werden, die mit Hilfe kreativer Vorstellungskraft und ihrem Sinn für die Praxis, technische Gegenstände, verschiedene Abläufe, Anlagen und technische Systeme erforschen, entwickeln, planen, konstruieren, fertigen oder betreiben. Dieses Aufgabenspektrum entspricht den klassischen Ingenieursaufgaben (ebd.). In zunehmendem Maße fallen die Vermarktung der Produkte (mit dem Schwerpunkten Service und Beratung) in das Arbeitsfeld eines Ingenieurs. Deswegen werden auch in den Ingenieurwissenschaften die so genannten „soft skills“ oder auch Schlüsselqualifikationen mehr und mehr vorausgesetzt (Arbeitgeberverband Gesamtmetall, 2007).

Bei einer Umfrage zum Ingenieursarbeitsmarkt für das Jahr 2004 gaben ca. 40% der Unternehmen an, dass sie Schwierigkeiten hatten offene Stellen für Ingenieure zu besetzen (VDE, 2005). Die größten Rekrutierungsprobleme sind bei den mittelständischen Unternehmen angesiedelt. Selbst in konjunkturschwachen Zeiten, wie beispielsweise im Winter 2003, haben die Unternehmen Schwierigkeiten offene Ingenieursstellen adäquat zu besetzen. Die Ursachen der Rekrutierungsprobleme von Unternehmen sind geringe Bewerberzahlen, mangelnde Kenntnisse und Qualifikationen oder mangelnde Berufserfahrung (VDI, 2004). Um den Ingenieurmangel zu beheben, fordern die Unternehmen mehr für das Ingenieurstudium an Schulen zu werben und eine veränderte Lehrsituation in den Hochschulen, wie die Gestaltung von praxisnahen Studiengängen, zu forcieren (ebd.). Teilweise versuchen die Unternehmen dem Fachkräftemangel entgegenzuwirken, indem sie Studierende der Ingenieurwissenschaften bereits vor deren Abschluss als Arbeitskraft engagieren (Meyer-Timpe, 2006).

Diese Situation zeigt, dass ein hoher Bedarf an Ingenieuren bei stagnierenden Absolventenzahlen in den Ingenieurwissenschaften vorliegt (Neef, Kolrep-Rometsch & Rometsch, 2002).

Unternehmen erwarten trotz einer schnell voranschreitenden Spezialisierung in technischen Bereichen und der Vielfalt der technischen Anwendungen, dass in der Hochschule eine möglichst breit gefächerte Grundausbildung vermittelt wird und die Berufseinsteiger somit über ein breites Allgemeinwissen für den Ingenieurberuf verfügen. Eine tiefere Fächerspezialisierung von Seiten der Studierenden erfolgt meist mit dem Voranschreiten des Studiums: Die Interessen und Schwerpunkte ändern sich meist während des Studiums und nicht selten ist das Praktikum ausschlaggebend für den zukünftigen Berufsweg. So findet die Spezialisierung oftmals im Hauptstudium statt und wird dann durch den Berufseinstieg intensiviert. (Stumpf & Vähning, 2004).

Neben formalen Studienvoraussetzungen wie Abitur oder vergleichbarem, nennt der VDI (Verein Deutscher Ingenieure e. V.) auch Eigenschaften und Eingangsvoraussetzungen, die ein Studierender der Ingenieurwissenschaften mitbringen sollte (VDI, 2007): So sollten die Studierenden (der Ingenieurwissenschaft) Spaß und Freude an Technik und an Naturwissenschaften haben und insbesondere an mathematisch-logischem Denken sowie an der selbstständigen, systematischen Lösung von Problemen interessiert sein (Stumpf & Vähning, 2004).

### **Universitäre Ausbildung von Ingenieuren**

Das Ingenieursstudium setzt sich in der Regel aus theoretischen Grundlagen (in Seminaren und Vorlesungen), aus praktischer und theoretischer Vertiefung (in Studienarbeiten, Praktika und Übungen) sowie aus Abschlussarbeiten und Kolloquien zusammen. Durch den Aufbau des Studiums soll gewährleistet sein, dass sowohl praktisches als auch theoretisches Wissen erlernt wird (VDI, 2007). Weiter empfiehlt der VDE (Verband der Elektrotechnik e. V.) in seiner „Stellungnahme Ingenieurwissenschaften“, dass ca. 10% der Ausbildung mit nichttechnischen Kompetenzen, den sogenannten „soft skills“, abgedeckt werden sollte (VDE, 2005). Auf welche Art und Weise und mit welchen didaktischen Mitteln die Vorbereitung auf die berufliche Tätigkeit erreicht werden soll, wird zumeist nicht näher spezifiziert. Somit bleibt den Professoren und den Assistenten die Art der Vermittlung der Inhalte überlassen. Dabei wird meist die Problematik der didaktischen Aufbereitung unterschätzt. Zudem werden in der Dozentenlaufbahn nicht zwangsläufig pädagogische Fertigkeiten und Fähigkeiten erworben. Dabei ist gerade in den Ingenieurwissenschaften eine sinnvolle didaktische Aufbereitung der Inhalte von großer Relevanz: In diesen Fächern liegt die Schwierigkeit nicht nur in einer hohen Komplexität und in der Menge des Lehrstoffs, sondern in einer teilweise schwer herstellbaren Anschaulichkeit der Inhalte. Um diese Menge an Wissen zu erwerben muss ein immenses Arbeits-, Übungs- und Lernpensum während des Studiums bewältigt werden.

Wurde früher das reine Fachwissen eines Ingenieurs als ausreichendes Wissen am Ende eines Ingenieursstudiums erachtet, werden heutzutage weit mehr Kompetenzen gefordert.

Der VDI plädierte in einer Stellungnahme zur Weiterentwicklung der Ingenieurausbildung in Deutschland für die zeitgemäße Anpassung der Ingenieurausbildung an die heutigen Anforderungen und forderte, dass

„... zeitgemäße Anforderungen an die Ingenieurausbildung einen hohen Qualitätsstandard erfordern. [...] Zu den Qualitätssicherungsmaßnahmen gehören hochschulinterne Elemente mit Dokumentation der Lehrprozesse einschließlich Befragung der Studierenden und Absolventen. Die Vermittlung von Kompetenzen muss hierbei stärker im Fokus sein als die strukturelle Zusammenstellung der zu vermittelnden Lehrinhalte ...“ (VDI, 2004, S. 6).

Vergleicht man die Studienanforderungen in den Ingenieurwissenschaften und die von der Wirtschaft erwarteten Fertigkeiten und Fähigkeiten miteinander, wird deutlich, dass auf die von Unternehmensseite geforderten Eigenschaften im Studienverlauf nicht adäquat eingegangen wird und die für den späteren Beruf relevanten Kompetenzen nicht ausreichend gefördert werden. Der in der Hochschule traditionell verbreitete Vorlesungsbetrieb hat zwei grundlegende Defizite: Zum Einen wird dieser Vorlesungsbetrieb den geforderten Ansprüchen der Wirtschaft nicht gerecht und zum Anderen reicht die Vermittlung durch Frontalunterricht in Vorlesung und Übung scheinbar nicht aus, um einen Großteil der Studienanfänger der Ingenieurwissenschaften zu einem akademischen Abschluss zu führen. Industrieunternehmen beklagen bei den Absolventen den fehlenden Praxisbezug sowie Mängel beim theoretisch erlernten Fachwissen und bei fächerübergreifenden Qualifikationen (VDE, 2005). Zwar wird im Studium theoretisches Fachwissen vermittelt und Zusatzqualifikationen, wie EDV oder BWL-Kurse angeboten, jedoch ist der Lernende bei dieser Art und Weise der Vermittlung hauptsächlich passiver Rezipient (Stumpf & Vähning, 2004). Ähnlich verhält es sich mit der geforderten Eingangsvoraussetzung bzw. Eigenschaft der Studierenden, Spaß an Technik und an Naturwissenschaften zu haben. Langfristiges, übergreifendes Ziel des ingenieurwissenschaftlichen Studiums sollte es sein, aus Spaß an technischen Fragestellungen auch langfristiges Interesse zu generieren. Zumindest sollten Spaß und Faszination an technischen Fragestellungen während eines Studiums nicht abnehmen.

### **Rahmenbedingungen der Ingenieurausbildung**

Problematisch zu Beginn des Studiums ist, dass die Studienanfänger der Ingenieurwissenschaften zunehmend geringere Kenntnisse in den Fächern Mathematik und Physik aufweisen. Laut einer Umfrage vom VDE beklagen rund 80% der Dozenten der Elektro- und Informationstechnik seit ca. 15 Jahren eine deutliche Verschlechterung der mathematischen und physikalischen Eingangskennntnisse bei Studienanfängern (VDE Studie Young Professionals, 2006). Experten gehen davon aus, dass diese Bildungsdefizite an den in der Schule vermittelten Basiskenntnissen und Grundfertigkeiten liegen und diese Kenntnisse ein zunehmend geringeres Niveau besitzen, als es bei Studienanfängern erwartet wird. Studien haben ergeben, dass mangelnde Fähigkeiten zur selbständigen Studiengestaltung und starke Defizite in Mathematik und Naturwissenschaften den Einstieg ins Studium erschweren und sich abbruchsfördernd auf das Studium auswirken können (Heublein et al., 2003).

Aktuelle Umfragen bei studiumsberechtigten Jugendlichen belegen einen Mangel an naturwissenschaftlicher und mathematischer Förderung während der Schulzeit (Heine et al., 2006a). So zeigte sich in Untersuchungen, dass Studienabbrecher, die auf Grund von Leistungsproblemen exmatrikuliert wurden, zu einem hohen

Prozentsatz nicht über das für das Studium nötige Vorwissen verfügten (Heublein et al., 2003). Dabei sind fundierte Basiskonzepte in Mathematik und Physik von entscheidender Relevanz in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen, wenn ein hoher Ausbildungsstandart an deutschen Hochschulen gewährleistet werden soll (VDE Studie Young Professionals, 2006). Auch Heine et al. (2006b) sehen den schulischen Hintergrund als wichtiges Erfolgskriterium für ein Studium an. Gerade für die Fächer der Natur- und Ingenieurwissenschaften ist die Schulzeit ein ausschlaggebendes Kriterium. Die in der Schule ausgebildeten Interessen fungieren oft als Weichenstellung für die Wahl der Leistungskurse, die wiederum oftmals Einfluss auf die Entscheidung über das spätere Studienfach hat (ebd.). Zum anderen spielt die Qualität des Schulunterrichts eine entscheidende Rolle. Ein Teil der Studienanfänger fühlt sich von der Schule nicht ausreichend auf einen natur- oder ingenieurwissenschaftlichen Studiengang vorbereitet (Heine et al., 2006a). Jedoch wird von Seiten der Hochschulen das Problem der schulischen Defizite im Rahmen der universitären Ausbildung derzeit nur marginal angegangen, weshalb derzeit ca. 25% der Studienanfänger der Ingenieurwissenschaften schon in der Anfangsphase des Studiums scheitern und daher ihr Studium nicht mit einem akademischen Abschluss in den Ingenieurwissenschaften beenden (Schwenk & Berger, 2006).

Der VDI empfiehlt in seiner Stellungnahme zu Ingenieursausbildung und zur Einführung von Master- und Bachelor-Studiengängen durch den Bologna-Prozess, die Struktur der berufsbefähigenden Ingenieurausbildung beizubehalten und durch die berufsbefähigenden Abschlüsse „Bachelor“ und „Master“ weiterzuentwickeln. Hierzu gehören Lehrveranstaltungen in mathematisch-naturwissenschaftlichen und technischen Grundlagen, fachübergreifende Qualifikationen und anwendungsbezogenes Basiswissen, sowie ein Betriebspraktikum und eine Abschlussarbeit (vgl. VDI, 2004, S.8). An der Gestaltung der Wissensvermittlung in der Hochschule hat auch die Einführung des Bologna-Prozesses und der somit angestrebte Reformprozess in den Hochschulen bisher nicht viel verändert. Das Studium ist durch den Reformprozess in einzelne Teilmodule mit verschiedenen Ausrichtungen unterteilt worden. Es besteht die Gefahr, dass der Reformprozess auf der strukturellen Ebene verharrt und die traditionelle Variante der Wissensvermittlung an der Hochschule erhalten bleibt. Jedoch bietet der Bologna-Prozess mit seiner Umstellung auf Master und Bachelor eigentlich auch die Chance, die Lehr- und Lerninhalte zu überarbeiten, didaktisch neu zu gestalten und zu reformieren.

Innovative Lehr-/Lernmethoden vor allem in Kombination mit neuen Medien halten nur sehr zögerlich Einzug in die Breite der Hochschulen. So wird weiterhin traditionell gelehrt und durch die klassische Vorlesung zwar Basiswissen vermittelt, jedoch findet die Lernphase der Studierenden meist erst während einer Nachbearbeitungszeit außerhalb der Vorlesung statt. Oft bringen die Studierenden nicht genügend Nachbearbeitungszeit auf, sei es auf Grund des engen Stundenplans oder einem Mangel an Lernmotivation. Das hat zur Folge, dass das Lernen nicht während des gesamten Semesters abläuft, sondern erst vor einer Prüfung erfolgt. Auf Grund der Fülle des scheinbar nur schwer zu bewältigen Lernstoffes, kann es zu erheblichen Lernschwierigkeiten kommen, die zu u.a. Motivationsdefiziten führen. Studien im Bereich der Hochschulforschung zeigen bei den Natur- und Ingenieurwissenschaften vergleichsweise größere Motivationsprobleme, als dies in vielen anderen universitären

Fächern beobachtbar ist (Heine et al. 2006b). Die Motivationsprobleme können Ursache von schlechten Noten sein oder im schlimmsten Fall zum Studiumsabbruch führen.

Für die Wirtschaft zählt, dass sie ihren Bedarf an Ingenieuren decken kann, während Universitäten und Fachhochschulen in der Ausbildung darauf abzielen einen möglichst großen Anteil der immatrikulierten Studierenden in angemessener Studiendauer zum erfolgreichen Studienabschluss zu führen. Von Seiten der Studierenden ist die Entscheidung für ein Hochschulstudium und die Studiumswahl durch eine Vielzahl von Faktoren bzw. durch das Studiumsmotiv geprägt. Dazu zählen u.a. die Fähigkeiten und Neigungen der Studienanfänger, Berufs- und Lebensziele, das Studienangebot der Hochschulen und in Fächern mit Zulassungsbeschränkungen die Numerus-Clausus-Regelungen (Beck & Wilhelm, 2003). Konsens der Erwartungen an die universitäre Ausbildung ist das Ziel von hochqualifizierten Absolventen.

### **Der Studienabbruch als Indikator für Defizite**

Während des Studiums beeinflussen persönliche Entscheidungen der Studierenden und institutionelle Bedingungen den erfolgreichen Studienverlauf (Heine et al., 2006a). Die individuellen Entscheidungen der Studierenden während des Studiums und die Rahmenbedingungen des Studiums sind ausschlaggebend für die Motivation. Primäres Ziel eines Studenten im ersten Semester ist es, die Universität mit einem abgeschlossenen Studium zu verlassen. Jedoch sind sowohl individuelle Faktoren als auch institutionelle Bedingungen während des Studienverlaufes dafür verantwortlich, dass nicht alle Studienanfänger ihr Studium mit einem akademischen Abschluss beenden. Ein erheblicher Teil der Studierenden in Deutschland ist bereit den eingeschlagenen Weg während eines Hochschulstudiums zu ändern, auch wenn dies stets eine gravierende Entscheidung bedeutet. Dies gilt besonders, wenn es sich dabei nicht nur um einen Studienfachwechsel, sondern um eine abgebrochene Hochschul-ausbildung handelt (Bargel, Ramm & Multrus, 2001).

Zu den Erfolgskriterien von Seiten der Hochschulen zählt ein hohes Ausbildungsniveau der Studierenden kombiniert mit kurzer Studiendauer und niedriger Abbruchquote. „Je mehr Studierende die Hochschule mit einem akademischen Abschluss verlassen, desto mehr spricht dies für Attraktivität und Effektivität der akademischen Ausbildung ...“ (Heublein et al., 2002, S. 1). Der Abbruch eines Studiums wird auch als „Abweichungen von der gewünschten Normalität“ eines erfolgreichen Studiums angesehen. Kennt man die Ursachen des Studienabbruchs kann diesem Abbruch durch gezielte Maßnahmen von Seiten der Hochschule entgegen gewirkt werden (Schindler, 1997, S. 4)

In der Fachliteratur wird der Studienabbruch auf individueller, institutioneller und gesellschaftlicher Ebene diskutiert. Abhängig vom jeweiligen Forschungsschwerpunkt bzw. des Forschungsansatzes stehen entweder die Ursachen des Abbruchs oder die Möglichkeiten der Prävention des Abbruchs im Vordergrund (Schröder-Gronostay, 1999). Auf individueller Ebene geht es primär um die Klärung der persönlichen Entstehungsbedingungen eines Studienabbruchs. Hier steht die Frage im Vordergrund, inwieweit sich die Ursachen des Studienabbruchs auf die Konstitution der Studierenden zurückführen lassen. Daher werden aus diesem Blickwinkel haupt-

sächlich individuelle Merkmale begutachtet, wie beispielsweise die Lebensplanung, soziale Herkunft oder andere soziale Aspekte (Schröder-Gronostay, 1999). Aus institutioneller und bildungspolitischer Sicht steht die Frage nach den Möglichkeiten der Prävention von Studienabbrüchen im Vordergrund. Die Hochschulen stehen vor der Aufgabe, ein hohes Ausbildungsniveau mit gleichzeitig kurzer Studiendauer und niedrigen Abbruchquoten zu erreichen. Im Rahmen ihrer eingeschränkten personellen und finanziellen Möglichkeiten sollen sie langfristig eine hohe Anzahl von qualifizierten Absolventen sichern. Werden die Ursachen der individuellen Ebene ausgeklammert bzw. sind die Ursachen des Abbruchs nicht auf die Konstitution der Studierenden zurückzuführen, geht es aus institutioneller Perspektive darum, die Ursachen des Studienabbruchs bei den Studienbedingungen und der Studienorganisation zu suchen, um Ansatzmöglichkeiten zur Intervention aufzudecken. Bei dieser Perspektive spielen universitätsspezifische Faktoren wie beispielsweise die Qualität der Lehre oder die Ressourcenausstattung an der Hochschule die tragende Rolle (vgl. Gold 1988, Schröder-Gronostay, 1999). Ein weiterer Forschungsansatz beleuchtet den Studienabbruch aus gesellschaftlicher Sicht. In diesem Fall stehen die Qualitätssicherung und die volkswirtschaftliche Effizienzbetrachtung im Vordergrund der Betrachtungsweise (Schröder-Gronostay, 1999). In der vorliegenden Arbeit wird primär die institutionelle Perspektive eingenommen, da davon ausgegangen wird, dass auf der Ebene der Institution Handlungsbedarf besteht und hier Bedarf an didaktischen Innovationen bestehen dürfte.

### **Die Abbruchquoten in den Ingenieurwissenschaften**

Die Abbruchquoten des gesamten Hochschulsystems zeigen gravierende Unterschiede zwischen den universitären Studienbereichen/Fakultäten sowie den einzelnen Fächern innerhalb der Fächergruppen. Bei der Betrachtung von Untersuchungen oder Studien zum Studienabbruch fällt eine deutliche Erhöhung der Studienabbrecherquote für die Fächer der Ingenieurwissenschaften im Vergleich zu 2002 auf (Heublein, Schmelzer & Sommer, 2005). Die gesamte Fächergruppe der Ingenieurwissenschaften setzt sich aus einer Reihe von unterschiedlichen Studiengruppen zusammen. So zählen zu den Ingenieurwissenschaften die Bereiche des Maschinenbaus/Verfahrenstechnik, Elektrotechnik, Architektur/Innenarchitektur und Bauingenieurwesen. Zu den Naturwissenschaften zählen die Fächer Biologie, Physik, Chemie oder Mathematik, teilweise auch die Informatik. Häufig gibt es in den Studien eine Unterscheidung zwischen technisch-ingenieurwissenschaftlichen Studiengruppen und den Architekten. Wird im Folgenden von den Ingenieurwissenschaften gesprochen, ist die technisch-ingenieurwissenschaftliche Fächergruppe ohne den Bereich Architektur gemeint.

In den Ingenieurwissenschaften stieg die Abbruchquote im Vergleich zu 2002 an Universitäten im Durchschnitt von 26% auf 30% an. Die gleiche Tendenz zeigte sich bei den Naturwissenschaften mit den Fächern Chemie (von 23% auf 33%), Physik (von 24% auf 30%) und Mathematik (von 12% auf 26%). An der Fachhochschule ist die Abbruchquote für die Ingenieurwissenschaften insgesamt geringer, sie liegt bei 20% und ist im Vergleich zu 2002 recht konstant geblieben (ebd.). Insgesamt zeigt sich in den Untersuchungen zum Studienabbruch, dass alle Fächergruppen der Ingenieurwissenschaften über der durchschnittlichen Abbruchquote an den Universitäten liegen. Weiter ist dabei hervorzuheben, dass in den Ingenieur-

wissenschaften eine hohe Anzahl von examenlosen Exmatrikulationen zu verzeichnen ist (ebd.). Es wird davon ausgegangen, dass sich bei einer geringeren Anzahl von Erstsemestern überwiegend motivierte Studierende wiederfinden, die somit eine niedrigere Abbruchsneigung haben müssten. Jedoch scheinen sich bei den Ingenieurwissenschaften keine rückläufigen Abbrecherquoten abzuzeichnen. Trotz geringerer Studienanfängerzahlen ist die Abbruchsquote zwischen 2002 und 2005 um 4% angestiegen (ebd.). Beobachtet man die Situation in den Fachhochschulen, so zeigt sich dort zwar insgesamt eine etwas bessere Gesamtabbruchssituation, jedoch weist das Fach Elektrotechnik an den Fachhochschulen eine überdurchschnittlich starke Abbruchsquote auf. Die Fächer Maschinenbau und Bauingenieurwesen liegen leicht unter den Durchschnittswerten der Fachhochschulen, daher ergibt sich für die Ingenieurwissenschaften an der Fachhochschule insgesamt eine Abbruchsquote von 20% (Heine et al., 2006b).

Diese Daten und Untersuchungen zur Abbruchsquote lassen Rückschlüsse und Interpretationsmöglichkeiten über den Studienverlauf in den ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen zu. So ist es den Disziplinen der Elektrotechnik und des Maschinenbaus an Universitäten nicht und an den Fachhochschulen nur teilweise gelungen, die Studienanfänger im ausreichenden Maße für ihr Studium zu motivieren, das Fachinteresse zu wecken und die Studierenden zum Examen zu führen. Gestützt werden diese Rückschlüsse durch die Errechnung der Schwundquote. Sie zeichnet ein noch differenzierteres Bild des Hochschulsystems als es durch die Studienabbrecherquote möglich ist. Bei der Schwundquote werden nicht nur die Studienabbrecher erfasst, sondern all jene Studierende eines Jahrgangs, die keinen Abschluss in dem Bereich erworben haben, in dem sie ursprünglich immatrikuliert waren (Heublein, Schmelzer & Sommer, 2005). Dementsprechend erlaubt der Schwundwert Schlussfolgerungen darüber, wie erfolgreich es dem jeweils betrachteten Fach gelungen ist, die Studienanfänger auch zum Examen zu führen (ebd.).

Auf Grund der Ergebnisse der Studienabbrecherquote bei den ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen an den Universitäten ist auch mit einer erhöhten Schwundquote zu rechnen. So stieg die Schwundquote in diesen Studienbereichen seit der letzten Berechnung von 43% auf 47% (ebd.). Bezieht man auch noch die Fächergruppenwechsler und Zuwanderungen zu den Ingenieurwissenschaften in die Rechnung mit ein, so lässt sich für die Ingenieurwissenschaften an den Universitäten zusammenfassend sagen, dass nur jeder zweite Studienanfänger auch einen universitären Abschluss in diesem Bereich erwirbt. Dies gilt auch für einige der naturwissenschaftlichen Disziplinen. Die Schwundquote an den Fachhochschulen hat sich zwar geringfügig verschlechtert, ist aber im Bereich der Ingenieurwissenschaften geringer als die Schwundquote an den Universitäten. Dies lässt sich durch die Zuwanderungen von Studierenden von den Universitäten erklären (ebd.).

Insgesamt liegt die Abbrecherquote in den Ingenieurwissenschaften an Universitäten bei 30%. Die Ursachen hoher Studienabbruchquoten in den Ingenieurwissenschaften seien kaum auf die Konstitution der Studierenden zurückzuführen, sondern in den Studienbedingungen und der Studienorganisation zu finden. Dies bietet den Universitäten die Möglichkeiten der Prävention von Studienabbrüchen (Schröder-Gronostay, 1999). Bei einem Studiumsabbruch sind meist verschiedene Gründe bzw. Bedingungsfaktoren ausschlaggebend und es muss meist eine Konstellation von mehreren Faktoren zustande kommen um einen tatsächlichen Studienabbruch zu bewirken (vgl. Lewin, Cordier & Heublein, 1994).

### Gründe für den Studienabbruch

Zu den Abbruchmotiven in den Ingenieurwissenschaften zählen hauptsächlich problematische Studienbedingungen, berufliche Neuorientierung, mangelnde Studienmotivation sowie finanzielle Probleme (Heublein, Spangenberg & Sommer, 2003). Problematische Studienbedingungen sind für nur 11% der Studienabbrecher aus den Ingenieurwissenschaften Hauptmotiv zum Abbruch. 13% der Abbrecher sehen die berufliche Neuorientierung als Abbruchsmotiv an. Mit 21% liegt die mangelnde Studienmotivation bei den Ingenieurwissenschaften an erster Stelle und muss deshalb näher betrachtet werden. Unter den Grund „mangelnde Studienmotivation“ fallen Aussagen wie nachgelassenes Interesse am Fach, falsche Erwartungen an das Studium und Desinteresse an möglichen Berufen unter die am häufigsten genannten. Auffallend bei den Ingenieur- und Naturwissenschaften ist auch die hohe Anzahl der Studienabbrecher von 19%, die Leistungsprobleme als entscheidenden Grund des Studienabbruchs nennen. Unterteilt man den Grund Leistungsprobleme, so sieht ein Großteil der Abbrecher die Studienanforderungen als zu hoch an. Die Rangliste der vier darauffolgenden Gründe beinhaltet Zweifel an der persönlichen Leistung, zu viel Studien- und Prüfungsstoff, zu hoher Leistungsdruck und das Nicht-Erreichen des Studieneinstiegs.

Auch finanzielle Probleme werden von 19% der Studienabbrecher als entscheidendes Abbruchsmotiv genannt. Im Speziellen beinhaltet dieser primär die Punkte „Studium und Erwerbstätigkeit nicht vereinbar“, „finanzielle Engpässe“ und „schnellstmöglich Geld verdienen“. Familiäre Probleme (9%), Prüfungsversagen (9%) und Krankheit spielen für die Ingenieurwissenschaften als Hauptabbruchsmotiv eher eine untergeordnete Rolle (ebd.).

Die Faktoren bzw. Motive, welche die Studiumsfachwahl prägen, können intrinsisch als auch extrinsisch motiviert sein. Zur Gruppe der intrinsischen Motivation gehören Kategorien wie „spezielles Fachinteresse“ oder „eigene Begabung oder Neigung“. Unter die Gruppe der extrinsischen Motivation fallen eher materielle Motive wie „bessere Einkommenschancen“ und „sicherer Arbeitsplatz“, also vor allem monetäre Anreize (Bargel, Ramm & Multrus, 2001). Darüber hinaus lassen sich die Studienanfänger auch von Arbeitsmarktperspektiven und aktuellem Einstellungsverhalten der Unternehmen beeinflussen (Stumpf & Vähning, 2004). Die Gefahr des Studienabbruchs erhöht sich, wenn eine in hohem Maße extrinsisch motivierte Studienwahl vorliegt, die nicht mit persönlichen Neigungen und starkem Fachinteresse einhergeht (Heublein, Spangenberg & Sommer, 2003).

Allgemein lässt sich aus den Studien entnehmen, dass materielle/extrinsische Motive ein geringeres Gewicht bei der Wahl des Studienfaches haben als intrinsische. Jedoch liegen die Ingenieurwissenschaften bei den extrinsisch motivierten Fächergruppen an zweiter Stelle hinter den Wirtschaftswissenschaften.

„... Zwar spielt das „Fachinteresse“ verständlicherweise insgesamt eine große Rolle - aber nicht in allen Fächern in gleichem Maße. Es lassen sich demnach deutlich solche Fächer unterscheiden, die eher nach fachlichen Gesichtspunkten (wie die Biologie) oder aufgrund eigener Begabung (wie Mathematik und Architektur) gewählt werden, und andere Fächer, die eher nach materiellen Gesichtspunkten wie ein gutes Einkommen (für Betriebswirtschaftslehre) oder der sichere Arbeitsplatz (wie auch für die ingenieurwissenschaftlichen Fächer Elektrotechnik, Maschinenbau und Bauingenieurwesen) studiert werden ...“ (Bargel, Ramm & Multrus, 2001, S. 72).

Als Gründe für den Studienabbruch werden mangelnde Studienmotivation sowie Leistungsprobleme genannt. Diese Situation hat den großen Vorteil, dass die Hochschule durch gezielte Maßnahmen, wie eine veränderte Lehr-Lernsituation, durchaus ihren Beitrag zur Prävention des Studienabbruchs leisten könnte. Experten sind sich einig, dass diese Studienbedingungen in der Lehre zu Motivationsdefiziten führen und der daraus resultierende Faszinationsmangel für den Gegenstand Ingenieurwissenschaften als Ursache des Studienabbruchs gewertet werden kann. Dies bedeutet für die Hochschulen sich mit den gegebenen Studienanforderungen auseinanderzusetzen sowie neue lernförderliche Möglichkeiten zu suchen und anzuwenden, um die Studierenden der Ingenieurwissenschaften adäquat während des Studiums zu unterstützen. Dazu zählt von Seiten der Universitäten auch die Integration neuer Lehr-/Lernformen, die es den Studierenden ermöglichen das Studium erfolgreich zu absolvieren und den Anforderungen an das Berufsleben gerecht zu werden.

### **Ansatzpunkte für den Einsatz von Computerspielen**

Aus diesen Feststellungen lässt sich schließen, dass die Ausbildung zum Ingenieur einerseits oft von Motivationsproblemen gekennzeichnet ist, die aber auch auf die Lehrbedingungen in den Ingenieurwissenschaften zurückzuführen sind. Die Inhalte in den Fächern der Ingenieurwissenschaften zeichnen sich durch eine hohe Komplexität bei geringer Anschaulichkeit aus. Auch genügt die Vermittlung von Inhalten in Form passiver Teilnahme an Vorlesungen und Übungen nicht für den Erwerb und die Einübung des geforderten Wissens. Wichtige Lernprozesse liegen außerhalb der Veranstaltung und werden in die Verantwortung der Studierenden delegiert. Zwischen den formellen Lehr-Veranstaltungen und den eigentlichen Lern-Prozessen bestehen kaum systematische Verbindungen. Zusätzlich wird diese Situation durch einen großen Anspruch in mathematischen Grundfragen verschlechtert, die in der Schule oft nur ungenügend und zu Beginn des Studiums meist gar nicht mehr vermittelt werden.

Computerspiele können bezüglich dieser Probleme verschiedene Funktionen übernehmen: Aufgrund ihres motivierenden Charakters können sie die intensive Beschäftigung mit dem Gegenstand fördern. Aufgrund ihrer Interaktivität, Anschaulichkeit und ihres simulativen Charakters ist es möglich die Inhalte plastisch und aktiv erfahrbar zu machen und den Erwerb und die Elaboration von Fakten- und Konzept-Wissen zu unterstützen. Sie können als Verbindung zwischen Lehr- und Lernphasen fungieren, diese vernetzen und als Tool auch helfen, die Lehrveranstaltungen zu verbessern. Sie eignen sich besonders für die wiederholte Anwendung von relevantem Wissen und eignen sich somit auch als Trainingsmedium, das z. B. die Übung mathematischer Grundlagen fördert.

Der Beitrag von Computerspielen zur Verbesserung problematischer Studienbedingungen dürfte allerdings gering sein. Allenfalls wenn sich das gesamte didaktische Setting aufgrund eines Lern-Computerspiels deutlich verändert ist von einer Verbesserung der Lehre allgemein auszugehen. Organisatorische Fragen oder die Betreuung der Studierenden in der Lehre müssen davon aber nicht betroffen sein. Auch haben Computerspiele keinen Einfluss, wenn der Studierende das Fach aufgrund einer beruflichen Neuorientierung wechselt. Sie können nur das Interesse am

Gegenstand beeinflussen. Eine Ausnahme wären Spiele, die explizit hinsichtlich dieses Problems entwickelt werden und sich der positiven Darstellung von Berufsfeldern befassen.

Der Abbruchgrund "mangelnde Studienmotivation" betrifft 21 % der Studienabbrecher. Die konkreten Begründungen sind "falsche Erwartung an das Studium" "Desinteresse an möglichen Berufen" und "nachgelassenes Interesse am Fach". Falsche Erwartungen an das Studium sind durch ein Informationsdefizit bei Schulabgängern nachvollziehbar. Auch die Studienbedingungen können sich hier negativ auswirken. Sofern sich die falschen Erwartungen aber auf die Lehre in den Ingenieurwissenschaften beziehen, können Computerspiele einen Beitrag leisten (s. u.). Das Desinteresse an möglichen Berufen dürfte mit dem Kennenlernen des Fachs und ersten praktischen Erfahrungen (z.B. erstes Praxissemester) zusammen hängen. So wie die oben genannte berufliche Neuorientierung ist der Einfluss der Computerspiele auch hier gering. Allenfalls Unternehmen könnten solche Spiele nutzen, um für ihre Arbeitsplätze zu werben. Viel wichtiger ist das nachlassende Interesse am Fach: Wenn das Interesse am Fach aufgrund der Art der Vermittlung an der Hochschule nachlässt, können Computerspiele hier sehr gut eingesetzt werden. Sie können eine motivierende Aufbereitung der Inhalte und ein lernförderliches Lernmedium sein.

Für den Einsatz von Computerspielen sind besonders die genannten Leistungsprobleme als Abbruchgrund relevant. Zweifel an der persönlichen Leistung, zuviel Studien- und Prüfungsstoff, zu hoher Leistungsdruck und das Nichterreichen des Studieneinstiegs deuten auf eine problematische Lehre hin: Das Ingenieurwissenschaftliche Studium ist durch einen hohen Anspruch (komplexe Inhalte), von Beginn des Studiums an (Studieneinstieg) und durch passive Vermittlung umfangreichen Wissens (Studien- und Prüfungsstoff) gekennzeichnet. Hieraus resultieren meiner Meinung nach begründet Zweifel an der persönlichen Leistung und ein als zu hoch empfundener Leistungsdruck. Computerspiele können dabei den Einstieg in das Studium erleichtern, die Vermittlung der Inhalte verbessern und zu einer motivierten und intensiven Beschäftigung und Einübung der Inhalte führen. Dennoch halte ich es für wichtig, dass mit dem Einsatz von Computerspielen auch ein Umdenken in der anderweitigen Vermittlung der Inhalte stattfindet. Genau genommen denke ich, dass Computerspiele nur dort eingesetzt werden dürften, wo dieses Umdenken bereits stattgefunden hat (zumindest rudimentär). Sofern ein Computerspiel aber als einziges (Allheil-)Mittel verwendet werden soll, muss gesagt werden, dass die positiven Effekte des Spiels geringer sein dürften.

Problematisch hinsichtlich des Studienabbruchs ist auch, dass die die Ingenieurwissenschaften bei den extrinsisch motivierten Fächergruppen an zweiter Stelle hinter den Wirtschaftswissenschaften liegen. Wenn persönliche Interessen und Neigungen fehlen, ist es eine große Herausforderung den Studierenden zu einer intrinsischen Motivation zu führen. Wenn auch Computerspiele eine motivierende Wirkung haben dürften, ist unklar, ob sie die Nachteile einer extrinsischen Motivation dauerhaft kompensieren können.

Das folgende Beispiel in der Mikrosystemtechnik zeigt, wie ein Lern-Computerspiel in einem solchen Setting eingesetzt werden kann. Neben der praktischen Verwertbarkeit des entwickelten Konzepts dient es auch der Veranschaulichung der in dieser Arbeit gemachten Annahmen zur Lernförderlichkeit und der Vorschläge zur Entwicklung eines Lern-Computerspiels.

## 6. Computerspiele in der Mikrosystemtechnik

Wie kann nun ein Lern-Computerspiel aussehen, das die genannten Wirkungen auf das Ingenieurwissenschaftliche Studium haben soll? Das folgende Kapitel zeigt, wie man ein kompliziertes Fach wie die Mikrosystemtechnik (MST, engl. micro-electro-mechanical-systems [MEMS]) mit Computerspielen vermitteln kann. Der Schwerpunkt der Erläuterung liegt auf der Gestaltung des Spiels als Lernmedium. Das gesamte didaktische Design werde ich, soweit notwendig, an passenden Stellen erläutern. Auch denke ich, dass erkennbar ist warum das entwickelte Spiel einen motivierenden Charakter hat. Auf das Gesamtdesign und den Aspekt der Emotion und Motivation geht aber die Arbeit von Carolin Dehne näher ein (Dehne, in Vorbereitung).

Das Kapitel ist nach der in dieser Arbeit empfohlenen Vorgehensweise zur Konzeptionierung eines Lern-Computerspiels aufgebaut. In Abschnitt 6.1 werden, neben einer Beschreibung des Projekts und des Lerninhalts „Mikrosystemtechnik“ die Vorentscheidungen (Schritt 1 und 2, Abbildung 6/1) dargestellt. Abschnitt 6.2 stellt den Prototypen anhand der Schritte drei bis fünf genauer dar.



Abbildung 6/1: Schritte der Konzept-Entwicklung für ein Lern-Computerspiel

## 6.1 Projektbeschreibung: Game-based Learning in der Mikrosystemtechnik

### 6.1.1 Das Projektumfeld und die Beteiligten

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert in dem Projekt „MST 2000+“ seit 2002 Aus- und Weiterbildungsnetzwerke für die Mikrosystemtechnik. In diesem Rahmen sind inzwischen sechs solcher Netzwerke in dem Verbund „Aus- und Weiterbildungsnetzwerke für die Mikrosystemtechnik“ (AWNET) zusammengeschlossen. Eines dieser Netzwerke ist das zusätzlich von der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH (VDI/VDE-IT) geförderte Munic Micronet unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Norbert Schwesinger vom Fachgebiet Mikrostrukturierte Mechatronische Systeme (FG MMS) der TU München.

Die inhaltlichen Säulen des Munic Micronet (MM) sind die Motivation, Ausbildung und Weiterbildung in der Mikrosystemtechnik. Konkret bedeutet dies:

- „- Schülerinnen und Schülern bereits während ihrer Schulzeit an High-Tech-Entwicklungen heranzuführen und für eine Berufswahl in zukunftsorientierten, technisch geprägten Bereichen zu motivieren.
- Erarbeitung qualifizierter Ausbildungsplattformen für Studenten im Bereich der Mikrosystemtechnik.
- Durchführung von Weiterbildungsveranstaltungen auf dem Gebiet der Mikrosystemtechnik für Fachexperten sowie Lehrerinnen und Lehrer.“  
([http://www.munichmicronet.de/wir\\_ziele.html](http://www.munichmicronet.de/wir_ziele.html))

Die Entwicklung des Prototypen war ein Projekt des Bereichs „Ausbildungsplattformen für Studenten“. Im Rahmen des Studiengangs Technische Elektrophysik am gleichnamigen Lehrstuhl (TEP) der TU München wird die Mikrosystemtechnik als Wahlpflichtangebot mit fünf Veranstaltungen ausgebildet. Das Angebot umfasst zwei Vorlesungen (MST 1 und 2), zwei zugehörige Übungen und ein Projektseminar sowie Praktika im Rahmen der einzelnen Veranstaltungen (wobei Vorlesung und Übung MST 1 verpflichtend für alle Studierenden des Studiengangs sind). Der spielbasierte Prototyp sollte in allen Veranstaltungen unterstützend eingesetzt werden. Hauptsächlich war er aber als selbstgesteuert eingesetztes Übungsmedium konzipiert. Ziel des Projekts war es zu zeigen, dass Computerspiele nicht nur eine motivierte, intensive Beschäftigung mit einem Gegenstand fördern, sondern auch anspruchsvolle, aufwändige und besonders effektive Lernmedien sein können. Ihr Vorteil ist es komplexe Inhalte anschaulich abzubilden und interaktiv erfahrbar zu machen, wie verschiedene Beispiele anspruchsvoller Strategiespiele oder Wirtschaftssimulationen zeigen. Den emotional-motivationalen Vorzügen von Computerspielen stehen somit „seriöse“, lehr-lerntheoretische Vorteile gegenüber: Computerspiele werden hier als anschauliche, interaktive und komplexe Lernmedien aufgefasst. Sie sind eng mit Planspielen, Simulationen und Visualisierungen verwandt.

Um den noch zu schildernden Prototypen besser verstehen zu können, ist es erforderlich die Mikrosystemtechnik kennenzulernen. Ich schildere im Folgenden, was die Mikrosystemtechnik ist und wie ein Mikrosystem hergestellt wird.

### Was ist Mikrosystemtechnik?

Heutzutage ist jeder Mensch von zahlreichen Mikrochips umgeben. Die meisten tragen kleine Mikro-Prozessoren in ihrem Handy mit sich herum und kennen die leistungsfähigen Prozessoren in Computern. Neben der Vielfalt an Mikrochips in einem einzigen PC finden sich diese so gut wie in jedem elektronischen Gerät vom Videorekorder, über den Anrufbeantworter bis hin zu Küchengeräten. Alle diese Chips sind sehr klein und werden als Mikroelektronik gefertigt. Die Mikroelektronik hat viele Gemeinsamkeiten mit der Mikrosystemtechnik: Unter einem Mikrosystem versteht man ein sehr kleines Bauteil, das im Bestfall Sensoren, elektronische Verrechnung der Daten und eine physikalische Aktion (Aktorik) miteinander verbindet. Die Gemeinsamkeit von Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik ist die elektronische Verrechnung von Signalen: Ein Mikroprozessor, z.B. ein Taschenrechner, nimmt die Eingaben in elektronischer Form von den Tasten des Geräts an, berechnet die gewünschte Operation und gibt das Ergebnis elektronisch auf das Display aus. Hier ist also alles elektronisch. Ein Mikrosystem dagegen verwandelt elektrische Energie bzw. Signale stets in eine andere physikalische Form. Dabei gibt es zwei Richtungen, die zu einem (theoretisch) vollwertigen Mikrosystem gehören: Von anderen physikalischen Größen in ein elektrisches Signal (Sensorik) und von einem elektrischen Signal in andere physikalische Größen (Aktorik). In der Praxis finden sich in Mikrosystemen selten beide Richtungen vereint, da solche Systeme sehr komplex wären.

Ein Beispiel für ein bekanntes Mikrosystem sind Sensoren, die einen Airbag bei einem Unfall auslösen: Das Mikrosystem ermittelt das Ausmaß der physikalischen Größe „Verzögerung“ über einen Sensor und stellt fest, ob das Ausmaß so kritisch ist, dass der Airbag ausgelöst werden muss (Verrechnung). Als Sensor wird eine sehr kleine Metallmasse an einer sehr dünnen Metallzunge hergestellt, die sich durch Massenträgheit in die Fahrtrichtung bewegt, wenn das Fahrzeug gebremst wird. Die Besonderheit der sehr geringen Größe dieses Sensors ist, dass sich die Metallmasse nur bei starken Verzögerungen wie einem Auffahrunfall bewegt, nicht aber bei einer normalen oder starken Bremsung des Fahrzeuges. Moderne Airbag-Sensoren erfassen noch mehr Daten, wie z.B. die Richtung des Aufpralls, um den Airbag nur in geeigneten Situationen auszulösen. Derartige Mikrosysteme finden sich zunehmend in modernen Fahrzeugen: Anti-Blockier-System (ABS), Anti-Schlupf-Regelung (ASR) und Elektronisches-Stabilitätsprogramm (ESP) sind bekannte Beispiele.

Auch in der anderen Richtung (Umwandlung elektronischer Energie in eine andere physikalische Größe) gibt es ein sehr bekanntes Beispiel: Der Druckkopf eines Tintestrahldruckers. Hier sorgt ein Mikrosystem für den Auswurf des Tintentropfes. Nach den elektronischen Signalen, die der Computer je nach Ausdruck ausgibt, berechnet das Mikrosystem die erforderliche Tintenmenge für jede einzelne Düse des Druckkopfes und veranlasst ein Bauteil (Aktor) dazu den Tropfen auszuwerfen. Dazu wird z.B. ein kleiner Tinten-Vorratsraum vor der Düse verkleinert und dadurch ein Tintentropfen ausgeworfen. Um das zu erreichen kann man die Form (den Raum) des Vorrats z.B. piezoelektronisch verkleinern.

Wenn ein bestimmter Strom auf das piezoelektronische Material gegeben wird, verformt es sich immer gleich. Man kann das piezoelektronische Material so anordnen, dass es den Vorratsraum der Tinte verkleinert und so die Tinte herausdrückt. Eine andere Möglichkeit ist es einen Teil der Tinte zu erhitzen: Die verdampfte Tinte hat ein größeres Volumen als die flüssige und verbraucht damit mehr Platz im Vorratsraum. Somit wird der nicht erhitze, flüssige Rest der Tinte im Vorratsraum ebenfalls nach aussen gedrückt.

### Wie ein Mikrosystem hergestellt wird

Wie kann man nun ein so kleines Bauteil mit so vielen Funktionen herstellen? Klein bedeutet hier, dass ein Mikrosystem ungefähr die Größe eines Geldstücks hat. Zumeist hat ein komplettes Mikrosystem die Fläche einer Münze und ist etwas höher. Das Mikrosystem selbst hat meist die Größe eines fünf bis 20 Cent-Stücks. Die notwendige Verkabelung des Mikrosystems lässt es dann deutlich größer erscheinen, da die Kabel zwar auf Mikroebene angeschlossen werden, selbst aber die herkömmliche Größe eines Drahtes haben. Bei diesen geringen Ausmaßen können keine herkömmlichen Werkzeuge wie z.B. in der Feinwerktechnik verwendet werden. In der Mikrosystemtechnik werden diese sehr kleinen Bauteile mit verschiedenen Verfahren auf ein Basismaterial aufgebracht oder aus ihm herausgearbeitet.

Allgemein wird ein Mikrosystem in den folgenden Schritten hergestellt:

- 1) Definition der Aufgabe und Auswahl eines physikalischen Effekts, der die Erfüllung der Aufgabe ermöglicht (z.B. Verdampfung von Tinte für den Auswurf eines Tropfens)
- 2) Entwicklung einer dreidimensionalen konstruktiven Lösung, die den Aufbau des Mikrosystems zeigt (z.B. Tintentank, Vorratsraum mit Heizelement und Düse)
- 3) Transformation des 3d-Aufbaus in ein zweidimensionales Layout aus einzelnen Schichten aus denen das Mikrosystem zusammen gesetzt wird
- 4) Auswahl der zu verwendenden Materialien
- 5) Herstellung der einzelnen Schichten
- 6) Konfektionierung der Mikrosysteme: Verbinden der Schichten, Trennen der einzelnen Mikrosysteme aus dem Wafer, Anbringen eines Gehäuses und der Verkabelung

Zu Beginn der Herstellung eines Mikrosystems wird, nachdem die Aufgabe des Systems geklärt wurde, ein physikalischer Effekt ausgewählt mit dem die gewünschte Funktion erzielt werden kann. Hierfür gibt es eine Reihe typischer Grundelemente wie Platten, Membranen, Balken, Stäbe oder Vertiefungen. Sie dienen z.B. beim Airbag-Sensor dazu, die Schwungmasse herzustellen, die sich bei einem schweren Aufprall bewegt. Um nun diese Bewegung zu detektieren, kommen so genannte Wandlerprinzipien zum Einsatz, die erklären, wie eine physikalische Größe in eine andere umgewandelt werden kann. Im Fall des Airbagsensors wird die Bewegung der Schwungmasse piezoelektronisch in ein elektrisches Signal umgesetzt, das ausgewertet wird um zu entscheiden ob der Airbag auslösen soll. Das durch die Schwungmasse verformte piezoelektrische Material gibt einen zuverlässigen elektrischen Impuls ab, der gemessen wird. Im Tintendruckkopf wird das elektrische Steuersignal des Computers in eine unterschiedliche Erhitzung eines Heizelements

umgesetzt und so unterschiedliche Mengen der Tinte erhitzt und ausgeworfen. Wandler werden in Sensoren, Generatoren und Aktoren unterschieden. Sensoren wandeln eine physikalische Größe in elektrischen Strom um. Generatoren funktionieren wie Sensoren, nur wird der dabei erzeugte Strom nicht ausgewertet, sondern als Energie für das Mikrosystem verwendet. Aktoren wandeln elektrischen Strom in eine andere physikalische Größe um, z. B. um einen Tintentropfen auszuwerfen.

Wenn ein geeigneter physikalischer Effekt ausgewählt ist, wird eine dreidimensionale Umsetzung des Mikrosystems entworfen. So könnte ein Airbag-Sensor aus einem rechteckigen Hohlraum bestehen, in dessen Inneren sich ein kleiner Würfel befindet, der an einer dünnen Metallzunge an einer der Innenwände befestigt ist. In der Mikrosystemtechnik kann dieser Aufbau nicht aus Einzelteilen zusammengesetzt werden. Man muss diesen Entwurf in zweidimensionale Schichten umsetzen: Die Herstellungsprozesse in der Mikrosystemtechnik bringen entweder Material auf ein Basismaterial auf oder lösen es aus ihm heraus. Die Höhe oder Tiefe der auf- oder eingebrachten Strukturen hängt zumeist nur von der Anwendungsdauer eines Prozessschritts ab. In unserem Beispiel werden durch Ätzen zwei Schichten hergestellt, die eine Vertiefung in der Mitte haben, so dass zwei Wannens entstehen. Setzt man diese beiden Schichten aufeinander, entsteht schon fast ein hohler Würfel. Aus einer dritten Schicht wird ein durchgängiges, quadratisches Loch geätzt. Hier wird in der Mitte aber ein kleiner Würfel vom Ätzen ausgenommen, der die Schwungmasse bildet. Ebenfalls wird ein schmaler Steg ausgespart, an dem die Schwungmasse befestigt ist. Diese dritte Schicht wird zwischen die beiden Wannens gesetzt und so entsteht eine Schwungmasse in einem Hohlraum.

Wenn ein solches zweidimensionales Layout erstellt ist, müssen geeignete Materialien für die Herstellung ausgewählt werden. Als Grundlage für jedes Mikrosystem kommen Basis- bzw. Substratmaterialien zum Einsatz, auf die andere Materialien aufgebracht oder in die Strukturen oder andere Materialien eingebracht werden. Das bekannteste Basismaterial ist Silizium, das einfach und in großer Menge hergestellt werden kann und gute Eigenschaften für die Herstellung von Mikrosystemen hat. Je nach Aufgabe nutzt man aber auch Glas, Quarz, Keramik, Metalle oder Kunststoffe (Polymere) aufgrund ihrer Eigenschaften.

Um die Eigenschaften eines Basismaterials zu verändern nutzt man so genannte Dotierstoffe, die sich mit dem Basismaterial verbinden und so neue physikalische Effekte erzeugen. Wenn Strukturen nicht in das Basismaterial eingebracht werden (z.B. durch Ätzen) werden andere Stoffe als so genannte Schichtwerkstoffe aufgebracht. Sie bilden z.B. Grundelemente (Balken, Stäbe, Platten oder Membranen) oder Leiterbahnen, die elektrischen Strom im Mikrosystem führen. Letztlich gibt es so genannte Hybride, die zum Verbinden der einzelnen Schichten (Klebstoffe oder Bondwerkstoffe) oder z. B. zum Anschluß von Kabeln (Lote) dienen. Eine spezielle Gruppe sind die Hilswerkstoffe, die nicht Teil des Mikrosystems sind, sondern nur zwischenzeitlich verwendet werden um einen bestimmten Prozessschritt zu unterstützen. In einem späteren Prozessschritt entfernt man diese aber wieder.

Zur Herstellung der einzelnen Schichten eines Mikrosystems existieren eine Vielzahl unterschiedlicher Prozesse, die alle dem Beeinflussen des Basismaterials, dem Aufbringen anderer Materialien auf ein Basismaterial oder dem Einbringen von Strukturen in das Basismaterial dienen.

Beim Verändern der Eigenschaften des Basismaterials entstehen durch chemische und physikalische Prozesse (Oxidation, Diffusion) Verbindungen mit anderen Stoffen. Um andere Stoffe auf das Basismaterial aufzubringen werden chemische oder physikalische Verdampfung oder Zerstäubung und galvanische Verfahren verwendet. Teilweise können Materialien einfach aufgetragen werden (z.B. Fotolacke, s.u.). Um das Material dabei gleichmässig aufzutragen wird im so genannten Spincoating das Basismaterial sehr schnell auf einer Schleuder gedreht und der andere Stoff aufgetragen. Durch die Rotation wird je nach Dauer immer mehr von dem zusätzlichen Material nach außen weggeschleudert und gleichzeitig eine gleichmäßige Schicht erreicht. Zum Einbringen von Strukturen in das Basismaterial werden Nass- und Trockenätzprozesse verwendet, die je nach Ätzdauer unterschiedlich tiefe Formen in das Material ätzen. Um das Ätzen zu steuern werden mittels Fotolacken Schutzschichten aufgebracht, die das Ätzen wie eine Maske an bestimmten Stellen verhindern. Ergänzend gibt es Spritzgieß-, Präge- und Spanverfahren, die ebenfalls dazu dienen Strukturen in das Basismaterial einzubringen.

Zur Fertigstellung eines Mikrosystems, dem so genannten Konfektionieren, nutzt man Verfahren mit denen die einzelnen Schichten zusammengesetzt werden. Da ein Mikrosystem nicht einzeln hergestellt wird, sondern stets viele gleiche Systeme auf einem Wafer (einer Scheibe des Basismaterials) entstehen, müssen diese nach dem Zusammensetzen voneinander durch Sägen, Brechen oder Ritzen getrennt werden. Abschließend werden die Mikrosysteme in ein schützendes Gehäuse verpackt und über Kabel oder andere Verbindungsverfahren beispielweise mit der Fahrzeugelektronik oder dem Tintenstrahldrucker verbunden.

Aus der Vielfalt der Materialien und Prozesse ergibt sich eine hohe Komplexität des Gegenstands. Für die Herstellung eines Mikrosystems sind zumeist mehrere Lösungen möglich, die sich durch Kosten und Aufwand unterscheiden.

## 6.1.2 Vorentscheidungen

1

### Konzeptionelle Vorentscheidungen

Verhältnis von Gameplay und Didaktik, Setting, Inhaltsumfang, Lernziele, Computerspiel-Genres, Plattform, Herstellungsmöglichkeiten

### Verhältnis von Gameplay und Didaktik

Auf der Basis theoretischer Überlegungen zur Verbindung von Lernen und Spielen soll das Spiel zum einen motivierenden Charakter haben und vernachlässigte Emotionen beim Lernen ansprechen (vgl. Reinmann, 2004; Dehne, in Vorbereitung). Zum anderen soll die aktive Wissensanwendung gefördert und mediendidaktisch unterstützt werden.

Ziel ist es, ein spiel-basiertes, motivierendes Lernmedium zu schaffen, das die aktive Anwendung und Vertiefung der Lehrinhalte ermöglicht ohne dabei eine enge Verbindung zu den Inhalten aufzugeben.

Das Arrangement des Projekts umfasst somit die zwei Komponenten „Lern-Computerspiel“ und „Einbettung“. Ich stelle das Lern-Computerspiel detailliert vor. Carolin Dehne befasst sich in einer zweiten Dissertation mit der didaktischen Einbettung bzw. dem gesamten Blended Learning-Arrangement (vgl. Dehne, in Vorbereitung). Ich gebe aber der Vollständigkeit halber einen kurzen Einblick in dieses Arrangement.

Mark Prensky (2001) argumentiert, dass Game-Based Learning hauptsächlich für eine Zielgruppe geeignet ist, a) die mit technischen und eher schwer verständlichen Inhalten, sowie mit komplexen Prozessen arbeiten muss, b) die für bestimmte Lehr-Lernziele schwer erreichbar und tendenziell unmotiviert ist und c) bereits Erfahrungen im Bereich Computerspiele besitzt und eine Affinität für (Computer-) Spiele mitbringt. In Fall des Faches Mikrosystemtechnik ist definitiv ein technischer und schwer verständlicher Inhalt gegeben. Das zentrale Lernziel ist es, die Herstellung von Mikrosystemen zu erlernen, die in komplexen Prozessen produziert werden. Da die Mikrosystemtechnik teilweise verpflichtend, teilweise freiwillig studiert werden kann (s.u.), kann zumindest in den Pflichtteilen auch von Motivationsdefiziten ausgegangen werden. In einer Befragung der Studierenden konnte auch gezeigt werden, dass sie eine Affinität zu Computerspielen aufweisen (Adler & Dehne, 2004b). Auch zeigen Studien, dass es schon bei herkömmlichen Computerspielen Transfers in die reale Welt gibt (z.B. Fritz, 1997c). Aus diesem Grund haben wir erwartet, dass auch eine Rückübertragung des im Spiel implementierten Wissens auf praktische Probleme leicht sein würde. Es sollte keine Lernumgebung mit spielerischen Elementen geschaffen werden, sondern ein Computerspiel, in das der Inhalt „Mikrosystemtechnik“ eingebettet ist.

### Setting

Aufgrund des Projektumfelds war klar, dass kein reines Selbstlernmedium sinnvoll sein würde. Vielmehr erschien es vielversprechend, die vorhandene Wissensvermittlung um ein Spiel zur Wissensanwendung in einem Blended Learning-Arrangement zu ergänzen. Blended Learning wurde im Anschluss an e-learning eingeführt, um deutlich zu machen, dass ein Ersatz herkömmlicher Lehrformen durch elektronische Medien nicht sinnvoll ist.

Das Lern-Computerspiel muss aber nicht nur gemäß den Lernstufen des Curriculums aufgebaut sein und als Begleitung der Vorlesung fungieren. Es sollte zudem flexibel in Vorlesung, Übung und Projektarbeit als Experimentier- und Visualisierungswerkzeug eingesetzt werden können. In der Mikrosystemtechnik (MST) werden zwei Vorlesungen (MST 1+2) angeboten und jeweils von einer Übung begleitet. Ergänzend finden ein Projektseminar und Praktikas im fachbereichseigenen Reinraum statt. Diese unterschiedlichen Veranstaltungen sollten künftig alle von einem „Lern-Computerspiel“ begleitet werden. Neben der instruktionalen Funktion der Präsenzveranstaltungen ist der soziale Aspekt des Lernens von Bedeutung. Die hier bisher geringe Kommunikation und Kooperation der Studierenden untereinander und mit den Dozenten sollte ebenfalls durch das „Lern-Computerspiel“ angeregt werden: Computerspieler pflegen einen regen und intensiven Austausch über ihre aktuellen Spiele. Das Spiel hätte die Rolle eines Katalysators für den Austausch der Studierenden und Lehrenden übernehmen sollen. Außerdem war es vorgesehen das Lern-Computerspiel in Kleingruppen von zwei bis drei Studierenden zu nutzen.

Die Kohärenz dieses Arrangements zeigt sich in der engen und mehrfachen Verknüpfung theoretischer und praktischer Lehre, rezeptiver und aktiver Lernformen, virtueller und realer Wissensanwendung.

Durch die Kombination von virtuellen Aufgaben in Teams, Projekten und unterschiedliche Lehr-/Lernformen wurde versucht die Kooperation und damit die sozialen Kompetenzen der Studierenden zu fördern. Parallel zum Blended Learning wird ein Lehrbuch Mikrosystemtechnik verfasst. Das Lehrbuch stellt sämtliche Grundlagen der Mikrosystemtechnik in einer übersichtlichen und an die Wissensvermittlung angelehnten Struktur dar. Es ist das begleitende Grundlagenwerk für alle zuvor genannten Elemente des Arrangements und geht inhaltlich z. B. über begleitende Skripte hinaus. Die Fertigstellung des Buchs erfolgt bis Mitte 2008.

### **Inhaltsumfang und Lernziele**

Mikrosysteme basieren auf der Technologie der Mikroelektronik, haben aber nicht nur elektronische, sondern auch aktorische und sensorische Aufgaben. Hierfür werden sowohl mikroelektronische als auch spezielle Verfahren der Mikrosystemtechnik gelehrt. Konkrete Inhalte der Lehre in der Mikrosystemtechnik sind:

- Elektrotechnische Grundlagen der Mikrosystemtechnik
- Werkstoffliche, technologische und konstruktive Grundlagen der Mikrosystemtechnik
- Entwurf, Entwicklung und Produktion von Mikrosystemen

Von besonderer Bedeutung sind dabei die hohen Anforderungen bei der Produktion eines Mikrosystems. Die Funktion eines Mikrosystems wird durch ein bestimmtes physikalisches Prinzip realisiert. Die Schwierigkeit dabei ist, den gewählten physikalischen Effekt mit gegebenen Technologien zu realisieren. Bei der Verkettung der einzelnen Verfahren passiert es aber oft, dass einer der letzten Produktionsschritte das gesamte bisherige Ergebnis zerstört und z. B. ein anderer Werkstoff und damit ein komplett neuer Produktionsprozess entworfen werden muss. Die Kenntnisse und Fertigkeiten für die Lösung dieser komplexen Probleme werden in den einzelnen Veranstaltungen sukzessive theoretisch und praktisch vermittelt. Das Lern-Computerspiel hilft diese Kenntnisse anzuwenden und die erforderlichen Fähigkeiten explorativ und experimentell zu entwickeln und zu trainieren. Durch die Virtualisierung des Gegenstands können die aufwändigen und teuren Prozesse beliebig oft wiederholt und variiert werden. Um die Vielzahl der Materialien und Prozesse im Lern-Computerspiel richtig kombinieren zu können, sind umfangreiche Kenntnisse der Mikrosystemtechnik im Speziellen und der Elektrophysik Allgemein erforderlich.

Der zugrundeliegende Inhalt hat also einen großen Umfang. Einerseits war es eine Projektanforderung, alle Lehr-Inhalte der Mikrosystemtechnik abzudecken, andererseits bot es das Setting an, sich im Spiel auf die Wissensanwendung zu konzentrieren und wenige Informationen im Spiel einzubetten. Die bestehende Lehre sollte nicht ersetzt sondern ergänzt werden. Hinsichtlich der Lernziele stand im Spiel die Wissensanwendung gegenüber der Wissensvermittlung im Vordergrund. Durch das wiederholte Spielen der gestuften Level und einen (geplanten) so genannten „free-build“-Modus sollte das Spiel aber auch dem Training der Herstellung von Mikrosystemen dienen können: In einem „free-build“-Modus werden dem Spieler keine besonderen Aufgaben oder Ausgangssituationen angeboten, sondern eine offene

Spielrunde, in der er sofort Zugriff auf alle Spielelemente hat und sich seine Aufgaben und Ziele selbst wählen kann. Für das Lern-Computerspiel in der Mikrosystemtechnik käme dies einem freien Konstruktionsmodus gleich, in dem die Studierenden beliebige Herstellungsprozesse hätten testen können.

### Computerspiel-Genre

Für die Umsetzung des Inhalts wurden nach ersten Überlegungen zwei Genres in die engere Wahl gezogen: Zum einen schien die Umsetzung in Form einer Simulation naheliegend und zum anderen war eine analoge Umsetzung als Strategiespiel denkbar. Die Gefahr bei der Umsetzung als Simulation war die große Nähe zu den im Studium üblichen technischen Simulationen, was von Studierenden und Mitarbeitern negativ beurteilt wurde. Trotzdem war es dennoch denkbar eine Sonderform der Simulation einzusetzen. Ein Denkspiel (vgl. 2.1 und siehe z.B. „Crazy Machines“ in Abb. 3/13 S. 106) hätte nicht die Nähe zu der im Studium üblichen Simulation gehabt und sollte das Experimentieren mit Herstellungsprozessen abbilden. Die Alternative dazu war ein Strategie-Spiel, bei dem Herstellungsschritte und Materialien in einer Analogie mit Gebäuden und Ressourcen abgebildet werden könnten. Da es sich hierbei um ein anspruchsvolleres Genre handelte, zu dem die Zielgruppe eine Affinität aufwies (vgl. Adler & Dehne, 2004b), wurde diese Variante bevorzugt.

### Plattform

Die Auswahl der Plattform war in diesem Projekt sehr einfach. Die Befragung der Studierenden ergab, dass die große Mehrzahl einen geeigneten PC bereits besaß (Adler & Dehne, 2004b). Ebenso waren derartige Rechner auch am Lehrstuhl und in den Computerräumen für die Studierenden vorhanden. Daneben war es offen, ob das Lern-Computerspiel auch verteilt über das Internet spielbar sein sollte. Dies wäre mit dem ausgewählten Produktionstool (s. u.) möglich gewesen, hätte aber einen deutlichen Mehraufwand ohne erkennbaren Mehrwert bedeutet. Da im Projekt die Face-to-Face-Zusammenarbeit der Studierenden gefördert werden sollte, wurde auf eine über das Internet spielbare Version verzichtet.

### Herstellungsmöglichkeiten

Die Entwicklungsumgebung zur Herstellung des Computerspiels bestimmte der technische Partner (Bogengang, Berlin). Er konnte auf Kompetenzen in der Nutzung der 3d-Entwicklungsumgebung „VirTools“ (<http://www.virttools.com/>) zurückgreifen. VirTools ist eine umfangreiche Entwicklungsumgebung zur Herstellung dreidimensionaler Visualisierungen und Anwendungen auf allen PC-Systemen und für das Internet und wird auch für die Herstellung von semi-kommerziellen Computerspielen verwendet.

## 2

### Didaktische und Design-orientierte Vorentscheidungen

Formulierung von handlungsorientierten Lernzielen und Berücksichtigung der Besonderheiten des Computerspiels

### Formulierung von handlungsorientierten Lernzielen

Das Spiel sollte es ermöglichen, einen Produktionsprozess zu entwerfen und zu überprüfen und somit die kostengünstige (virtuelle) Anwendung des Gelernten zu fördern. Hierfür wurden die Prozesse der Mikrosystemtechnik in einem didaktisch reduzierten Modell abgebildet, das es ermöglicht die Auswirkungen eines Produktionsschrittes optisch an einer Werkstück-Visualisierung zu überprüfen.

Das geplante Lern-Computerspiel wurde in drei grobe Schwierigkeitsstufen eingeteilt. Diese Stufen waren auf die Lehrveranstaltungen abgestimmt. In der Vorlesung und Übung „Mikrosystemtechnik 1“ werden die Grundlagen der Materialien und Prozesse vermittelt.

In der ersten Stufe des Spiels sollten die Studierenden die Herstellungsprozesse einfacher Teile von Mikrosystemen rekonstruieren und reproduzieren. Die einzelnen Level befassen sich jeweils mit bestimmten Schritten der Mikrosystemherstellung und den zugehörigen Materialien. In den Level wurden die konkreten Schritte und Materialien vorgegeben. Aufgabe der Studierenden ist es, den vorgebenen Herstellungsprozess anhand der vorhandenen Prozessschritte und Materialien zu rekonstruieren. In der Vorlesung und Übung Mikrosystemtechnik 2 steht der Entwurf und die Entwicklung von Mikrosystemen im Vordergrund. In der zweiten Stufe des Spiels sind die Herstellungsprozesse nicht mehr vorgegeben, sondern müssen von den Studierenden selbst entwickelt werden. Neben der Herstellung der Mikrosysteme wird auch der Entwurf von Mikrosystemen parallel erlernt.

Im Verlauf der Stufe 2 müssen die Studierenden immer mehr Teile des Mikrosystems selbst entwerfen. Im abschließenden Projektseminar werden im Auftrag eines wechselnden Industriepartners reale Aufgabenstellungen bearbeitet. Die Studierenden müssen hierbei eine technische Lösung für die gewünschte Aufgabe des Mikrosystems entwickeln und einen praxistauglichen und wirtschaftlichen Herstellungsprozess finden. Die dritte Stufe des Spiels soll hierfür einen freien Experimentiermodus bereitstellen: Angelehnt an den so genannten „free-build“-Modus in Aufbau-Strategie-Spielen stehen hier alle Materialien und Prozessschritte frei und unbeschränkt zur Verfügung. Den Studierenden können hiermit ihre Ideen und Entwürfe zeitnah überprüfen und verbessern. Da das Spiel eine vereinfachte Simulation des Gegenstands ist, sollten sich an die Suche einer ersten Lösung detaillierte technische Simulationen und die Überprüfung im Reinraum anschließen. Dieser Modus sollte auch der medialen Begleitung der Vorlesungen und Übungen dienen: In Echtzeit soll in einer Vorlesung oder Übung ein Problem aufgegriffen und synchron visualisiert werden.

In den Level der drei Stufen wird der Schwierigkeitsgrad über die Komplexität des Bauteils oder Mikrosystems und über die Anzahl der verfügbaren Materialien und Prozessschritte gesteigert. Durch die Modularität und Offenheit der hierfür notwendigen technischen Realisation ist es zudem möglich, das Spiel um eigene Lernszenarien zu ergänzen. Damit wäre es auch in anderen Bereichen einsetzbar und kann an zukünftige Entwicklungen angepasst werden. Zudem könnte es auch einfach für den Einsatz in der Mikroelektronik erweitert werden.

Neben den erhofften emotionalen und motivationalen Wirkungen des Spiels standen in kognitiver Hinsicht Anwendung, Analyse und Evaluation prozeduralen Wissens (Procedural Knowledge) im Vordergrund (vgl. Kapitel 4.2): Für die Lösung einer Aufgabe müssen die Studierenden erworbenes Wissen auf seine Verwendbarkeit überprüfen, eine Lösung daraus ableiten und überprüfen sowie das Ergebnis der Lösung hinsichtlich Aufwand und Kosten beurteilen. Durch die zweite Stufe und den offenen „free-build“-Modus wären ebenfalls die Prozesse des Kreierens (creat) implementiert gewesen, indem eigene Lösungen entwickelt werden müssen. Eine genauere Festlegung der Lernziele, vor allem die Festlegung in welcher Reihenfolge die Inhalte vermittelt werden sollten, konnte bis zur Einstellung des Projekts nicht erstellt werden. Vom Kooperationspartner an der TU München lagen lediglich der Aufbau des Lehrbuchs, nicht aber der inhaltliche Aufbau der Lehrveranstaltungen vor.

### Berücksichtigung der Besonderheiten des Computerspiels

Der wesentliche Unterschied zur technischen Simulation ist die Einbeziehung von positiven Emotionen in Form von Spaß und Faszination. Im Gegensatz zu Simulationen sollte das Spielprinzip mehr Spannung erzeugen.

Die gewählte Analogie sollte das Verständnis des Stoffes zusätzlich erleichtern und die vorgesehene Geschichte (s. Einleitung) sollte eine längere Beschäftigung mit dem Thema fördern und angenehmer machen. Ebenso deuten motivations- und emotionspsychologische Erkenntnisse darauf hin, dass Neugier und Interesse, erkundendes Verhalten oder Phänomene wie Flow, die in einem engen Verhältnis zum Spielen stehen, positiven Einfluss auf das Lernen haben (vgl. Dehne, in Vorbereitung). Der wesentliche Unterschied zu den in der Mikrosystemtechnik gebräuchlichen Simulationen ist die Einbeziehung von Emotionen in Form von Spaß, aber auch in Form von gelegentlicher Frustration: Ausbalancierte Aufgaben schaffen einen förderlichen Wechsel von zwischenzeitlicher Überforderung und Erfolg (z.B. Csikszentmihalyi, 1975 oder 1993). Die bisherigen konzeptionellen Schilderungen sollten bereits zeigen, dass das Spiel dem Lerner interessante Handlungen mit immer neuen Herausforderungen bietet, ohne komplizierte Detailfragen zu betonen. Die Haupthandlung im Spiel ist die Verkettung von Prozessschritten. Sie ist konsequent in Form des Aufbau-Strategie-Spiels umgesetzt, um dem Lerner ein Spielerlebnis zu ermöglichen und sich gleichzeitig mit der Anwendung der Lerninhalte zu befassen.

Bei der Konzeptionierung des Spiels wurden Kampfelemente bewusst ausgeschlossen, obwohl die Akzeptanz bei der Zielgruppe gegeben gewesen wäre (Adler & Dehne, 2004b). Anstelle von Kampfelementen spielt die Geschichte des Spiels in einem kampfnahen Science-Fiction-Szenario. Die Geschichte versetzt den Spieler in die Situation eines Wissenschaftlers, der von der fiktiven Regierung mit der Erkundung, Inbetriebnahme und Weiterentwicklung außerirdischer Technologie beauftragt wird. Gemäß dem Stufenkonzept und dem Schwierigkeitsgrad des Spiels sammelt die Hauptfigur zunehmend Informationen über die fremde Technologie. Somit wird der Lerner zunächst befähigt, stillgelegte Anlagen zu reproduzieren und wieder in Betrieb zu nehmen. Zum Ende des Spiels kennt die Hauptfigur des Spiels die fremde Technologie soweit, dass es ihr möglich ist selbst Lösungen für Aufträge zu entwickeln und umzusetzen. Die Hauptfigur und ihre Aufträge sind eine Analogie zum Lernprozess der Studierenden in der Mikrosystemtechnik. Ausgehend von minimalen Kenntnissen erwerben sie zunehmend Wissen, das zunächst für einfache Aufgaben eingesetzt wird und sie zum Ende des Spiels in die Lage versetzt selbst Mikrosysteme zu entwickeln und zu produzieren. Spiel und Geschichte unterstützen dabei nur die Wissenvermittlung in der Lehre und sind auf diese angewiesen. Beides bietet aber einen attraktiven Rahmen der sukzessiven Wissensanwendung und Vertiefung. Natürlich wäre auch ein anderes, freundlicheres Szenario denkbar gewesen. Es sollte aber ein Kompromiss zwischen den Präferenzen der (erwachsenen) Zielgruppe (ebd.) und den moralischen Aspekten gefunden werden. Der Hauptgrund für diese Entscheidung war die Befürchtung, dass die Attraktivität des Spiels mit einer anderen Thematik geringer für die Zielgruppe sein könnte. Zu diskutieren ist inwieweit man sich in diesem Punkt den erhobenen Wünschen der Zielgruppe unterordnen sollte. Bei einer jüngeren Zielgruppe wäre die Entscheidung zugunsten einer anderen Thematik gefallen. Im Sinne der Passung zur Zielgruppe haben wir uns im konkreten Fall für den geschilderten Kompromiss entschieden.

Natürlich sollte das Spiel intuitiv bedienbar sein, den Spieler stufenweise an seine Bedienung und an die Inhalte heranführen und kohärent entwickelt sein. Da der Prototyp nicht fertiggestellt werden konnte, kann ich dies aber nur an den bisherigen, konzeptionellen Schilderungen und den folgenden konkreten Erläuterungen verankern.

## 6.2 Technische Konzeption des Prototypen „Mikrosystemtechnik“

Auch wenn der im Projekt erstellte Prototyp nur einen gewissen Funktionsumfang erreicht hat, liegt natürlich ein weitergehendes Konzept vor. Ich schildere im Weiteren das genauere Konzept des geplanten Lern-Computerspiels und nicht nur den bisher realisierten Teil dieses Konzeptes. Da mir wie gesagt keine lauffähige End-Version des Prototypen bis zur Beendigung dieser Arbeit vorlag, kann ich weder gezielt ausgewählte Screenshots zeigen, noch eine Test-Version des Spiels an diese Arbeit anfügen. Im Anhang C findet sich ergänzend ein Abdruck des von der Firma Bogengang erstellten Handbuchs zum Prototypen, das eventuell hilft einen besseren Eindruck vom Spiel zu bekommen. Aus diesem Handbuch stammen auch die meisten der im Folgenden verwendeten Screenshots.



Abbildung 6/2: Hauptbildschirm des Prototyps Mikrosystemtechnik

### Der Prototyp Mikrosystemtechnik

Die obige Abbildung zeigt die Hauptansicht des Spiels. Es besteht aus einem Spielfeld auf dem sich die unterschiedlichen „Gebäude“ (Prozessschritte) und „Ressourcen“ (Materialien) befinden. Die Gebäude des Spiels können verbunden werden, um eine Prozesskette abzubilden. Ergänzend müssen jedem Gebäude die erforderlichen Ressourcen zugewiesen werden. Für jedes Objekt auf dem Spielfeld

kann im unteren Bildschirmbereich eine kurze Information angezeigt werden. Im linken unteren Bereich wird ein Ausschnitt des Werkstückes gezeigt, an dem die Auswirkung jeder Verknüpfung schrittweise nachvollziehbar ist.

### Inhalte erfahrbar machen

3

#### Interaktivität

Freiheitsgrade, Haupthandlungen, Aufgaben(, Auswahl eines Genres)

Die Mikrosystemtechnik bietet als Inhalt, besonders hinsichtlich der Herstellungsprozesse, genügend Freiheitsgrade, die im Spiel aufgegriffen werden können. Für die Herstellung eines Mikrosystems ist es erforderlich aus einer Vielzahl von physikalischen Effekten, unterschiedlichen Materialien und speziellen Prozessen eine technische Lösung des gestellten Problems zu entwickeln. Diese großen Freiheitsgrade sollten auch im Lern-Computerspiel implementiert werden. Dem Lerner ist es im Spiel prinzipiell möglich aus dieser Vielfalt der Materialien und Prozesse (Ressourcen und Gebäude) zu wählen. Da der Lerner zu Beginn des Spiels erst wenige Kenntnisse der Mikrosystemtechnik hat und das Spiel nur kurze Informationen bereithält, ist es ihm zunächst nicht möglich das gesamte Angebot zu nutzen. Außerdem würde das Spiel, wenn schon alle Funktionen verfügbar wären, sehr kompliziert sein und der Lerner müsste sich mühsam und langwierig einen Überblick über das Spiel verschaffen. Aus diesen beiden Gründen wurde das Spiel in drei Stufen eingeteilt. In der ersten Stufe werden sukzessive mehr und mehr Prozesse und Materialien dafür eingesetzt, einfache Mikrosystem-Teile oder später vollständige Mikrosysteme zu reproduzieren, d.h. nachzubauen. In Stufe 2 muss der Lerner ein System nach einer vorgegebenen technischen Lösung fertigen, kann dafür aus zunehmend mehr Prozessen und Materialien auswählen und immer mehr Teile des Mikrosystems selbst entwerfen. In Stufe drei stehen dem Spieler alle Prozesse und Materialien frei zur Verfügung.

Gemäß der genretypischen Haupt-Handlungen des Strategiespiels (vgl. Tab. 4/4, S. 165) steht das Sammeln und Nutzen von Ressourcen und Gegenständen sowie das Platzieren und Manipulieren von Objekten bzw. Szenarien im Vordergrund. Für das Sammeln der Ressourcen werden Spielfiguren eingesetzt, die die jeweilige Ressource „abbauen“ und zum jeweiligen Gebäude bringen, wie es in gängigen Strategiespielen üblich ist (Steuern von Spielfiguren). Auf Kampfelemente wurde, trotz der Affinität der Zielgruppe, verzichtet und ein Handels-/ Aufbau-Strategie-Spiel konzipiert. Aufgrund der Passung des Genres anhand der gewählten Analogie zum Inhalt und der überwiegenden Zustimmung der Zielgruppe (Adler & Dehne, 2004b) wurde auch kein Genremix entwickelt.

Für die Herstellung eines Mikrosystems sind etliche Materialien von Bedeutung, die im Spiel als Ressourcen abgebildet sind (Abb. 6/3). Der Lerner kann diese Ressourcen auf dem Spielfeld finden und eine Kurz-Information darüber abrufen. Der Lerner muss sich also zunächst informieren, welche Materialien im Level verfügbar sind. Zu Beginn des Spiels



Abbildung 6/3: Einsammeln von Ressourcen

sind zur Vereinfachung nur wenige

Ressourcen verfügbar. Am Ende des Spiels stehen alle Ressourcen oder eine gezielte Auswahl zur Verfügung: Über die Auswahl der verfügbaren Materialien können die möglichen Lösungen begrenzt und somit z. B. schwerere Aufgaben gestaltet werden. So sind z. B. einfachere Lösungen ausgeschlossen, wenn dafür erforderliche Materialien fehlen. Das Punktesystem sollte aber auch die Kosten von Materialien und Prozessen berücksichtigen und die unterschiedlichen Lösungen u. a. aus Kostensicht vergleichbar machen. Im Prototypen erfolgt das Sammeln von Ressourcen (genre-untypisch) durch das Einsammeln jeder einzelnen Ressource mit der Spielfigur (s.u.). Die Firma Bogengang setzte sich hierfür ein, um das Spiel um ein Jump'n'Run-Element zu erweitern und dem Spiel eine Handlung mehr zu verleihen. Dieser Vorschlag ist ein gutes Beispiel für einen ungünstigen Genre-Mix: Der Spieler wird vom eigentlichen Prozess der Konstruktion einer Prozesskette oft abgelenkt, weil er mühsam fehlende Ressourcen suchen und händisch einsammeln muss. Besser wäre es (Genre-typisch) größere Vorkommen der Materialien anzubieten, die der Spieler auch erkunden muss, stattdessen aber eine spezielle Spielfigur anzubieten, die die Materialien automatisiert und kontinuierlich zu den entsprechenden Verarbeitungsstationen bringt. Exakt am Genre orientiert würden die Ressourcen jeweils in einem zugehörigen Gebäude gesammelt, auf einem Konto gutgeschrieben und stünden dann allen Gebäuden zur Verfügung. Die Zuordnung zum Gebäude hat für das Lernen Bedeutung: durch die Zuordnung wiederholt der Lerner ständig, welches Material für welchen Prozess benötigt wird.

Die zweite, zentrale Haupthandlung ist das Verbinden der Gebäude. Wählt man ein Gebäude aus, kann eine Trasse gebaut werden (kleines Bild, Abb. 6/4). Durch Klick auf ein anderes Gebäude wird die Verbindung der beiden Gebäude, mit Richtung der Verbindung, als Linie angezeigt. Gleichzeitig zeigt die Werkstück-Visualisierung die Auswirkung des Prozesses (s.u.). Durch Vergrößern des Ausschnitts kann sich der Lerner einen Überblick über die Verkettung der Gebäude verschaffen. Durch die ständige Wiederholung der Verbindung der Gebäude, der Zuordnung von Ressourcen und dem Abrufen der Kurzinformationen wiederholt der Lerner die zentralen Inhalte der Herstellung eines Mikrosystems.

In den leichteren Level sind die Gebäude vorgegeben, in den schwereren kann der Lerner selbst wählen, welche Gebäude (also Prozesse) er für seine Lösung benötigt. Die Kosten eines Prozesses sollten durch die Kosten des Gebäudes abgebildet werden und in den abschließenden Highscore zum Vergleich mit anderen Lösungen einfließen.

Mit zunehmendem Schwierigkeitsgrad führt ein Gebäude aber nicht nur einen Prozess, sondern mehrere ähnliche Prozesse aus. Ein Gebäude repräsentiert eigentlich nicht einen Prozess, sondern eine Maschine bzw. Arbeitsstation in der Mikrosystem-



Abbildung 6/4: Verbinden von Gebäuden

technik. Jedes Gebäude beinhaltet mehrere zusammengehörige Prozesse, wie z.B. unterschiedliche Ätzprozesse. Zum einen müssen so weniger Gebäude im Spiel realisiert werden, zum anderen erwirbt der Lerner „nebenher“ die Kenntnis, welche Maschinen und Arbeitsplätze in der Mikrosystemtechnik üblich sind. Wenn der Lerner auf ein Gebäude klickt, kann er Ressourcen zuweisen (um zu lernen welche Materialien benötigt werden) und die Station programmieren (um sukzessive zu lernen, welche Prozesse eine Station beinhaltet). Der



Abbildung 6/5: Benutzung eines Gebäudes

Lerner muss also lernen, welche Gebäude welche Funktionen haben und sich zu Beginn eines Levels einen Überblick verschaffen welche Ressourcen und Gebäude ihm für die Lösung der Aufgabe zur Verfügung stehen. Als Nebenaufgabe kann ein Gebäude repariert werden: Der Spieler findet auf der Karte wichtige Bauteile von Maschinen und Arbeitsplätzen und muss diese den zunächst „beschädigten“ Gebäuden zuordnen. Auf diese Weise werden dem Spieler „nebenher“ Gerätekomponten der Mikrosystemtechnik vermittelt.

Letztlich gibt es noch die Spielfigur „Micro-Joe“ (Arbeitsname), mit der der Spieler das Spielfeld erkunden kann. Wie geschildert spreche ich mich aber dafür aus, diese Spielfigur in anderer Form für das automatisierte Sammeln von Ressourcen einzusetzen.



Abbildung 6/6: Die Spielfigur „Micro-Joe“

Die dargestellten Haupthandlungen zeigen, wie wichtige handlungsorientierte Lernziele umgesetzt werden können und den Lerner dazu anregen das erforderliche Wissen ständig zu wiederholen. Für das Spielprinzip, bzw. die Haupthandlungen im engeren Sinne, sollten Lernziele ausgewählt werden, die den Lerner einerseits zum ständigen Gebrauch des Wissens anregen, ihn aber auch wichtiges prozedurales Wissen wiederholen lassen. Im Beispiel Mikrosystemtechnik wurde die Verbindung von Materialien und Prozessen als zentrales Lernziel herausgearbeitet und mit den Hauptspielementen umgesetzt. Dadurch, dass grundlegende Schritte immer wieder ausgeführt werden, stellt sich ein Trainings- bzw. Wiederholungseffekt ein.

Neben den Haupthandlungen haben die Aufgaben eine besondere Bedeutung. Dem Spiel in der Mikrosystemtechnik wurde mittels der Geschichte ein tragendes, übergeordnetes Ziel gegeben: Die Erforschung einer „außerirdischen“ Technologie, die eine Analogie für die „fremde“ Technologie „Mikrosystemtechnik“ ist. Zur Strukturierung des Schwierigkeitsgrads wurde das Spiel in drei Teile gegliedert, die sehr grobe Vereinfachungen darstellen. In der ersten Stufe werden dem Lerner nur wenige Materialien und Prozesse zur Verfügung gestellt und es soll eine bestehende Prozesskette rekonstruiert werden. In der zweiten Stufe stehen dem Spieler schon sehr viele Prozesse und Materialien zur Verfügung und es muss nicht eine bestimmte Prozesskette, sondern eine eigene Prozesskette zur Herstellung einer vorgegebenen

technischen Lösung entwickelt werden. In der dritten Stufe hat der Lerner eine große Auswahl an Prozessen und Materialien zur Verfügung und muss nicht nur den Herstellungsprozess, sondern auch die technische Lösung für das gewünschte Mikrosystem entwickeln.

Durch die Bereitstellung unterschiedlicher Material- und Prozesskombinationen kann der Schwierigkeitsgrad zusätzlich variiert werden. Wenn einfachere Lösungen durch fehlende Prozesse oder Materialien verhindert werden, muss der Lerner eine andere Lösung suchen. Die drei Stufen entsprechen den Lehrveranstaltungen an der TU München, haben aber auch darüber hinaus einen plausiblen Aufbau. In der ersten Stufe werden die einzelnen Prozesse und Materialien sukzessive an einfachen Herstellungsprozessen vermittelt. In der zweiten Stufe müssen diese Kenntnisse für die Entwicklung eines eigenen Herstellungsprozesses genutzt werden. In der dritten Stufe muss nicht nur der Herstellungsprozess, sondern auch das Mikrosystem selbst entworfen und produziert werden. In den einzelnen Level der drei Stufen werden die Lerninhalte der Mikrosystemtechnik sukzessive implementiert. Zu Beginn werden die Grundtechniken und die Benutzung des Spiels vermittelt. Über den Verlauf des Spiels kommen ständig neue Materialien und Prozesse hinzu.

Die Aufgaben der einzelnen Level standen im Projekt noch nicht fest, da die Herstellung des Prototypen zu einem früheren Zeitpunkt abgebrochen wurde. Daher kann ich eine konkrete Aufgabe nur exemplarisch und unausgearbeitet schildern: In den ersten Level werden dem Lerner eine überschaubare Anzahl von Materialien und Prozessen zur Verfügung gestellt. Seine Aufgabe ist es herauszufinden, wie das gewünschte Mikrosystem mit den gegebenen Mitteln produziert werden kann. In der Aufgabenstellung wird die Aufgabe des Mikrosystems und seine technische Lösung vorgestellt. In den ersten Level muss sich der Lerner keine Gedanken um die Wirkungsweise bestimmter Ätz-Techniken, die Auswahl unterschiedlicher Masken oder die genaue Ausführung der Konfektionierung Gedanken machen. Er muss zunächst nur den vereinfachten Prozess rekonstruieren (z.B. Silizium verwenden, Maskieren, Ätzen, Konfektionieren). Mit der Zeit werden diese Aufgaben durch zusätzliche Prozesse und Materialien komplizierter. So werden z.B. aus dem einzelnen Prozess „Maskieren“ die Teilschritte „Belacken“, „Maskieren“, „Belichten“, „Lack entfernen“. Als Nebenaufgaben der Level werden müssen beispielsweise fehlende Bauteile (s.o.) der Gebäude ersetzt werden, um den Aufbau der realen Geräte zu erlernen.

Mit zunehmendem Schwierigkeitsgrad werden verstärkt Aufgaben des Entwurfs eines Mikrosystems gestellt: Beispielsweise müssen ab einem gewissen Level die Masken nicht nur eingesetzt, sondern selbst gezeichnet werden. Ebenfalls steigen mit dem Schwierigkeitsgrad die erforderlichen Überlegungen der Lerner an. In Stufe zwei und drei müssen erst größere Vorüberlegungen angestellt werden, die der Spieler nicht im Spiel, sondern mit Papier und Bleistift durchführt. Somit steigt zwar der Anspruch im Spiel, nicht aber die technische Aufwändigkeit des Spiels.

Durch die gewählte Analogie und die Auswahl der Lernziele ist es gelungen, die Inhalte der Mikrosystemtechnik gut in das Spielprinzip des Genres „Strategie“ einzubetten. Die gezielte Verknüpfung der Haupthandlungen des Strategiespiels und der passenden Lernziele in der Mikrosystemtechnik fördert die Anwendung des Wissens und die Wiederholung des elementaren prozeduralen Wissens.

## Aufbereitung des Inhalts als Modell

4

### Simulation

Definition von Objekten, Definition von Aufgaben

Aus der bisherigen Schilderung des Prototypen geht hervor, dass im Kern des Spiels eine vollständige Simulation der Mikrosystemtechnik notwendig ist. Vollständig bedeutet, dass alle zu vermittelnden Materialien und Prozesse abgebildet werden müssen. In der Mikrosystemtechnik sind aufwändige und exakte Simulationen einzelner Prozesse üblich. Nach Auskunft des fachdidaktischen Partners an der TU München existieren darüber hinaus auch aufwändige Simulationen, die verknüpfte Prozessschritte abbilden. Für das Lern-Computerspiel im Projekt konnte keine dieser fertigen Simulationen genutzt werden, da diese sehr teuer sind und zudem nicht in das Spiel integriert werden konnten. Zudem musste die Simulation im Spiel vereinfacht werden und durfte nur sukzessive an Komplexität gewinnen. Somit wurde ein eigenes Modell entwickelt.

Die Haupt-Komponenten (Objekte) des Simulations-Modells sind die Ressourcen (Materialien), die Gebäude (Prozesse) und das Visualisierungswerkstück, das die Auswirkungen der Eingaben grafisch ausgibt. Daneben finden sich im Spiel noch die Spielfigur und die Bauteile der „defekten“ Gebäude sowie einige abstrakte Objekte, die den Highscore abbilden. Ich erläutere zunächst das grundlegende Zusammenspiel der Haupt-Objekte und gehe danach näher auf die einzelnen Objekte ein.

Im Mittelpunkt des Modells steht das so genannte Visualisierungswerkstück (im Folgenden „Werkstück“), das die Auswirkungen der Eingaben anzeigt. Es ist ein nicht direkt manipulierbares, abstraktes Objekt, das als Zwischen-Speicher des Prozessfortschritts betrachtet werden kann. Zu Beginn des Spiels ist kein Werkstück definiert. Die Fertigung eines Mikrosystems beginnt immer mit

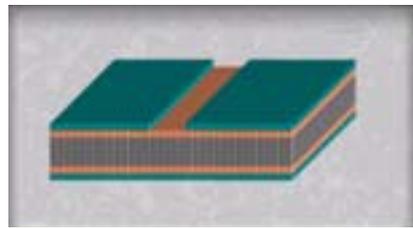


Abbildung 6/7: Das Visualisierungswerkstück

der Auswahl eines Basis-Materials (z.B. Silizium), das als Träger des Mikrosystems fungiert. Sobald der Lerner einem Gebäude, mit dem er den Prozess beginnt, ein Basismaterial zuordnet, wird das Werkstück definiert, z. B. als Silizium-Wafer. Ebenso wird dem Werkstück die Auswirkung des ersten Gebäudes zugeordnet. Wird das erste Gebäude mit einem weiteren Gebäude verbunden, wird dem Werkstück die Veränderung durch das zweite Gebäude zugeordnet. Manche der weiteren Gebäude benötigen wiederum zusätzliche Materialien, die dann dem entsprechenden Gebäude zugeordnet werden müssen und sich im Ergebnis des Prozessschrittes auswirken. Folgende Abbildung zeigt ein Beispiel:

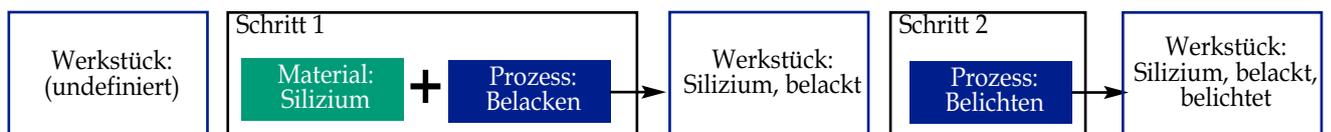


Abbildung 6/8: Verknüpfung von Materialien, Prozessen und Werkstück

Um diese Veränderungen am Werkstück zu berechnen zu können, musste ein Modell entwickelt werden, das die Auswirkungen der Prozesse für jedes der beteiligten Materialien ermitteln kann. Abbildung 6/9 zeigt das so genannte „Würfelmodell“ des Werkstücks.

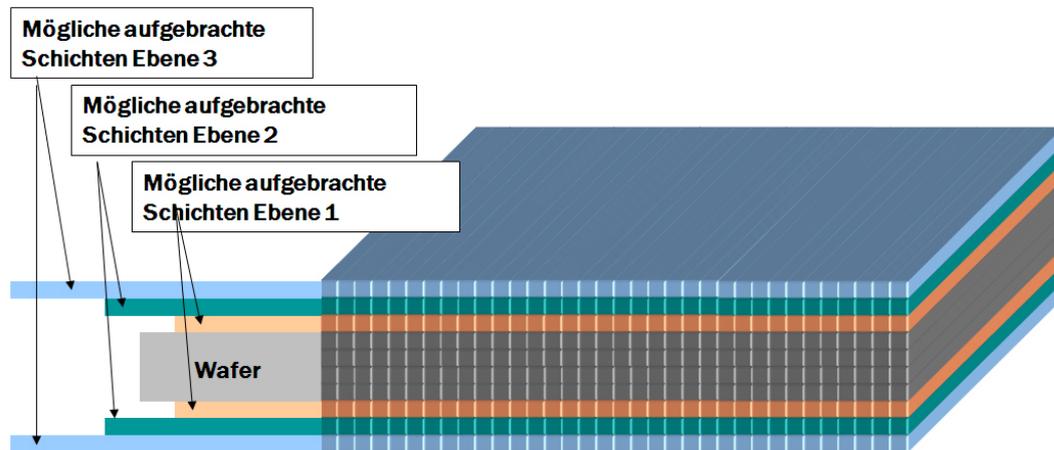


Abbildung 6/9: Das Würfelmodell des Werkstücks

Im Zentrum des Werkstücks (grau) befindet sich der Wafer, also das zu Beginn eines Level zu definierende Basismaterial. In Braun, Grün und Blau sind weitere Schichten auf beiden Seiten des Wafers aufgebracht, die z. B. Fotolack oder eine Oxid-Schicht darstellen. Jede dieser Schichten besteht aus quadratischen Würfeln, die zusammen die Fläche ergeben. Das Werkstück wird stets von einer oder beiden Seiten (oben und unten) beeinflusst, abhängig vom jeweiligen Prozess. Wird z. B. ein Fotolack aufgebracht entsteht oben auf dem Wafer eine Lackschicht. Bei der Oxidation entstehen auf beiden Seiten (oben und unten) Oxidschichten. Wenn ein Prozess angewendet wird, entscheidet das Modell ob sich der Prozess einseitig oder beidseitig auswirkt und ermittelt das dort vorhandene Material (Silizium, Fotolack oder Oxid).

In Abbildung 6/9 sind nur einfache, vollflächige Schichten abgebildet. In der Herstellung eines Mikrosystems ist das aber meist komplizierter. In Abbildung 6/10 wurde in die oberste Schicht ein länglicher Kanal eingebracht (eine sog. „strukturierte Schicht“). In diesem Fall muss das Modell ermitteln, dass oben zwei unterschiedliche Materialien freiliegen (Grün und Braun) und die Auswirkung des aktuellen Prozesses für beide Materialien berechnen. Das

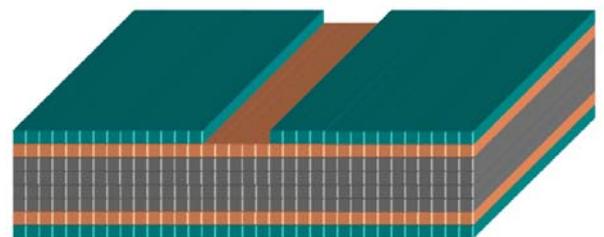


Abbildung 6/10: Strukturierte Schicht

Werkstück besteht aus vielen kleinen Würfeln, da meist nicht nur ein länglicher Kanal ausgespart wird, sondern unterschiedlichste geometrische Formen. So wäre es auch denkbar, dass anstelle des Kanals ein quadratisches Becken ausgespart ist oder mehrere unterschiedliche Formen ausgespart sind. Auf diese Weise kann das Modell der Mikrosystemtechnik für jeden Punkt der Oberfläche bestimmen, welches Material frei liegt. Um die Auswirkungen eines Prozessschritts berechnen zu können wird in einer Matrix festgehalten, wie sich ein Prozess auf ein Material auswirkt. In Abbildung 6/10 sind beispielsweise zwei Flächen Fotolack (grün) und eine Fläche Oxid-Schicht (braun) oben freiliegend.

Wird jetzt ein bestimmter Ätzprozess angewendet bleibt der Fotolack erhalten und die Oxidschicht wird an den freiliegenden Stellen entfernt. Hierzu ist in der Matrix für den bestimmten Ätzprozess folgendes vermerkt:

	Ätzen
Fotolack	<i>keine Auswirkung</i>
Oxidschicht	<i>wird entfernt</i>

Für das vollständige Modell der Auswirkungen der Prozesse auf die Materialien ist natürlich eine sehr viel umfangreichere und präzisere Matrix erforderlich. Leider kann ich auch diese nicht darstellen, da sie aufgrund der Beendigung des Projekts nicht mehr vom fachdidaktischen Partner erstellt wurde. Für die Programmierung des Spiels wäre ein noch umfangreicheres Modell der Spielwelt erforderlich, das neben der Simulation der Prozesse und Materialien auch die anderen Spielobjekte berücksichtigen müsste. Auch hier wurden die Arbeiten am Prototypen vor der Entwicklung des Modells bzw. der Programmierung beendet. Um das Konzept dennoch genauer zu erläutern fasse ich die einzelnen Spielobjekte im Folgenden noch einmal zusammen. Dabei gehe ich nur auf die konzeptionellen Aspekte des jeweiligen Objekts ein und verzichte auf die Darstellung aller für die Programmierung relevanten Objekt-Informationen.

Ressourcen werden im Spiel in Form von Behältern abgebildet (Gegenstands-artig). Sie müssen eingesammelt/abgebaut werden (Handlungsfunktion) und geben bei Selektion eine kurze Information zum jeweiligen Material aus (Informationsfunktion). Ihre Haupteigenschaft ist eine bestimmte Menge einer benötigten Ressource zur Verfügung zu stellen und die Menge der Ressource bei einem entsprechenden Gebäude zu erhöhen (Haupt-Fähigkeit). Sie dienen der Anzeige der verfügbaren Ressourcen und deren Menge und haben keine Bedienelemente. Bei einer Genre-typischen Umsetzung würden sie ihr Aussehen verändern, je mehr von ihnen abgebaut wird. Zusätzlich würde eine Texteinblendung und ein auditives Signal auf das Versiegen der Ressource hinweisen.



Abbildung 6/11: Ressource

Prozesse werden im Spiel Gebäude-artig in Form fiktiver Science-Fiction-Bauwerke abgebildet. Sie müssen zur Herstellung der Prozesskette verbunden und programmiert werden (Handlungsfunktion). Durch Auswählen können kurze Informationen über das Gebäude abgerufen werden (Informationsfunktion). Ihre Hauptfähigkeit ist die Beeinflussung des Werkstücks in unterschiedlicher Form und in unterschiedlichem Ausmaß (verschiedenen Eigenschaften, z.B. Ätzrate oder Oxidationsdauer). Sie dienen der Anzeige der verfügbaren Prozesse bzw. Herstellungsstationen. Je nach gewählten Prozess sollten sie ihr Aussehen verändern, so daß erkennbar ist, welcher Prozess der Station ausgewählt wurde (was aber nicht realisiert wurde).



Abbildung 6/12: Gebäude

Das Werkstück ist ein abstraktes Objekt, das als Ausschnitt eines Wafers repräsentiert wird. Es ist nicht manipulierbar und gibt je nach ausgewähltem Gebäude (Prozessschritt) die Auswirkung des Schrittes aus (Informationsfunktion). Es speichert die Eigenschaften des Werkstücks zum jeweiligen Prozessstand zwischen (Eigenschaften) und hat keinen Einfluss auf andere Objekte (kein Fähigkeit). Es hat keine Bedienelemente und fungiert als konstante Anzeige.

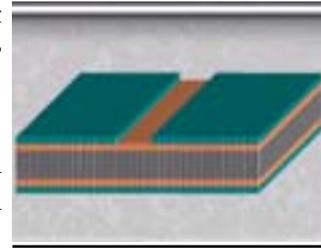


Abbildung 6/13: Werkstück

Die Spielfigur „Micro-Joe“ (Arbeitstitel) ist ein fiktives, Figuren-artiges Objekt in Form eines Roboters. Es wird zur Erkundung der Karte und zum Abbau der Ressourcen eingesetzt (Handlungsfunktion) und gibt teilweise Meldungen über Spielgeschehnisse aus (auditiv und als Texteinblendung am Bildschirmrand, s.u.). Es kann ausgewählt und auf Gegenstände und Ressourcen platziert werden um diese zu nutzen oder abzubauen. Während des Abbaus der Ressourcen soll es durch Bewegung zwischen der Ressource und dem zugeordneten Ressourcengebäude anzeigen, dass es aktiv ist.

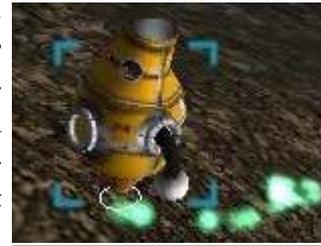


Abbildung 6/14: Spielfigur

Bauteile (kein Screenshot) werden Gegenstands-artig und symbolisch abgebildet. Sie dienen der Reparatur „beschädigter“ Gebäude (Funktion) und können von der Spielfigur eingesammelt und einem bestimmten Gebäude zugeordnet werden (Eigenschaft). Wenn ein Gebäude durch ein Bauteil repariert wurde, verändert es sein Aussehen, indem optische Beschädigungen ausgeblendet werden.

Der Highscore ist ein abstraktes Objekt, das zusammen mit der Spielzeit des Levels in Zahlenform am oberen Bildschirmrand angezeigt wird. Während des Spiels informiert er über die Bewertung der bisherigen Lösung (Informationsfunktion). Ein genaues Punktesystem wurde noch nicht entwickelt. Der Highscore sollte sich aus praxisrelevanten Aspekten wie Material- und Prozesskosten oder Zeitbedarf eines Prozesses zusammensetzen. Zum Ende einer Spielrunde sollten diese einzelnen Faktoren detailliert ausgegeben werden um ein Feedback zur gewählten Lösung zu geben. Die Anzeige der Spieldauer dient dem Vergleich der Spieler untereinander.



Abbildung 6/15: Highscore

Neben den Spielobjekten sollten auch die Aufgaben näher definiert werden. Hierfür müssen Sieg- und Niederlagebedingungen sowie die Situationsbeschreibung erfasst werden. Im Prototyp Mikrosystemtechnik würde die Situationsbeschreibung für einen Level, die schon platzierten bzw. alle vom Spieler platzierbaren Gebäude sowie die Ressourcen umfassen. Diese bestimmen die Möglichkeiten des Spielers und den Schwierigkeitsgrad der Aufgabe. Für das Spiel wurden keine Niederlagebedingungen definiert: Nach dem gewählten Spielprinzip kann der Lerner eine Runde so lange spielen, bis er die Levelaufgabe gelöst hat oder alle Ressourcen auf der Karte verbraucht sind. Nur wenn alle Ressourcen verbraucht sind, muss der Lerner die Runde neu beginnen bzw. einen früheren Spielstand laden.

Die Definition der Siegbedingungen ist je nach Stufe des Spiels unterschiedlich schwer. In den beiden ersten Stufen (Rekonstruktion einer Prozesskette und Entwicklung einer eigenen Prozesskette für eine festgelegte Lösung) ist der Level gewonnen, wenn das Visualisierungswerkstück einen bestimmten Zustand erreicht hat. In der dritten Stufe (Entwurf einer eigenen technischen Lösung) kann nicht vorhergesagt werden, welche Ergebnisse die Aufgabe erfüllen, da sonst alle richtigen Lösungen vorhergesehen werden müssten. Neben einigen Lösungen, die öfter gewählt werden dürften, ist es wahrscheinlich, dass immer wieder neue Lösungen gefunden werden. Es ist wichtig, dass das Spiel jede richtige Lösung ermöglicht und nicht ausschließt, weil sie nicht vorher berücksichtigt wurde. Aufgrund der Beendigung der Arbeiten wurde diese Frage nicht geklärt. Meine Empfehlung ist in Stufe 3 keine Siegbedingungen zu definieren, sondern das als Lösung vorgeschlagene Ergebnis in den Lehrveranstaltungen als gespeicherten Spielstand einzureichen, zu beurteilen und mit anderen Lösungen zu vergleichen. Sofern das Spiel ohne begleitende Lehrveranstaltung gespielt würde, z.B. mit Hilfe von Fachliteratur, müsste eine Austauschplattform geschaffen werden, auf dem die Ergebnisse verglichen werden könnten.

### Inhalte grafisch repräsentieren

5

#### Visualisierung

Objektrepräsentation und -bedienung, Ausgabe von Informationen und Feedback

Die bisherigen Erläuterungen sollten die Objekterscheinung und -bedienung bereits ausreichend erläutert haben, so daß ich diese Aspekte hier nicht noch einmal wiederhole. Ich konzentriere mich daher auf die Ausgabe von Informationen und Feedback und die Visualisierung des Gegenstands Mikrosystemtechnik. Der folgende Screenshot (Abb. 6/16) gibt einen Überblick über das gesamte Spiel.



Abbildung 6/16: Bestandteile des Hauptbildschirm

Im Mittelpunkt des Spiels steht das landschaftsartige Spielfeld (Nr. 1 in Abb. 6/16), auf dem die Spielobjekte platziert sind. Auf dem Spielfeld findet der Lerner die verfügbaren Ressourcen und vorhandenen Gebäude und kann in der dritten Stufe selbst Gebäude platzieren. Das Spielfeld ist die virtuelle „Werkbank“ des Lerners, auf der er den Herstellungsprozess zusammenstellt. Der Lerner kann sich einen Überblick über das Spielfeld verschaffen, indem er den Ausschnitt vergrößert (Abb. 6/16); es ist aber auch möglich Objekte sehr genau zu betrachten (Abb. 6/17). Bei der Orientierung auf dem Spielfeld hilft die so genannte Minimap (Nr. 2 in Abb. 6/16). Sie gibt verkleinert das gesamte Spielfeld wieder und kann durch wiederholtes Anklicken verschiedene Informationen ausgeben. Sie zeigt dauerhaft den Standort der Spielfigur (weisser Punkt in Abb. 6/18) und die bereits erkundeten Teile der Karte aus (weiße Flecken in Abb. 6/18). Durch Klicken auf die Minimap kann man zwischen der Darstellung von Ressourcen oder Gebäuden auf der Karte wählen (in Abb. 6/18 sind beispielsweise die Gebäude auf dem Spielfeld als dunkelrote Quadrate dargestellt). In der endgültigen Version sollten alle diese Informationen auf einer Minimap dargestellt werden. Zudem sollte man den Ausschnitt des Spielfelds in der Hauptansicht erkennen und die Ansicht schnell durch Klicks auf die Minimap ändern können, wie es in vergleichbaren Spielen üblich ist.



Abbildung 6/17: Höchste Zoom-Stufe

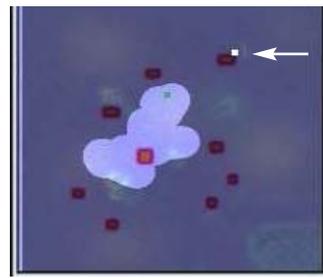


Abbildung 6/18: Minimap

Am oberen Bildschirmrand sind Anzeigen für die Menge der abgebauten Ressourcen, die Kosten der Materialien und Prozesse, die abgelaufene Zeit und den Punktestand eingeblendet (Nr. 3 in Abb. 6/16). Da das Punkte- und Ressourcen-System zum Ende der Arbeiten noch nicht ausgearbeitet war, haben diese Anzeigen im Prototyp kaum Bedeutung. In einer endgültigen Form müssten die Ressourcen, Kosten und andere Parameter zu einem sinnhaften System entwickelt werden, wie es in Wirtschafts-/Handels-Strategie-Spielen üblich ist.



Abbildung 6/19: Anzeigen

Neben der Minimap befinden sich die Anzeigen für die Kurzinformation der Ressourcen und Gebäude sowie für Meldungen des Spiels (Nr. 4 und 5 in Abb. 6/16). Die Kurzinformationen sind sehr wichtig, um dem Lerner stets die wichtigsten Informationen zu einer Ressource oder einem Gebäude anzuzeigen. Sie helfen besonders am Anfang des Spiels die Lösung zu finden, da sie Hinweise auf richtige Kombinationen geben. Damit fördern sie die Wiederholung zentralen Wissens über Prozesse und Materialien.



Abbildung 6/20: Kurzinfo und Meldungen

Von zentraler Bedeutung ist die Platzierung der Gebäude auf dem Spielfeld und die Verbindung der Gebäude (s. Abb. 6/21 auf der folgenden Seite). Sie dient der Konstruktion eines Herstellungsprozesses, d.h. der Eingabe der Reihenfolge der Prozessschritte.

Der Lerner muss jederzeit erkennen können, welche Verbindungen er bereits hergestellt hat. Hierzu werden linien-artige Verbindungen angezeigt, die als Förderbänder zwischen den Produktionsgebäuden dargestellt werden. Die Richtung der Verbindung wird durch entsprechende Kennzeichnungen an den Gebäuden und durch kleine Spielfiguren, die sich in der entsprechenden Richtung von Gebäude zu Gebäude bewegen, angezeigt. Ein wichtiger Nebenaspekt der Linien-artigen Verbindung der Gebäude ist, dass sich hieraus eine Map-artige Visualisierung des aktuellen Prozesses ergibt. Der Lerner kann sich auf diese Weise immer einen Überblick über den gesamten Herstellungsprozess verschaffen. Zusammen mit der zugrunde liegenden



Abbildung 6/21: Verknüpfung der Gebäude zu einem Herstellungsprozess

Gebäude-Analogie wird der Aufbau eines mentalen Modells unterstützt. Natürlich wird diese Visualisierung bei komplexen Prozessen sehr unübersichtlich. In den früheren Level sind die Prozessschritte noch gut nachvollziehbar. Der Lerner wird also in der Anfangsphase des Lernprozesses besonders gut unterstützt. Mit zunehmendem Lernfortschritt wird die Visualisierung des Gesamtprozesses unbedeutender. Ebenso kann der Lerner komplizierte Prozesse auch zunehmend gut nachvollziehen und relativ lang von der Map-artigen Visualisierung profitieren. Die Visualisierung des Herstellungsprozesses sollte durch eine gezielte Positionierung der Gebäude auf dem Spielfeld unterstützt werden. Eine sinnhafte Anordnung der Gebäude hätte den Aufbau eines mentalen Modells zusätzlich unterstützt. Durch die Unterschiedlichkeit der Herstellungsprozesse wäre der Schwierigkeitsgrad des Spiels nicht zu stark reduziert worden. Die Einhaltung gleicher Prinzipien bei der Gebäudeplatzierung würde den Lerner aber zusätzlich bei der Lösung der Aufgaben unterstützen.

Wichtigstes Feedback für den Lerner ist das Visualisierungswerkstück (Nr. 6 in Abb. 6/16). Es gibt einen exemplarischen Ausschnitt eines Wafers wieder und zeigt wie sich die einzelnen Prozesse auswirken. In Abbildung 6/22 ist ein einfacher Prozess als Beispiel der unterschiedlichen Anzeigen abgebildet: In ein Basismaterial (grau) wird ein Graben über mehrere Zwischenschritte eingebracht und mit einer Glasabdeckung nach oben verschlossen. Das Werkstück wird immer für das mit der Maus ausgewählte Gebäude angezeigt. Der Lerner kann den Prozess so stets Schritt für Schritt nachvollziehen. Stellt er eine neue Verknüpfung her, kann die Auswirkung ebenfalls sofort durch Klick auf das letzte Gebäude angezeigt werden.

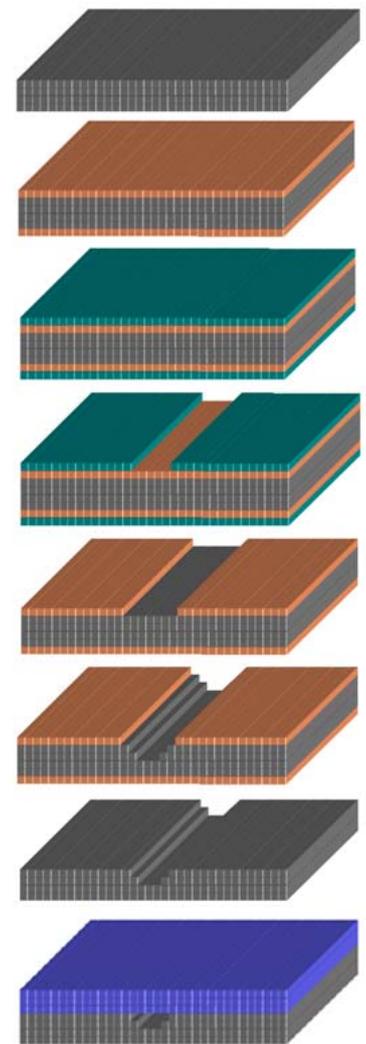


Abbildung 6/22: Schrittweise Visualisierung eines Herstellungsprozesses

## Fazit

Die Darstellung des Prototypen für ein Lern-Computerspiel in der Mikrosystemtechnik sollte die Umsetzung eines Lern-Inhalts in Form eines Computerspiels verdeutlichen. Problematisch ist, dass weder der Prototyp noch das Konzept vollständig entwickelt wurden. Das Gezeigte und Geschilderte müsste aber genügen um die Erkenntnisse und Empfehlungen dieser Arbeit zu veranschaulichen.

An der Darstellung des Prototypen hat sich auch gezeigt, dass die von mir vorgeschlagene, lineare Vorgehensweise zur Konzeption prinzipiell verwertbar ist. Überschneidungen und Abweichungen weisen aber auch darauf hin, dass bei der Konzept-Entwicklung zwischen den einzelnen Schritten hin und her gesprungen werden muss. Ein Computerspiel ist zu komplex und zu vernetzt um es in einem Durchgang, Schritt für Schritt entwickeln zu können. Die in Kapitel 5 gegebenen Hinweise dürften aber helfen die Entwicklung systematischer anzugehen.

Der Prototyp in der Mikrosystemtechnik kann nur theoretisch beurteilt werden. Aufgrund des geringen Entwicklungsstands hätte eine Evaluation keine wirklichen Schlüsse auf die Wirkung des Prototypen ermöglicht. Da die Kohärenz der einzelnen Elemente eines Computerspiels von großer Bedeutung ist, kann ein ansatzweise realisiertes Spiel nicht die erhofften spielerischen und didaktischen Effekte bewirken. Meines Erachtens wurden aber genug Argumente genannt und am Beispiel geschildert, die für die Aufbereitung von Inhalten als Computerspiel sprechen.

Anhand dieses Konzepts konnte nicht nur gezeigt werden, wie die Vorschläge zur Entwicklung von Lerncomputerspielen umgesetzt werden können, sondern auch wie ein Computerspiel für einen ingenieurwissenschaftlichen Kontext beschaffen sein sollte. Die Ausführungen haben gezeigt wie ein derartiges Spiel komplexe Inhalte interaktiv und anschaulich erfahrbar machen kann, wie der simulative Charakter den Erwerb und die Elaboration des Inhalts fördert und wie dieses Medium eine Verbindung zwischen Präsenzlehre und Selbstlernen sein kann. Ein besonderer Aspekt ist dabei die wiederholte Anwendung des zu erlernenden Wissens mittels verschiedener Aufgaben, nicht nur im Sinne eines Trainings von Detailwissen, sondern auch der Übung des Wissens-Transfers auf unterschiedliche Fragestellungen.

## 7. Fazit und Kritik

In der vorliegenden Arbeit habe ich gezeigt wie Computerspiele allgemein beschrieben und für Lernen genutzt werden können, sowie begründet, dass sie sich gut für den Einsatz in den Ingenieurwissenschaften eignen. In diesem Fazit möchte ich die Ergebnisse der Arbeit gezielt nach der Fragestellung zusammenfassen und kritisch diskutieren. Darüber hinaus möchte ich sowohl weitergehende Probleme ansprechen als auch ein Fazit zur interdisziplinären Zusammenarbeit und der Rolle des Didaktikers in einem Entwicklungsprojekt ziehen.

Die Arbeit verfolgte zwei allgemein-deskriptive Ziele (Beschreibung und Lernförderlichkeit), ein allgemeines, praktisches Ziel (Gestaltungsempfehlungen für Lern-Computerspiele) und ein domänenspezifisches, praktisches Ziel (ein Lern-Computerspiel für die Mikrosystemtechnik). Für jedes dieser Ziele (und die dazugehörigen Fragen) konnte ich einige interessante Feststellungen machen (s.u.). Die Ergebnisse sind aber auf einem abstrakteren Niveau und bleiben in gewisser Weise an der Oberfläche. Weil es hinsichtlich der Fragestellung, warum Computerspiele ein Lernmedium sein können, kaum Forschung gibt, habe ich einen eher weiten Fokus gewählt. Daher werden mehrere umfangreichere Aspekte nebeneinander behandelt, die aber alle nicht soweit vertieft werden konnten, wie es wünschenswert gewesen wäre. Somit liefert die Arbeit in einigen Bereichen nur schematische Ansätze, die einer weitergehenden Beschäftigung bedürfen. Der Mehrwert liegt aber in der umfassenderen Betrachtung anstelle der Betrachtung einzelner Aspekte. Dieses Vorgehen war durchaus beabsichtigt, da ich es für wichtiger hielt zusammengehörige Aspekte zu bearbeiten. Zudem war es für das Ziel, ein Computerspiel für die Mikrosystemtechnik zu entwickeln, erforderlich einige allgemeine Vorarbeiten durchzuführen.

## 7.1 Interpretation der Ergebnisse entlang der Fragestellung

### Ziel I) Beschreibung und Analyse des Gegenstands Computerspiele

#### Wie können Computerspiele definiert, eingeteilt und beschrieben werden?

Welche Definitionen herrschen vor und wie können Computerspiele von anderen Formen des Spiels abgegrenzt werden?

Wie können Computerspiele unterschieden und eingeteilt werden?

Wie können Computerspiele allgemein beschrieben werden?

Nach meiner Auffassung können Computerspiele sehr leicht von anderen Formen des Spiels und auch des elektronischen Spiels unterschieden werden. Das elektronische Spiel lässt sich vor allem durch das Transportmedium „Bildschirm“ von anderen Formen des Spiels abgrenzen. Computerspiele wiederum lassen sich leicht durch ihre Hardware-Plattform von anderen Formen des elektronischen Spiels abgrenzen: Ein Konsolen-, Portable- oder Computerspiel unterscheidet sich maßgeblich durch das jeweilige Abspielgerät. Die Unterschiede in der Leistungsfähigkeit werden zunehmend unbedeutender, da moderne Konsolen und Portables eine speziell auf das Spiel ausgelegte Hardware haben und dabei eine mit dem PC vergleichbare Leistung erreichen. Etwas bedeutender ist der Unterschied in den Bedienkonzepten: Gerade tragbare Spielekonsolen, aber auch stationäre Konsolen für den Anschluss an Fernsehgeräte haben zumeist auf wenige Tasten reduzierte Eingabegeräte und verzichten auf die Steuerung durch eine Computer-Maus. Hieraus ergeben sich für manche Spielkonzepte Einschränkungen bei der Bedienung, die einen Einsatz auf Spielekonsolen ungünstig erscheinen lassen. Da unklar ist, wie sich die Bedienkonzepte in der näheren Zukunft verändern werden, bleibt offen, wie lange dieser Unterschied besteht.

Viel schwieriger als die Abgrenzung von elektronischem Spiel und Computerspielen von anderen Formen des Spiels ist die Unterscheidung und Einteilung von Computerspielen selbst. Während in der Praxis ein ungefährer Konsens über die Einteilung in Genres vorherrscht, ist die Einteilung und Definition in der wissenschaftlichen Literatur sehr uneinheitlich.

Im zugrunde liegenden Projekt wurde eine systematischer Weg der Definition von Genres entwickelt. Die in der Praxis vorherrschende Einteilung der Genres kann auf das Spielprinzip zurückgeführt werden. Unter Spielprinzip habe ich die Haupthandlungen des Spielers verstanden und als maßgeblich für die Unterschiede in den bestehenden Genres aufgefasst. Die Definition nach Haupthandlungen des Spielers kann sehr gut durch den Kontext und die Thematik des jeweiligen Spiels ausdifferenziert werden. Nach der vorgelegten Definition der Genres anhand der Haupthandlungen ist ein Spiel sehr leicht als Strategiespiel identifizierbar und anhand der Thematik „Römisches Reich“ und dem Kontext „Eroberung“ als „historisches Kampf-Strategie-Spiel“ beschreibbar. Die Definition nach dem Spielprinzip bzw. den Haupthandlungen im Spiel konnte auch durch die genauere Analyse der Lernförderlichkeit und die

Herausarbeitung der Besonderheiten des Computerspiels weitergehend begründet werden und hat sich bewährt. Anzumerken bleibt, dass die hier vorgeschlagene Einteilung stellenweise von der Einteilung in der Praxis abweicht. Ich habe mich bemüht eine trennscharfe Definition der Genres vorzulegen, die gerade in der Computerspiel-Praxis fehlt. Durch die Trennschärfe ist die Definition eher eng und grenzt beispielsweise das Genre „Simulation“ sehr deutlich von anderen ab. Hieraus entstehen gelegentliche Abweichungen von der gängigen Einteilung, die aber gerade einen Vorteil gegenüber der unscharfen Einteilung in der Praxis bedeuten. Natürlich ist zu erwarten, dass es unterschiedliche Ansichten über die Einteilung nach dem Spielprinzip und die darauf basierende Definition geben wird. Eine weitergehende Diskussion und vertiefende Arbeiten sind aber wünschenswert, da ich im Rahmen dieser Arbeit nur einen ersten Ansatz für eine systematische Definition liefern konnte.

Bedeutsamer ist aus meiner Sicht die Unterscheidung der Spielstruktur von der technischen Struktur (Programm- und I/O-Struktur) sowie die Beschreibung der technischen Struktur. Die Unterscheidung geht auf Crawford (1982) zurück und ist wichtig für das Verständnis des Aufbaus von Computerspielen. Ich konnte auf dieser Grundlage zeigen, dass Computerspiele eine von der Programmierung weitgehend unabhängige Spielstruktur haben. Die Verbindungen bestehen nur auf sehr prinzipieller Ebene über allgemeine Aspekte der Programmierung, wie sie auch bei jedem anderen Programm üblich sind. Diese Feststellung ermöglicht es Computerspiele besser zu analysieren: Sie liefert zwei genauer abgrenzbare Bereiche von Computerspielen, die für sich allein leichter analysiert werden können. Das in der Arbeit vorgelegte OOPIO-Modell der Computerspiele beschreibt den Bereich der technischen Struktur eines Computerspiels und liefert die Grundlage für die Beschreibung der Spielstruktur. Das Modell versucht Computerspiele gegenstandsnah zu beschreiben und technisch adäquat abzubilden. Aufgrund des Abstraktionsgrads des OOPIO-Modells kann es auf alle Spiele angewendet werden. Auch wenn es aus technischer Sicht präzisierbar ist, liefert es sowohl einen ersten Ansatz zur Beschreibung von Computerspielen als auch eine aufschlussreiche Erklärung von Computerspielen für die Praxis. Deswegen kann es als Grundlage für die genauere Analyse von Computerspielen und für die Entwicklung von hierfür geeigneten empirischen Instrumenten fungieren.

Allerdings bedarf es für alle diese Zwecke einer weiteren Ausarbeitung und Überprüfung des Modells. Da es fast ausschließlich auf theoretischer Basis entwickelt wurde, wäre es wünschenswert das Modell anhand einer großen Anzahl von Computerspielen zu überprüfen und vor allem zu konkretisieren. Ebenfalls sollte die Verbindung zur Spielstruktur (über das Spielweltmodell) präzisiert werden. Auf dieser Grundlage wäre es ebenfalls wünschenswert die Spielstruktur vieler Computerspiele zu untersuchen und hier ein Inventar der typischen Spielweltkomponenten zu erstellen.

Meiner Ansicht nach liefert die Arbeit hinsichtlich der Beschreibung und Analyse von Computerspielen sowohl eine gute Grundlage für die darauf aufbauenden Fragen in dieser Arbeit, als auch verwertbare Erkenntnisse für die weitere Forschung.

Eine dieser Fragen, die auf der Beschreibung von Computerspielen aufbauen, ist die Frage nach der prinzipiellen Lernförderlichkeit von Computerspielen.

## Ziel II) Analyse der möglichen Lernförderlichkeit von Computerspielen

**Welche Aspekte von Computerspielen sind lernförderlich und welche Besonderheiten weisen sie auf?**

Welche Elemente oder Merkmale von Computerspielen sind aus mediendidaktischer Sicht lernförderlich?

Welche Besonderheiten unterscheiden Computerspiele von Lernmedien und wie können sie helfen Lernmedien zu verbessern?

Mein Ausgangspunkt für die Betrachtung der Lernförderlichkeit von Computerspielen war ihre prinzipielle Ähnlichkeit zu anderen Lehr-/Lernmedien oder Aspekten von Lehr-/Lernmedien: Computerspiele simulieren komplexe, mehr oder weniger fiktive Welten, die sich zunehmend (künstlich) intelligent verhalten und die Spielwelten immer detaillierter und aufwändiger abbilden. Sie machen diese Welten für den Spieler aktiv erlebbar und geben ihm vielfältige Möglichkeiten der Interaktion mit der Spielwelt. Zum Erleben der Spielwelt gehört auch die zumeist aufwändige, grafische Abbildung der Spielwelt, die sich im Laufe der Entwicklung von Computerspielen drastisch weiter entwickelt hat. Da Simulation, Interaktivität und Visualisierung ebenfalls Kennzeichen von Lehr-/Lernmedien sind, war es naheliegend diese in den Mittelpunkt der Überlegungen zu stellen. Auch ihre Ähnlichkeit zu Planspielen ist, je nach Genre, bemerkenswert.

Als Grundlage für die Begründung der Lernförderlichkeit von Computerspielen habe ich (medien-)didaktische, lehr-/lern-psychologische und informationswissenschaftliche Erkenntnisse zu den Aspekten Simulation, Interaktivität und Visualisierung zusammengefasst und für den Vergleich mit Computerspielen aufbereitet. Anhand dieser Zusammenfassungen habe ich versucht, für jedes Genre exemplarisch darzustellen, inwieweit die herausgearbeiteten Aspekte in Computerspielen anzutreffen sind. Dabei konnte ich zeigen, dass Computerspiele mehr oder weniger komplexe Entscheidungs- oder Bedienungssimulatoren sind und mit ihren Aufgaben und Hilfen den Ansprüchen von Simulationen zu Lernzwecken genügen. Sie beinhalten vor allem Visualisierungen mit Abbild- und Situierungsfunktion, können aber auch den Aufbau von mentalen Modellen unterstützen. Logische Grafiken werden im Computerspiel selten und sehr gezielt eingesetzt, was hinsichtlich der informationellen Überforderung ein interessanter Hinweis für die Gestaltung von Lehr-/Lernmedien sein dürfte. Hinsichtlich der Interaktivität konnte ich feststellen, dass Computerspiele sehr interaktiv wirken, sich aber eher aus einer Vielzahl einfacher Interaktionsmöglichkeiten zusammensetzen. Dies ist der Usability von Computerspielen zuzuschreiben, da zu kompliziert zu bedienende Spiele frustrierend wären. Andererseits hat sich aber auch gezeigt, dass Computerspiele mit ihrer Vielfalt an (zwar einfachen) Handlungsmöglichkeiten und der Kombination von Parameter- und Darstellungsveränderungen eine vergleichsweise hohe Interaktivität nach der herangezogenen Taxonomie von Schulmeister (2005) erreichen. Vergleicht man die Interaktivität der von Schulmeister herangezogenen Beispiele (ebd.) oberflächlich mit Computerspielen, wirken Computerspiele meist um ein Vielfaches aufwändiger und interaktiver.

In praktischer Hinsicht erlaubt die Darstellung dieser Erkenntnisse eine gezielte Auswahl eines bestimmten Genres für den jeweiligen Lernzweck.

Allerdings muss einschränkend festgestellt werden, dass die mögliche Lernförderlichkeit theoretisch begründet und in exemplarischer Form aufgezeigt wurde. Es ist also notwendig, die in dieser Arbeit angeführten Argumente empirisch an vielen Computerspielen zu überprüfen und die gemachten Aussagen weiter zu vertiefen. Dennoch war es für mich von Bedeutung, erste systematische Begründungen für eine neue Betrachtung von Computerspielen anzuführen: Bisher wurde vorschnell bezweifelt, dass „ernsthafte“ Lernen mit Computerspielen möglich sei. Mit dem Aufzeigen der Parallelen zu „ernsthaften“ Lehr-/Lernmedien wollte ich zeigen, dass Computerspiele Lehr-/Lernmedien sein können. Schon in kommerziellen Spielen muss der Spieler teilweise sehr umfangreiches Wissen über das Spiel erwerben, um es erfolgreich spielen zu können. Auch wenn diese Spielinhalte nicht als klassische Lerninhalte aufgefasst werden können, sind es doch computerspielspezifische Lerninhalte, die ebenso zeigen, dass umfangreiches Wissen mit einem Computerspiel vermittelt werden kann. Es bleibt nur noch klassische Lerninhalte in Form von Computerspielen umzusetzen (wie es in dieser Arbeit ebenfalls gezeigt wurde).

Neben diesen „ernsthaften“ Argumenten für die Lernförderlichkeit von Computerspielen, die aus der lehr-/lerntheoretischen Forschung abgeleitet sind, sollten Computerspiele meiner Meinung nach aber auch umgekehrt als Impuls für die Gestaltung von Lernmedien verstanden werden. Ich habe die Besonderheiten des Computerspiels einerseits herausgearbeitet, um zu zeigen welche Gütekriterien beachtet werden müssen, um eine faszinierendes und motivierendes Lern-Computerspiel zu gestalten. Diese Besonderheiten des Computerspiels, die sie von klassischen Lernmedien unterscheiden, können aber auch ein wichtiger Beitrag sein, um Lernmedien allgemein motivierender zu gestalten. Ich habe deswegen zusammengefasst, was ein Spiel auszeichnet, warum Spieler es spielen und auf welche Weise sie es spielen. Zusätzlich betonte ich die Faszinationselemente, das Gameplay, die Prinzipien des Gamedesigns und die Narration im Computerspiel als herausragende Merkmale, deren Übertragung auf die Gestaltung von Lernmedien untersucht werden sollte. Daneben zeichnen sich Computerspiele durch ihre gute Anleitung des Spielers, eine intuitive Umsetzung und eine kohärente und konsequente Gestaltung aus, was viele Lernumgebungen leidlich vermissen lassen. Ich habe diese Besonderheiten aber nur hinsichtlich der Gestaltung eines Lern-Computerspiels aufbereitet. Dennoch sind die Ausführungen in einer allgemeinen Form gehalten, so dass die Übertragung auf Lernmedien allgemein leichter sein dürfte, auch wenn ich dies nicht in dieser Arbeit leisten konnte. Im folgenden Kapitel zu den Perspektiven der Computerspiele in Lehr-/Lernkontexten gebe ich aber noch einige Ausblicke auf die Ableitung von allgemeinen Prinzipien für Lernmedien.

Die Begründung der allgemeinen Lernförderlichkeit von Computerspielen dient zum einen der Rechtfertigung des Einsatzes von Computerspielen zu Lernzwecken. Andererseits bilden diese Erkenntnisse, zusammen mit der Beschreibung von Computerspielen, die Grundlage für die Erarbeitung von Empfehlungen für die Gestaltung von Lern-Computerspielen.

### **Ziel III) Erarbeitung von Empfehlungen für die didaktische Nutzung von Computerspielen**

#### **Wie können Computerspiele Lerninhalte abbilden?**

Welche Rahmenbedingungen müssen für den Einsatz von Lern-Computerspielen für Lernzwecke beachtet werden?

Welche didaktischen und spielorientierten Vorentscheidungen müssen getroffen werden?

Wie kann ein Lerninhalt als Computerspiel aufbereitet werden?

Die Erarbeitung von Gestaltungsempfehlungen in meiner Arbeit konzentriert sich vor allem auf die Umsetzung eines Inhalts in technisch-medialer Hinsicht. Eine adäquate Darstellung von Empfehlungen kann aber nicht auf die Darstellung der Rahmenbedingungen, auf die Frage nach den didaktischen Zielen und einige wichtige Vorentscheidungen zum Wesen des zu gestaltenden Spiels auskommen. Deswegen habe ich neben dem Schwerpunkt auf der technisch orientierten Entwicklung einige Bemerkungen zu derartigen Vorüberlegungen gemacht.

Vor der Entwicklung eines Lern-Computerspiels müssen einige grundsätzliche Fragen zu Didaktik und Gameplay, dem Setting, dem Inhaltsumfang, den Lernzielarten, der Plattform und den Produktionsmöglichkeiten getroffen werden. Ich habe versucht zu begründen, warum dem Gameplay (also dem Spielaspekt) grundsätzlich Vorrang gegeben werden sollte und eingeräumt, dass es alternativ eine gute und vergleichsweise einfachere Lösung sein kann, eine Lernumgebung mit spielerischen Elementen zu entwickeln. Soll aber ein Lern-Computerspiel entwickelt werden, ist die Herausforderung, die Inhalte kohärent in das Spiel einzubetten und dafür aufzubereiten. Dabei ist es wichtig sich konsequent an den Gütekriterien des Computerspiels zu orientieren, um kein schlechtes Spiel zu erstellen und die positiven Effekte zu verhindern. Bei der Aufbereitung der Inhalte ist es wichtig das Setting zu berücksichtigen, um entscheiden zu können, ob es sich um ein Selbstlernmedium handelt oder die Inhalte alternativ in einem angeleiteten Kontext ergänzend vermittelt werden. Dies hat Einfluss auf den Umfang der vermittelbare Inhalte: Bei einem Selbstlernspiel müssen die Inhalte integriert werden, was das Spiel aufwändiger macht und nicht mit allen Genres einfach möglich ist. Der Umfang der Inhalte hängt auch davon ab, ob das Spiel nur einfache Inhalte trainieren oder ob Wissen vermittelt werden bzw. explorativ erworben werden soll. In jedem Fall ist eine Anwendung des Wissens im Spiel in Form von geeigneten Aufgaben wichtig. Es kann aber auch ein Spiel entwickelt werden, das nur der Anwendung komplexeren Wissens dient und die Inhalte in anderer Weise erlernt werden (wie im Beispiel Mikrosystemtechnik). Letztlich muss überlegt werden, auf welcher Plattform das Spiel entwickelt werden soll und welche Möglichkeiten der Produktion bestehen. Beides hat Einfluss auf die Komplexität und die Kosten der Produktion.

Aus didaktischer Sicht ist es aufgrund der Interaktivität eines Computerspiels wichtig, handlungsorientierte Lernziele zu definieren. Ich habe versucht zu zeigen, dass Computerspiele sich besonders für die Anwendung, Analyse und Evaluation von prozeduralem Wissen eignen. Sie machen je nach Konzept aber auch das Erinnern und Verstehen von Fakten- und Konzeptwissen erforderlich und können je nach Spielmodus (z.B. im Beispiel Mikrosystemtechnik) die Kreation, also das Generieren von Hypothesen, das Planen oder das Konstruieren (z.B. von Prozessen) ansprechen.

Lediglich metakognitives Wissen wird in der Regel nicht angesprochen und müsste begleitend oder in anderer Form angesprochen werden. Darüber hinaus habe ich versucht, die Besonderheiten des Computerspiels so aufzubereiten, dass sie bei der Entwicklung eines Lern-Computerspiels berücksichtigt werden können. Sie sollten als Gütekriterien für das Spiel gelten, ohne die die motivierende Wirkung wahrscheinlich deutlich geringer ausfällt.

Der Schwerpunkt lag auf der Entwicklung von Empfehlungen für die Umsetzung eines Inhalts aus medialer/technischer Sicht anhand des OOPIO-Modells. Es hat sich gezeigt, dass auch dabei Aspekte des Spiels bzw. der Spielstruktur nicht nur mitgedacht werden müssen, sondern gerade für die Interaktivität von zentraler Bedeutung sind. Zentral ist die Entwicklung motivierender Haupthandlungen, die Schaffung von interessanten Entscheidungsmöglichkeiten und die Bereitstellung von interessanten Aufgaben. Anhand erster Vorüberlegungen ist es notwendig sich ein einem oder wenigen Genres zu orientieren und zu prüfen, inwiefern sich der Inhalt in das eine oder das andere Genre einbetten lässt. Der nächste Schritt der Entwicklung ist die Aufbereitung des Inhalts in Form eines objektorientierten Modells der Spielwelt. Der objektorientierte Ansatz eignet sich besonders, da er dem aktuellen Programmierparadigma entspricht und eine gute logische Vorgehensweise für die Modellierung des Inhalts liefert. Für die Entwicklung der Objekte und Aufgaben habe ich ihre jeweiligen Funktionen und Merkmale expliziert und in praktisch verwertbaren Hilfen zusammengefasst. Abschließend habe ich mich mit der Visualisierung der Spielinhalte befasst. Da sich die Spielwelt und auch der eingebettete Inhalt nach dem objektorientierten Ansatz aus einzelnen, vernetzten Objekten zusammensetzt, habe ich aus dem OOPIO-Modell abgeleitet, welche Form der visuellen Repräsentation jeweils beachtet werden muss. Im Mittelpunkt dieser Überlegungen stand die Frage, welche Information in welcher Form ausgegeben werden kann und welche Informationen überhaupt ausgegeben werden sollten. Die Erkenntnisse zur Ausgabe von Informationen habe ich ebenfalls in die praktisch orientierten Hilfen eingearbeitet.

Ergebnis aller Vorentscheidungen und Empfehlungen zur Umsetzung ist ein schematischer Ablauf der Entwicklung eines Lern-Computerspiels in fünf Schritten. Es ist aber sehr wichtig, dieses Schema nicht als lineare Abfolge von Schritten zu verstehen. Vielmehr bildet dieses Schema fünf vernetzte Schritte eines Entwicklungszyklus, der mehrfach wiederholt werden muss. Im Sinne eines hermeneutischen Zirkels gelangt man durch das wiederholte Abarbeiten der fünf Schritte von einer ungenauen Vorstellung hin zu einer detaillierten Ausarbeitung des Spielkonzepts.

Die Ergebnisse dieses Teils der Arbeit haben ein rein praktisches Ziel verfolgt. Ergebnis sind umfangreiche und detaillierte Empfehlungen zur Entwicklung von Lern-Computerspielen. Als Empfehlungen haben sie natürlich keine allgemeingültige Gesetzmäßigkeit, sondern müssen jeweils angepasst werden. Auch beruhen sie nur auf der Erfahrung aus einem Projekt und können leicht anhand weiterer Projekte präzisiert und ergänzt werden. Trotz dieser Defizite halte ich sie schon in dieser Form für praktisch verwertbar.

**Ziel IV) Entwicklung eines Konzepts der Nutzung von Computerspielen zur Behebung von Defiziten in den Ingenieurwissenschaften**

- d) Welche Defizite liegen in den Ingenieurwissenschaften vor?
- d.a) Wie lässt sich die Situation in den Ingenieurwissenschaften charakterisieren?
- d.b) Welche Defizite lassen sich aus der Situation in den Ingenieurwissenschaften schließen?
- e) Wie kann die Mikrosystemtechnik mit einem Computerspiel vermittelt werden?
- e.a) Welche Rahmenbedingungen müssen beachtet werden?
- e.b) Wie kann der Inhalt als Computerspiel umgesetzt werden?

Der abschließende Teil und praktische Schwerpunkt dieser Arbeit sind die Überlegungen zur Nutzung von Computerspielen in den Ingenieurwissenschaften. Auch wenn theoretisch jeder Inhalt in Form eines Computerspiels aufbereitet werden kann, bieten sich die Ingenieur- und Naturwissenschaften einerseits wegen der Gesetzmäßigkeit der Inhalte und andererseits wegen der Komplexität der Inhalte an. Ersteres führt zu einer guten Modellierbarkeit der Inhalte, letzteres macht anspruchsvolle Methoden der Inhaltsvermittlung erforderlich.

Den Ingenieurwissenschaften kommt aber auch aus einer gesellschaftlichen Perspektive eine besondere Bedeutung zu: Das dort entwickelte Wissen und die dort ausgebildeten Fachkräften haben einen hohen Stellenwert für die wirtschaftliche und damit auch gesamtgesellschaftliche Entwicklung eines Landes. Ich habe versucht, mögliche Defizite in den Ingenieurwissenschaften zu beschreiben und Ansatzpunkte für den Einsatz von Computerspielen zu finden.

Neben dem hohen Bedarf an Ingenieuren zeichnet sich die Nachfrage in der Wirtschaft sowohl durch hohe allgemeine, aber auch viele sehr spezielle Anforderungen aus. Die Ausbildung zum Ingenieur ist nicht nur durch große Ansprüche im Studium, sondern auch durch hohe Eingangsvoraussetzungen zu Beginn des Studiums gekennzeichnet. In der Hochschullehre treffen die hohen fachlichen und überfachlichen Ansprüche, die Komplexität der Inhalte und schlechte Vorbereitung von Seiten der Schule auf ein Lernsetting, das von passiv-rezeptiver Vermittlung, zu geringer praktischer Anteile und nicht zwingend pädagogisch-didaktisch qualifizierten Lehrkräften gekennzeichnet ist. Grundsätzlich halten moderne Formen der Wissensvermittlung nur zögerlich Eingang in die Lehre und wurden auch bei der Umstrukturierung im Rahmen des Bologna-Prozesses vernachlässigt.

Die Abbruchquote zeigt, dass im Studium einige Verbesserungsmöglichkeiten zu finden sind: Die Gründe für den Abbruch sind vor allem problematische Studienbedingungen, berufliche Neuorientierung, mangelnde Studienmotivation sowie finanzielle Probleme. Fraglich ist dabei, wie ein Computerspiel nun diesen Problemen gerecht werden kann. Einerseits können sich die positiven motivationalen Effekte, die Computerspielen zugeschrieben werden, auch positiv auf das Lernen und damit die Studienmotivation in den Ingenieurwissenschaften auswirken. In meiner Arbeit liegt der Schwerpunkt auf der (medien-)didaktischen Vermittlung von Inhalten durch Computerspiele. Aber gerade hier hat die Schilderung der Ingenieurausbildung einen sehr guten Ansatzpunkt gezeigt: Die Komplexität und die geringe Anschaulichkeit der Inhalte in Verbindung mit passiven Formen der Vermittlung und hohen Selbstlernanteilen.

Das in dieser Arbeit entwickelte Konzept für die Vermittlung der Mikrosystemtechnik greift diese Probleme auf. Das entworfene Lern-Computerspiel unterstützt einerseits den aktiven Wissenserwerb sowie die Wissensanwendung und Vertiefung durch den Studierenden selbst. Durch die Gestaltung des Spiels kann es aber andererseits auch gut in die oft wenig anschauliche und rezeptive Lehre eingebunden werden und fungiert als Brücke zwischen Lehre und Selbstlernen.<sup>1</sup> Mit der Schilderung des Projekts und des Konzepts konnte ich erstens die Anwendung der in dieser Arbeit getroffenen Annahmen und Empfehlungen zeigen und veranschaulichen. Zweitens ist das entwickelte Konzept aber auch ein praktisch verwertbares Produkt des Projekts, das zumindest ansatzweise zeigt, wie ein Inhalt aufbereitet werden kann. Aufgrund des Scheiterns des Projekts war jedoch keine Überprüfung der angenommenen Effekte möglich und ich komme deswegen nicht über eine exemplarische und argumentative Begründung der Annahmen hinaus. Dennoch halte ich es für gut nachvollziehbar, inwieweit sich die Studierenden der Mikrosystemtechnik aktiv mit den Inhalten beschäftigen können. Zu diesem Zweck wurden die Inhalte in einem didaktisch reduzierten Modell aufbereitet, grafisch veranschaulicht und in ein aktivierendes Spielprinzip eingebettet.

Hinsichtlich der Lehre in den Ingenieurwissenschaften sind genau diese Aspekte von besonderer Bedeutung: Das Spiel unterstützt den Studierenden bei der Anwendung und Vertiefung des Lerninhalts und erweitert die Formen der Wissensvermittlung um eine anschauliche und dynamische Präsentation des Vorlesungs- und Übungsstoffs. Als verbindendes Medium unterstützt es den Wechsel von Lehre und Selbstlernen. Durch seinen Werkzeugcharakter kann es in gewissen Umfang auch Unterstützung der praktischen Anteile der Lehre fungieren, indem die Studierenden ihre Konzeptentwicklung experimentell im Spiel überprüfen und ihr Handlungswissen schließlich gezielt im Labor-Praktikum anwenden können.

Für eine abschließende Beurteilung dieses und ähnlicher Konzepte ist aber eine empirische Überprüfung der erwarteten Effekte maßgeblich. Bei der weiteren Umsetzung des Konzepts und dem Einsatz in der Praxis wären sicherlich noch viele vertiefende Erkenntnisse möglich gewesen.

---

1) Ich möchte hier anmerken, dass sich die Lehre im Fachbereich MMS am Lehrstuhl TEP der TU München positiv vom verallgemeinerten Bild in der Ingenieurausbildung abhebt, wie die Erläuterungen des Projekt-Kontexts gezeigt haben.

## 7.2 Weitergehende Kritik

Ich habe mich in dieser Arbeit für einen Einsatz von Computerspielen für Lernzwecke ausgesprochen und versucht zu zeigen, inwiefern das mediendidaktisch begründet werden kann. Während der Arbeiten am Projekt und an dieser Arbeit sind einige grundsätzliche Fragen entstanden, die einer weitergehenden Klärung bedürfen. Diese Grundsatzfragen stellen einerseits eine grundsätzliche Kritik des Einsatzes von Computerspielen dar und können somit andererseits auch als Fragen für die weitere Forschung verstanden werden.

### **Kosten**

Wie ich bereits an einigen Stellen in der Arbeit angedeutet habe, ist die Herstellung eines Computerspiels zeitlich und fachlich sehr aufwändig. Hieraus resultieren sehr hohe Kosten für die Herstellung eines einzelnen Spieles. Aus diesem Grund muss gefragt werden, wie die erforderlichen Mittel aufgebracht und gerechtfertigt werden können. Gegenwärtig geht der Trend mehr zu einer Kostensenkung bei Bildungsmaßnahmen und speziell bei e-learning-Produkten: Beispielsweise wird mit Rapid e-learning versucht, Lerneinheiten schnell und einfach herzustellen und damit auch günstiger herzustellen. So genannte „reusable learning objects“ sollen die Wiederverwendung von e-learning-Bausteinen gewährleisten und damit mehrfach einsetzbar machen. Vor diesem Hintergrund ist es fraglich, wo und wie Kosten von vielen zehntausend bis mehreren hunderttausend Euro aufgebracht werden können.

Es ist schwer vorstellbar, dass gerade Träger öffentlicher Bildungseinrichtungen solche Mittel für ein einzelnes Lernobjekt aufbringen können. Damit kommen nur Bereiche und Themen in Frage, für die umfangreiche Gelder zur Verfügung stehen oder in denen ein großer Markt vorhanden ist: So sind z. B. einzelne Wirtschaftsthemen von hoher Relevanz und von daher mit mehr Ressourcen ausgestattet. Aber auch der sog. „Nachmittagsmarkt“, also die Nachfrage von Eltern nach Lernmitteln zur Unterstützung des schulischen Lernens ihrer Kinder bietet bei der Wahl entsprechender Themen gute Möglichkeiten der Re-Finanzierung eines Lern-Computerspiels. Hohe Kosten haben auch einen hohen Rechtfertigungsdruck zur Folge. Ich habe in dieser Arbeit versucht zu zeigen, dass Computerspiele einen hohen Mehrwert in Lernkontexten darstellen können. Allerdings habe ich diesen Mehrwert nur theoretisch begründet und kann keine Ergebnisse einer Evaluation vorlegen. Der hier angenommene Mehrwert muss also erst in empirischen Überprüfungen bestätigt werden. Aber auch im Falle einer solchen Bestätigung bleibt weiterhin fraglich, ob der hohe Mittelaufwand dann in Kauf genommen wird, wenn herkömmliche Methoden schon seit längerem zumindest akzeptable Resultate in gewohnter Qualität erbringen.

Aus diesem beiden Gründen muss gefragt werden, wie Computerspiele kostengünstig produziert werden können. Mit Game-Engines, Tools und Mods habe ich in dieser Arbeit bereits einige Möglichkeiten angeführt, wie Computerspiele etwas günstiger hergestellt werden könnten. Je nach Anspruch an die Wirkung und Qualität, besonders hinsichtlich der Grafik, lassen sich manche Kosten aber nur geringfügig senken. Auch hier sollte untersucht werden, ob „Reusable Game-based Learning Objects“ helfen die Kosten zu senken. Ebenso muss gefragt werden, welche anderen Einsparmöglichkeiten es außer den in dieser Arbeit erwähnten gibt.

### Geschlechterfragen

Fraglich ist auch welche genauen Unterschiede in der Akzeptanz und den Präferenzen zwischen den Geschlechtern vorherrschen. Grundsätzlich kann gesagt werden, dass Mädchen und Frauen weniger mit dem Computer spielen als Jungen und Männer. Auch in der Art und Gestaltung von Computerspielen zeigen sich unterschiedliche Präferenzen bei den Geschlechtern (vgl. z.B. VUD, 2004 oder die KIM- und JIM-Studien des Medienpädagogischen Forschungsverbundes Südwest). Diese Unterschiede sollten einerseits genauer untersucht und dann andererseits gefragt werden, welche Folgen solche Unterschiede haben. Falls Mädchen und Frauen (auch in der Zukunft) ein gleichbleibend geringeres Interesse an Computerspielen haben sollten, ist zu fragen, ob Computerspiele überhaupt ein für sie geeignetes Medium sind. Dabei ist anzumerken, dass solche Unterschiede ebenfalls unabhängig vom Geschlecht auftreten und die grundsätzliche Eignung von Computerspielen deswegen einzuschränken ist. Aber auch die konkrete Gestaltung von Computerspielen müsste eventuell an die Wünsche von Mädchen und Frauen angepasst werden. Dann stellt sich aber die Frage, ob unterschiedliche Spiele für beide Geschlechter entwickelt werden müssen und ob die im Extremfall doppelten Kosten getragen werden können. Eine Lösung könnten Computerspiele sein, die beide Geschlechter gleichermaßen ansprechen. Z. B. könnten Genres ausgewählt werden, die Mädchen und Frauen ebenfalls gerne spielen oder ein Genre-Mix entworfen werden, der beiden Geschlechtern gerecht wird. Auch bei der Gestaltung eines Spiels können Elemente, die Mädchen und Frauen weniger ansprechen, vermieden werden. Es bleibt aber offen, ob sich hieraus nicht zu viele Einschränkungen ergeben, die das jeweilige Spiel unattraktiv machen oder eine zu geringe Vielfalt an unterschiedlichen Computerspielen bedingen. Die Auswahl des Spielprinzips bzw. des Genres sollte sich eigentlich am Lerninhalt orientieren. Wenn hier nur bestimmte Genres zur Auswahl stehen, kann das bedeuten, dass der Inhalt nicht optimal in das Spiel eingebettet werden kann.

### Unterschiedliche Spielerpräferenzen

Das Problem unterschiedlicher Geschmäcker und Präferenzen ist nicht nur auf die Unterschiede zwischen den Geschlechtern beschränkt: Auch wenn man nur die männlichen Computerspieler betrachtet, ergeben sich unterschiedliche Vorzüge bei der Spieleauswahl. In der Regel entwickeln Computerspieler im Laufe der Zeit eine Fokussierung auf eines oder wenige verschiedene Genres. Wählt man also für einen Lerninhalt ein bestimmtes Genre aus, ist es wahrscheinlich, dass ein gewisser Teil der Zielgruppe unzufrieden ist. Diesem Problem kann man mit Vorabbefragungen der Zielgruppe begegnen. Aber auch dabei wird man feststellen, dass in den meisten Fällen kein Konsens über das Genre erzielt werden kann. Ebenso kann eine solche Befragung ergeben, dass die Zielgruppe ein Genre bevorzugt, das inhaltlich-orientierten Auswahl eines Spielprinzips widerspricht. Auch hier ist ein Genre-Mix denkbar, der die unterschiedlichen Präferenzen der Zielgruppe berücksichtigt. Allerdings halte ich es für schwieriger einen gelungenen Genre-Mix zu entwerfen, der die verbundenen Genres so kombiniert, dass es zu keiner Störung des Spielflusses kommt. Auch hier wären die Ergebnisse der geplanten Evaluation sehr aufschlussreich gewesen. Somit bleibt es eine Frage der weiteren Forschung, wie stark sich unterschiedliche Zielgruppen-Präferenzen auf den Erfolg eines Lern-Computerspiels auswirken.

### Nähe bzw. Ferne zum Lerngegenstand

Eine aus meiner Sicht besonders wichtige Frage ist, wie stark der Lerninhalt in einem Lern-Computerspiel „versteckt“ sein darf. Wenn ein Lerninhalt so in ein Spielprinzip eingebettet wird, dass der Lerninhalt zunächst nicht mehr erkennbar ist, wie wirkt sich das dann auf das Lernergebnis aus? Aus motivationaler Sicht kann gefragt werden, ob es notwendig ist den Lerncharakter des Spiels ganz in den Hintergrund zu stellen, um eine möglichst hohe Beschäftigung mit dem Spiel zu erreichen. Ein Bestimmungsmerkmal des Spiels allgemein ist die Zweckfreiheit, die entfällt, wenn es sich um ein explizites Lern-Computerspiel handelt. Wie bedeutsam ist die Zweckfreiheit für das positive Erleben eines Spieles? Ein anderes wichtiges Merkmal ist die Selbstbestimmung: Die Entscheidung ein Spiel zu spielen ist in nicht-institutionellen Kontexten immer frei. In einem Lernkontext dagegen ist das Lern-Computerspiel ein verbindliches Lernmaterial, das genutzt werden muss. Auch wird sich in einem solchen Kontext kaum verheimlichen lassen, dass das Spiel einem bestimmten Zweck dient. Fraglich ist also, wie stark das Fehlen der Zweckfreiheit und die Beschränkung der Selbstbestimmung den Erfolg eines Lern-Computerspiels beeinflussen. Meiner Ansicht nach dürften Computerspiele als Lernmedium, im Vergleich zu anderen Materialien und Lernformen, eine so hohe Attraktivität haben, dass diese Einschränkungen weniger bedeutsam sind.

Aus didaktischer Perspektive bleibt aber dennoch die Frage, ob es förderlich oder schädlich ist, den Lerninhalt so in das Spiel einzubinden, dass das Lernen nicht direkt erkennbar ist. Ich habe mich in dieser Arbeit dafür ausgesprochen, Spielen und Lernen so stark zu verknüpfen, dass der Spielfluss nicht durch Lernelemente gestört wird. Dennoch kann der Lerninhalt aber mehr oder weniger deutlich im Spiel erkennbar sein. Beim Spielen eines herkömmlichen Computerspiels muss der Spieler viele Fakten über das Spiel memorieren und ein mentales Modell des Spiels entwickeln. Wenn ein Lerninhalt geschickt in ein Spielprinzip integriert ist, kann es für den Lerner/Spieler so aussehen, als würde er nur das Computerspiel erlernen und der eigentliche Lerninhalt bleibt ihm verborgen. Dabei ist zu klären, ob es (a) ungünstig ist, den Lerner über den Lerninhalt im Unklaren zu lassen und (b), wie später dann das erworbene Wissen auf den Lerngegenstand übertragen werden kann. Meine Einschätzung ist, dass es nicht schädlich ist, wenn der Lerner/Spieler sich zunächst auf das Erlernen des Spiels konzentriert und es sogar günstig ist, wenn er sich beim Spielen keine Gedanken über die Anwendung in der Realität macht. Fraglich ist dann aber, wann und wie die Übertragung auf den eigentlichen Lerninhalt und Anwendungskontext stattfinden sollte. Anzumerken bleibt natürlich wiederum, dass es in institutionellen Kontexten relativ offensichtlich sein wird, welchen Zweck ein solches Spiel verfolgt.

### Virtualisierung

Ein ebenfalls sehr grundsätzlicher Punkt, den ich hier aber nur ganz kurz ansprechen möchte, ist die Frage nach den Konsequenzen der zunehmenden Virtualisierung. Sollten vermehrt Computerspiele für Lernzwecke eingesetzt werden, können Lerninhalte zwar aktiver und plastischer erfahren werden, allerdings bleibt auch hier die direkte Erfahrung an realen Gegenständen ausgeschlossen. Fraglich ist, ob sich Computerspiele nur bei Gegenständen etablieren, die normalerweise gar nicht direkt

erfahren werden können, sei es wegen der Nichterreichbarkeit, Gefährlichkeit oder den Kosten, die damit verbunden wären. Oder würden Lern-Computerspiele dazu beitragen, dass auch leicht zugängliche Lerngegenstände nur noch virtuell erfahren werden? Meiner Meinung nach liegen viele problematische Aspekte der Virtualisierung nicht an den jeweiligen Medien, sondern an anderen Stellen: Beispielsweise halte ich den Mangel an direkter Erfahrung z. B. im Schulkontext nicht für medial verursacht. Vielmehr lassen die umfangreichen Lehrpläne zu wenig Zeit um in die realen Kontexte zu gehen und direkte Erfahrungen zu sammeln. Der Zeit- und Kostenaufwand, nicht nur im Schulkontext, verhindern mehr den Kontakt zu direkten Erfahrungen als es die Medien tun. Aus dieser Sicht sind interaktive und plastische Computerspiele vielleicht eine Hilfe, um die beschränkte Erfahrung durch ein Lehrbuch um die aktive Auseinandersetzung mit der plastischen Darstellung in einem Computerspiel zu erweitern. Auch wenn ich selbst für die Bewahrung direkter Erfahrung im Lernen bin, muss ich doch zumindest berücksichtigen, dass andere Generationen mit einem anderen Verhältnis zur Virtualisierung aufwachsen. Das Aufwachsen in einer stark virtuell begleiteten Welt dürfte zu einer anderen Beurteilung der Virtualisierung führen. Hier kommen auch unterschiedliche normative Bewertungen zum Tragen: Das Lesen eines Buchs bzw. Texts wird allgemein als positiv bewertet. Allerdings ist auch das schon eine Form der Virtualisierung. Eine wohlgeerntet extrem reduzierte Form der Virtualisierung dazu. Dieser und andere Aspekte (z.B. Bewegungsmangel und andere Gesundheitsprobleme der Virtualisierung) sind aber zu umfangreich und betreffen zudem nicht nur Lern-Computerspiele. Auch hier bleibt für die weitere Forschung zu fragen, welchen Nutzen und welche Nachteile die Virtualisierung in Form von Lern-Computerspielen hat.

### **Interdisziplinäre Zusammenarbeit**

Mein letztes Fazit gilt der interdisziplinären Zusammenarbeit im Projekt an der TU München. Insgesamt beurteile ich die Kooperation als sehr gut, wenn auch teilweise viel Anpassung an die Partner und auch viel inhaltliche Eigenleistung erbracht werden musste. Die im Folgenden verallgemeinbaren Erfahrungen in der Zusammenarbeit haben sich nicht nur in der Arbeit im Projekt ergeben, sondern auch in anderen Gesprächen und Projekten mit „Nicht-Didaktikern“ bestätigt.

Ein Problem sind die unterschiedlichen Perspektiven, Denkweisen und die unterschiedliche Sprache verschiedener Disziplinen. Grundsätzlich ist jeder Beteiligte Experte auf seinem Gebiet und Laie in den anderen beteiligten Bereichen. Somit findet also ständig eine Kommunikation zwischen Bereichs-Laien und -Experten statt. Für den Didaktiker ist es grundsätzlich wichtig, den Inhalt in einem gewissen Umfang kennenzulernen und auch die Möglichkeiten der technischen Umsetzung zu berücksichtigen. In dieser Hinsicht kann man dem Didaktiker eine vermittelnde und integrierende Position zuschreiben. Schwierig wird diese Vermittlungsfunktion hinsichtlich der Unterschiede in Sprache und Denkweise. Neben dem Verstehen der inhaltlichen und technischen Perspektive und Sprache muss die pädagogisch-psychologische Sprache und Sichtweise vermittelt und oft auch mit Nachdruck vertreten werden (s.u.). Dabei ist öfter festzustellen, dass sich einfach klingende Ansätze, Konzepte und Ideen aus didaktischer Sicht nur schwer vermitteln lassen. Oft kommt dann ein nur scheinbarer Konsens zustande, der sich im Verlauf der weiteren Zusammenarbeit als vorschnelle, oberflächliche Interpretation erweist und zu grundsätzlichen

Mißverständnissen führt. Dies liegt nicht nur daran, dass in der pädagogisch-psychologischen Sprache viele Begriffe scheinbar einfach nachzuvollziehen sind, in Wahrheit aber mit sehr weitreichenden Grundlagen und Konzepten verbunden sind. Als Didaktiker in einem solchen Projekt sind also umfangreiche Klärungen und Kontrollen des gegenseitigen Verständnisses und besonders der Tragweite mancher pädagogisch-psychologischen Begriffe notwendig. Der Umstand, dass der Didaktiker sowohl die inhaltliche Sichtweise und Sprache des Fachexperten (also auch die Sprache und Konzepte der technischen Umsetzung) verstehen muss, stellen hohe Anforderungen. Auch kann hinterfragt werden, inwieweit dem Didaktiker tatsächlich vermittelnde Aufgaben zukommen und inwieweit auch die anderen Fach-Experten über ihre Position hinausgehen müssen.

Ein ganz besondere Schwierigkeit in der Zusammenarbeit mit anderen Disziplinen ergibt sich aus einer Besonderheit der Wahrnehmung von didaktischen Erkenntnissen: Einfach gesagt werden didaktische Probleme und Herausforderungen im Allgemeinen unterschätzt, weil jeder mehr oder weniger Erfahrung als Schüler, Student, Elternteil und Lehrender hat. Dabei werden gerne die gesammelten Erfahrungen unreflektiert reproduziert und als adäquates didaktisches Vorgehen festgelegt. Solche Erfahrungen verleiten den Nicht-Didaktiker dazu anzunehmen, dass er selbst eine ausreichende Expertise hinsichtlich der Vermittlung der Inhalte hat. Da der Nicht-Didaktiker dann nicht nur eine (scheinbare) pädagogisch-psychologische Expertise hat, sondern auch noch zusätzlich Experte für inhaltliche oder technische Fragen ist, neigt er dazu seine Ansichten Argumentations-resistent durchzusetzen. Es ist für den Didaktiker also, neben der Einstellung auf die anderen Fachbereiche, eine zusätzliche Belastung seine eigene Expertise zu rechtfertigen und einzubringen. Diese Verkennung der pädagogisch-psychologischen Perspektive liegt in der Vereinfachung der didaktischen Dimension. Nicht-didaktische Partner neigen dazu, ihre allgemeine und vor allem ihre besondere Vermittlungskompetenz zu überschätzen: Jeder Fachexperte beruft sich nicht nur auf seine allgemeinen „didaktischen Erfahrungen“, sondern hat auch eine Lehr-Lern-Laufbahn hinsichtlich des Lerninhalts hinter sich. Die dort verwendeten Methoden und Vorgehensweisen werden nachträglich idealisiert und sollen beibehalten werden. Dabei vergisst der Fach-Experte oft zu überlegen, ob diese herkömmliche Vermittlungsform für ihn selbst geeignet war oder ob nicht eine andere Herangehensweise mehr Vorteile bringen könnte. Auch wird unterschätzt, welche Menge an Erkenntnissen und Empfehlungen aus der pädagogisch-psychologischen Forschung vorliegen und wie schwierig diese anwendbar sind.

Gerade letzteres Problem halte ich für besonders problematisch in der interdisziplinären Entwicklung von Lehr-/Lernszenarios und Lernmaterialien. Inhaltliche Expertise und die technische Umsetzung wird stets höher bewertet, als die didaktische Konzeption. Dies schlägt sich nicht nur in der Diskussion unter Projektpartnern verschiedener Disziplinen nieder, sondern auch in der Vergabe der Mittel. In dieser Hinsicht kann ich das Kooperationsprojekt an der TU München positiv hervorheben, da in diesem Rahmen zwei Didaktiker für die Entwicklung eines Konzepts beschäftigt wurden. In anderen Projekten, von denen ich Kenntniss habe, ist das normalerweise weniger der Fall.

### 7.3 Perspektiven der Lern-Computerspiele und Alternativen

Aus den Erfahrungen des Projekts und den Überlegungen in dieser Arbeit kann man ableiten, dass Computerspiele für Lernzwecke, ebenso wie kommerzielle Computerspiele, sehr aufwändig zu produzieren sind. D.h. sie sind einerseits aus didaktischer Sicht sehr aufwändig zu entwickeln und andererseits aus technischer Sicht sehr zeit- und kostspielig zu produzieren.

Der hohe Aufwand steht besonders reinen Lern-Computerspielen, die sich nur einem Thema widmen, im Wege. Fraglich ist also, wie Eigenschaften von Computerspielen in der Zukunft für Lernzwecke eingesetzt werden können. Eine Lösung ist es, ein aufwändig entwickeltes Lern-Computerspiel für eine möglichst große Zielgruppe einzusetzen: Die Themen müssen also so gewählt werden, dass möglichst viele Lerner das Spiel nutzen können. Dann werden aber nur Themen von finanziell gut ausgestatteten oder zahlenmäßig großen Gruppen in Form von Computerspielen umgesetzt. Eine andere Lösung wäre es Computerspiele zu entwickeln, die gleichzeitig für unterschiedliche Themen geeignet sind: Wenn das Spiel nur als Lernplattform oder als Lern-Management-System fungiert, kann es in vielen Kontexten und für viele Themen eingesetzt werden. Problematisch ist hierbei aber, dass die jeweiligen Inhalte nicht mehr besonders stark mit dem Spielprinzip verbunden werden können.

Vielversprechender ist es, ein Lern-Management-System anhand von Computerspiel-Prinzipien zu entwickeln: Es könnte helfen ganze Bildungsgänge motivierender zu gestalten und den Lernenden eine bessere Unterstützung auf ihrem Lernweg zu geben. Die Kosten der Entwicklung und Produktion verteilen sich so nicht nur auf viele Teilnehmer und unterschiedlichste Themen, sondern auch auf einen größeren Zeitabschnitt. Ein Studiengang kann beispielsweise genauso ein Gegenstand für ein Computerspiel sein, wie die komplexen Systeme in den meisten Strategie-Computerspielen. Natürlich werden hier die meisten Inhalte in anderer Form vermittelt und das Spiel fokussiert sich auf den Bildungsgang. Es gilt also nicht mehr einen Inhalt in einem Spielprinzip abzubilden, sondern einen (Bildungs-)Prozess abzubilden, zu vermitteln und das Durchlaufen dieses Prozesse zu unterstützen.

Die Prinzipien von Computerspielen und auch des nicht-elektronischen Spiels können aber auch auf eine allgemeinere Weise helfen Lernen zu verbessern. Von Computerspielen, aber auch von anderen Spielen, sind Prinzipien abgeleitbar, die zu erklären versuchen, warum Spiele eine große Anziehungskraft haben und warum Menschen lange und intensiv spielen. Diese Prinzipien können auf Lehr-/Lernkontexte übertragen werden: Die Prinzipien von Computerspielen sind auf Lernumgebungen übertragbar, ohne ein aufwändiges Computerspiel zu entwickeln und die allgemeineren Spielprinzipien können allgemein auf Unterrichts- und Lernsituationen übertragen werden, um diese aktiver und motivierender zu gestalten.

## Lern-Computerspiele

Reine Lern-Computerspiele, wie das in dieser Arbeit gezeigte Beispiel für die Mikrosystemtechnik, werden wohl wegen des hohen Herstellungsaufwands und den damit verbundenen Kosten selten entwickelt werden. Wahrscheinlich können diese Kosten durch empirische Forschung mit einem besseren Lernergebnis gerechtfertigt werden, was aber noch aussteht. Auch bei einer positiven empirischen Befundlage in der Zukunft denke ich aber, dass dennoch wenig aufwändige Lern-Computerspiele entwickelt werden dürften, weil die erforderlichen Mittel selten zur Verfügung stehen werden. In öffentlichen Bildungseinrichtungen und auch in der Industrie ist der Kosten- und Einspar-Druck zunehmend hoch. Es muss also ein Weg gefunden werden, wie Lern-Computerspiele kostengünstig entwickelt werden können oder wie sich die Kosten auf eine große Zielgruppe verteilen lassen.

Kostengünstige Computerspiele lassen sich herstellen, wenn einfachere Themen und der Trainingsaspekt in den Vordergrund gestellt werden. Vereinfachte Spielprinzipien sind weniger aufwändig umzusetzen und damit günstiger zu realisieren. Wie die Beispiele aus dem Edutainment zeigen, sind die Ergebnisse solcher Versuche oft aber wenig anspruchsvoll und von daher eher für eine jüngere Zielgruppe geeignet. Dieses Problem könnte umgangen werden, wenn es gelingt „Lern-Computerspiele-Genres“ zu entwickeln, die verallgemeinerbare Lerntätigkeiten in anspruchsvollere Spielprinzipien einbetten. Ein Beispiel wäre das fiktive Genre „Action-Memorier-Spiele“: Ein solches Genre würde auf ein Spielprinzip setzen, bei dem der Spieler eine geringe Zahl von motivierenden Handlungen sehr oft wiederholt und dabei z.B. Vokabeln oder anderes Faktenwissen erlernt und memoriert. Bei kommerziellen Computerspielen haben sich solche Genres bewährt, weshalb es nicht unplausibel ist, dass auch „Lern-Spiel-Genres“ funktionieren könnten. Problematisch dabei ist aber, dass Computerspieler nur bestimmte Genres präferieren und von daher wahrscheinlich auch nur bestimmte „Lern-Spiel-Genres“ bevorzugen würden. Außerdem ist es (noch) eine optimistische Hoffnung, auf diese Weise motivierende Lern-Spielprinzipien schaffen zu können. Ich halte diesen Ansatz aber dennoch für interessant.

Der andere Weg ist es, aufwändige Lern-Computerspiele für Themen zu entwickeln die für sehr große Zielgruppen relevant sind. Je nach Kontext (z.B. Schule oder Berufsausbildung) müssten die Inhalte Curriculums-unabhängig aufbereitet werden. Derartige Lern-Computerspiele müssten sich auf Themen beziehen, die beispielsweise in allen Lehrplänen und in allen Schulformen relevant sind. Hierzu gehören grundlegende Kompetenzen, die in vielen Bildungsgängen in unterschiedlichem Maße relevant sind (z.B. mathematische Kompetenzen) oder Themen, die nur in unterschiedlichem Umfang behandelt werden. Sie könnten als Grundlage für den jeweils unterschiedlichen Unterricht fungieren und eine Ausgangsbasis für den spezifischen Unterricht bilden. Derartige Spiele würden am Anfang eines Bildungsgangs (z.B. Studiums- oder Schuljahresbeginn) eingesetzt werden und hätten einen geringeren, allgemeineren Umfang und Inhalt. Sie würden den Lernern unabhängig von den später relevanten Details helfen, einen Überblick zu gewinnen und ein mentales Modell des Inhalts zu entwickeln. Natürlich könnten solche Spiele auch für den so genannten „Nachmittagsmarkt“, also für die elterngestützte Nachhilfe entwickelt werden.

### **Spielbasierte Lernumgebungen/Lern-Management-Systeme**

Dennoch dürfte es schwierig sein, all die Inhalte einer Bildungslaufbahn in einer motivierenden Form aufzubereiten. Also muss man aus pragmatischer Sicht fragen, wie Computerspiele dennoch Ihr Potential beim Lernen entfalten können. Ich halte eine spielbasierte Lernplattform für einen (nicht nur pragmatisch) sehr guten Ansatz: Eine spielbasierte Lernplattform würde die positiven Merkmale der Computerspiele für ganze Curricula bzw. Bildungsgänge nutzen. Natürlich erfordert eine solche Lernplattform dennoch eine gute Aufbereitung der Inhalte, wenn dann auch weniger in spielbasierter Form. Die Chance einer solchen Lernplattform liegt aber darin, ein motivierendes Setting für unterschiedlichste Lernkontexte zu sein. Hier können zwei Richtungen unterschieden werden zwischen denen die Übergänge aber je nach konkreter Umsetzung fließend sind. Die eine Richtung ist die Entwicklung einer Lernumgebung mit spielbasierten Elementen. Die andere Richtung ist die Entwicklung eines spielbasierten Lern-Management-Systems.

Ein spielbasiertes Lern-Management-System würde auf die Makro-Struktur eines Computerspiels zurückgreifen: Ein solches System wäre die Verbindung von übergeordneten Zielen, einem sinnvollen Kontext, relevanter Aufgaben, einer guten inhaltlichen Struktur, klarem und kontinuierlichem Feedback sowie einer motivierenden Gestaltung und einer guten Nutzbarkeit. Sie würde nicht nur den inhaltlichen Lernprozess, sondern auch die organisatorische Abwicklung und die Begleitung des Bildungsganges abbilden. Beispiele hierfür sind integriertes Assessment und Anrechnung von Leistungen, Einbindung von Informationen oder Unterstützung des Austausches von Lehrenden und Lernenden sowie Lernenden untereinander. Alle inhaltlichen und organisationalen Prozesse könnten in einem solchen spielbasierten Lern-Management-System verknüpft werden und die Bewältigung eines Bildungsganges erleichtern und motivierender gestalten. Natürlich muss auch hier bei der Abbildung z. B. eines Studiums mit einem hohen anfänglichen Aufwand gerechnet werden. Der Anspruch an ein solches System wäre, dass es nicht nur den Lernenden beim Durchlaufen, sondern auch den Lehrenden und die Verwaltung bei der anfänglichen Abbildung des Bildungsganges unterstützen würde. Dies würde ein System erfordern, bei dem ein Studiengang einfach und flexibel abgebildet werden kann. Es ist leicht vorstellbar, dass ein solches System ebenfalls sehr aufwändig zu entwickeln ist. Ich halte aber die Vorstellung eines Lern-Management-Systems, das Lernende, Lehrende und Verwaltung bei der Begleitung eines Bildungsganges unterstützt, für sehr vielversprechend.

Ein solches System betrifft natürlich nur die begleitenden Prozesse eines Bildungsganges. Fraglich ist, in welcher Form hier die Inhalte, z.B. eines Studiums, eingebettet werden könnten. Grundsätzlich wäre es möglich, die Inhalte hierbei in herkömmlicher Form zu vermitteln und das spielbasierte Lern-Management-System als ein begleitendes Tool einzusetzen. Dieses Tool könnte aber auch im Sinne einer Lernumgebung um die Vermittlung von Lerninhalten erweitert werden, wobei ich mich hiermit nicht für eine rein virtuelle Vermittlung aussprechen möchte. Vielmehr können Inhalte in unterschiedlichem Ausmaß in die Plattform integriert werden: Als Begleitung einer Lehrveranstaltung in der Realität würde es den Austausch und die Bereitstellung von Informationen und Materialien ermöglichen und die Kommunikation über die Präsenzphasen hinaus unterstützen.

Darüber hinaus können die Inhalte unterschiedlich aufwändig in die Plattform eingebunden werden. Über die Bereitstellung von Materialien hinaus können zunehmend spielerische Elemente eingebunden werden, bis hin zu kompletten Lern-Computerspielen zu einzelnen Themen. Spielerische Prinzipien sind in unterschiedlichem Umfang auf eine solche Lernumgebung übertragbar: Sie können sich auf wenige Elemente (z.B. auf Assessment oder einzelne Lernmodule) oder auf unterschiedliche Prozesse bzw. Abläufe (z.B. Wissensvermittlung oder Administration) beziehen und in unterschiedlichem Ausmaß umgesetzt werden (z.B. kleine Lernspiele oder abstrakte Spielprinzipien bis hin zu komplexen Spielen für einzelne Inhalte). Fraglich ist dabei immer, welcher Aufwand in Kauf genommen und welche Qualität erzielt werden kann. Zu prüfen ist, wie organisationale Prozesse konkret in Computerspielartiger Form abgebildet (z.B. als Online-Rollenspiel) und in welcher Form Inhalte computerspielbasiert aufbereitet werden können (besonders unter Betrachtung des hohen Aufwands).

### **Spielprinzipien als didaktische Elemente in anderen Arrangements**

Zuletzt möchte ich anmerken, dass es sinnvoll sein kann, nicht Computerspiele sondern „nur“ Spielprinzipien für Lernzwecke zu nutzen. Hierbei kann man Prinzipien des Spiels allgemein, Prinzipien verwandter Konzepte wie des Flows und Prinzipien der Gestaltung von Computerspielen heranziehen. Im Rahmen dieser Arbeit konnte ich mich nur auf Computerspiele und deren Gestaltung beziehen, da die Bearbeitung aller interessanten Aspekte zu umfangreich gewesen wäre und eine Auswahl getroffen werden musste. Aus diesem Grund möchte ich die Nutzung von Spielprinzipien für Lernzwecke auch in diesem Ausblick nur sehr grob anreißen.

Bei der Nutzung von Spielprinzipien für Lernzwecke kann es unterschiedliche Vorgehensweisen geben. Grundsätzlich eignen sich allgemeinere Theorien des Spiels für die Ableitung von Prinzipien für unterschiedliche Lernkontexte in allgemeiner Form und im Speziellen für reale Lernsettings und face-to-face Lernformen. Prinzipien der Gestaltung von Computerspielen können besonders gut auf die Gestaltung von Lernmedien übertragen werden. Von Computerspielen können aber auch Prinzipien in verallgemeinerter Form abgeleitet und auf Lernmedien, Lernumgebungen und Lern-Tools wie z.B. Lern-Management-Systeme übertragen werden. Merkmale des Computerspiels sind auch in abstrakterer Form auf nicht virtuelle Lehr-/Lernformen übertragbar. Für diese unterschiedlichen Ansätze ist jeweils noch umfangreiche weitere Forschung erforderlich. Dabei könnte eine Vielzahl unterschiedlichster Elemente von Computerspielen untersucht und jeweils einzeln auf die didaktische Nutzung überprüft werden. Ich möchte aber abschließend betonen, dass neben dieser analytischen Untersuchung einzelner Computerspiel-Elemente unbedingt das Zusammenspiel der Elemente und die kohärente Kombination dieser Elemente zu beachten ist. Sollten einzelne Spiel- oder Computerspiel-Elemente in Lernumgebungen isoliert eingesetzt werden sind geringere Effekte zu erwarten. Eine wesentliche Erkenntnis ist meines Erachtens, dass sich Spiel nicht nur durch motivierende Elemente, sondern besonders durch eine motivierende Komposition auszeichnen. Das Ganze ist auch hier mehr als die Summe seiner Teile.

## Literaturverzeichnis

- Adler, F., Dehne, C. & Reinmann, G. (2004a).** Blended Learning in der Mikrosystemtechnik: Interdisziplinäre Entwicklung einer medialen Lernumgebung mit Game-Based-Learning-Elementen. Arbeitsbericht Nr. 3. Augsburg: Universität Augsburg, Medienpädagogik.
- Adler, F. & Dehne, C. (2004b).** Computerspielnutzung von Studierenden der Elektrotechnik: Eine Befragungsstudie zur Erkundung der Akzeptanz von Computerspielen als Grundlage für ein Game-Based Learning-Konzept. Arbeitsbericht Nr. 4. Augsburg: Universität Augsburg, Medienpädagogik.
- Anderson, L. & Krathwohl, D. (2001).** A taxonomy for learning, teaching, and assessment. A revision of Bloom's taxonomy of educational outcomes. New York: Longman.
- Arbeitgeberverband Gesamtmetall. (2007).** Gestalte die Zukunft. Beruf Ingenieur/in - Wege, Chancen, Perspektiven. Berlin: Think-ing.
- Ballin, D., Brater, M. & Blume, D. (1996).** Handlungsorientiert lernen mit Multimedia - Lernarrangements planen, entwickeln und einsetzen. Reihe: Multimediales Lernen in der Berufsbildung. Nürnberg: BW Bildung und Wissen.
- Bargel, T., Ramm, M. & Multrus, F. (2001).** Studiensituation und studentische Orientierungen. 7. Studierendensurvey an Universitäten und Fachhochschulen. Bonn: BMBF.
- Bates, B. (2002).** GameDesign. Konzepte, Kreation, Vermarktung (1. Aufl.). Düsseldorf: SYBEX-Verlag GmbH.
- Baumgartner, P. & Payr, S. (1994).** Lernen mit Software. Innsbruck: Österreichischer Studienverlag.
- Baumgartner, P. & Payr, S. (1999).** Lernen mit Software. Lernen mit interaktiven Medien Bd.1. Wien, München: Studienverlag.
- Beck, M. & Wilhelm, R.(2003).** Hochschulstandort Deutschland 2003. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt. Internetdokument: <[http://www.destatis.de/presse/deutsch/pk/2003/hochschulstandort\\_2003i.pdf](http://www.destatis.de/presse/deutsch/pk/2003/hochschulstandort_2003i.pdf) [23.04.06].
- Beck, J. C. & Wade, M. (2004).** Got game: How the gamer generation is reshaping business forever. Boston: Harvard Business School Press.
- Blötz, U. (2002).** Planspiele in der beruflichen Bildung: Abriß zur Auswahl, Konzeptionierung und Anwendung von Planspielen (2. überarb. Aufl.). Bielefeld: Bertelsmann.
- Bopp, M. (2005).** Immersive Didaktik: Verdeckte Lernhilfen und Framingprozesse in Computerspielen. kommunikation@gesellschaft, Jg. 6(2).
- Bopp, M. (2006).** Didactic Analysis of Digital Games and Game-Based Learning. In: Pivec, M. (Hrsg.), Affective and Emotional Aspects of Human-Computer Interaction. IOS Press.
- Brennan, S. (1990).** Conversation as Direct Manipulation: An Iconoclastic View. In: Laurel, B. (Hrsg.), The Art of Human-Computer Interface Design. Wokingham: Addison-Wesley.
- Bruner, J. (1973).** Der Akt der Entdeckung. In: Neber, H. (Hrsg.), Entdeckendes Lernen. Weinheim: Beltz.
- Bruns, B. & Gakewski, P. (2002).** Multimediales Lernen im Netz. Leitfaden für Entscheider und Planer (3. vollst. überarb. Aufl.) Berlin: Springer.
- Buzan, T. & North, V. (1997).** Mind Mapping. Wien: Hpt Verlag.
- Capaul, R. (2002).** Planspiele erfolgreich einsetzen. In: Hohenstein, A. & Wilbers, K. (Hrsg.), Handbuch E-Learning: Expertenwissen aus Wissenschaft und Praxis (Köln: Fachverlang Deutscher Wirtschaftsdienst.
- Card, S., Mackinley, J. & Shneiderman, B. (. (1999).** Readings in Information Visualization. Using Visions to think. San Fransisco: Morgan Kaufmann Publishers.
- Cecchini, A. (1988).** Simulation is education. In: Crookall, D.(Hrsg.), Proceedings of the ISAGA 18th Conference 1987. (S. 213-228). New York: Pergamon Press.
- Clark, R. (1983).** Considering research on learning from media. Review of Educational Research, 53, 445-459.
- Clark, R. (1994).** Media will never influence learning. Educational Technology Research and Developmet, 42(2), 21-29.

- Copier, M. & Raessens, J. (2003).** Level Up: Digital Games Research Conference. Utrecht: Faculty of Arts, Utrecht University.
- Crawford, C. (1982).** The Art of Computer Game Design. Außer Druck, Internetdokument: <http://www.vancouver.wsu.edu/fac/peabody/game-book/Coverpage.html> [16.05.2008].
- Csikszentmihalyi, M. (1975).** Das Flow Erlebnis. Jenseits von Angst und Langeweile im Tun aufgehen. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Csikszentmihalyi, M. (1993).** Flow. Das Geheimnis des Glücks. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Däßler, R. (1999).** Informationsvisualisierung. Stand, Kritik und Perspektiven. Potsdam: Fachbereich Dokumentation, Fachhochschule Postdam.
- Dehne, C. (In Vorbereitung).** Potenziale von Game-Based Learning an der Hochschule. Theoretisch geleitete Exploration hinsichtlich Blended Learning Arrangements am Beispiel der Mikrosystemtechnik an der TU München. Unveröffentlichte Dissertation. Universität Augsburg.
- Dick, E. (2000).** Multimediale Lernprogramme und telematische Lernarrangements. Einführung in die didaktische Gestaltung. Reihe Multimediales Lernen in der Berufsbildung. Nürnberg: BW Bildung und Wissen Verlag und Software GmbH.
- Dieterich, R. (1994).** Simulation als Lernmethode. In: Petersen, J. & Reinert, G.B. (Hrsg.), Lehren und Lernen im Umfeld neuer Technologien. Frankfurt/Berlin/Bern/New York : Lang.
- Dillon, A. (1990).** Designing the Human-Computer Interface to Hypermedia Applications. In: Jonassen, D. & Mandl, H. (Hrsg.), Designing Hypermedia for Learning. (Series F: Computer and Systems Science, 145 Nato ASI Series, S. 393-404). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Dittler, U. (1993).** Software statt Teddybär: Computerspiele und die pädagogische Auseinandersetzung. Bonn: Bundeszentrale für Politische Bildung.
- Dobrovka, P. J., Mühlbacher, D. & Brauer, J. (2003).** Computerspiele - Design und Programmierung (2. kompl. überarb. und erw. Aufl.). Bonn: mitp-Verl.
- Dobrovka, P. (2003a).** Die Grundelemente von Computerspielen. In: Dobrovka, P. (Hrsg.), Computerspiele. Design und Programmierung (S. 111-162). 2. Auflage. Bonn: Mitp-Verlag.
- Dondi, C., Edvinsson, B. & Moretti, M. (2004).** Why Choose a Game for Improving Learning and Teaching Processes. In: Pivec, M., Koubek, A. & Dondi, C. (Hrsg.), Guidelines for Game-Based Learning (S. 54-57). Lengerich, Berlin, Bremen, Miami, Riga, Viernheim, Wien, Zagreb: Pabst Science Publishers.
- Dörner, D. (1989).** Die Logik des Mißlingens. Strategisches Denken in komplexen Situationen. Reinbeck bei Hamburg: Rowohlt.
- Dudenverlag (1997).** Duden, Fremdwörterbuch. Reihe: Der Duden, Band 5 (6., auf Grundlage der Neuregelung der deutschen Rechtschreibung überarb. und erw. Aufl.). Mannheim, Leipzig, Wien, Zürich: Dudenverlag.
- Duffield, J. (1991).** Designing computer software for problem-solving instruction. Educational Technology, Research and Development, 1(39), 50-62.
- Edward, N. (1996).** Evaluation of computer based laboratory simulation. Computers & Education, 1-3(26), 123-130.
- Einsiedler, W. (1991).** Das Spiel der Kinder. Zur Pädagogik und Psychologie des Kinderspiels. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Engelkamp, J. (1990).** Das menschliche Gedächtnis. Das Erinnern von Sprache, Bildern und Handlungen. Göttingen: Hogrefe.
- Esser, H. & Witting, T. (1997).** Transferprozesse beim Computerspiel. Was aus der Welt des Computerspiels übertragen wird. In: Fritz, J. (Hrsg.), Handbuch Medien: Computerspiel - Theorie, Forschung, Praxis. Bonn: Bundeszentrale für Politische Bildung.
- Euler, D. (1992).** Didaktik des computerunterstützten Lernens. Praktische Gestaltung und theoretische Grundlagen. Reihe: Multimediales Lernen in der Berufsbildung, Band 3. Nürnberg: Bundesinstitut für Berufsbildung.
- Floyd, S. & Floyd, B. (1982).** Handbook of interactive video. White Plains, New York: Knowledge Industry Publications.

- Friedrich, H. & Mandl, H. (1990).** Psychologische Aspekte autodidaktischen Handelns. *Unterrichtswissenschaft*, 3, 197-218.
- Fritz, J. (1995).** Warum Computerspiele faszinieren. Weinheim/München: Juventa-Verlag.
- Fritz, J. & Fehr, W. (1997).** Handbuch Medien: Computerspiele. Bonn: Bundeszentrale für Politische Bildung.
- Fritz, J. (1997a).** Was sind Computerspiele? In: Fritz, J. & Fehr, W. (Hrsg.), *Handbuch Medien: Computerspiele*. Bonn: Bundeszentrale für Politische Bildung.
- Fritz, J. (1997b).** Zur 'Landschaft' der Computerspiele. In: Fritz, J. & Fehr, W. (Hrsg.), *Handbuch Medien: Computerspiele*. Bonn: Bundeszentrale für Politische Bildung.
- Fritz, J. (1997c).** Transferprozesse beim Computerspiel. Was aus der Welt des Computerspiels übertragen wird. In: Fritz, J. (Hrsg.), *Handbuch Medien: Computerspiele - Theorie - Forschung - Praxis*. Bonn: Bundeszentrale für Politische Bildung.
- Fritz, J. & Fehr, W. (2003).** *Computerspiele*. Bonn: Bundeszentrale für Polit. Bildung.
- Fritz, J. (2003a).** Aktion, Kognition, Narration. In: Fritz, J. & Fehr, W. (Hrsg.), *Computerspiele. Virtuelle Lern- und Spielwelten*. Bonn: Bundeszentrale für Politische Bildung.
- Fritz, J. (2003a).** Computerspiele - logisch einfach, technisch verwirrend, sozial komplex. Bonn: Bundeszentrale für Politische Bildung.
- Fromme, J. (1996).** Video- und Computerspiele als pädagogische Herausforderung. In: Zacharias, W. (Hrsg.), *Interaktiv. Im Labyrinth der Wirklichkeiten. Über Multimedia, Kindheit und Bildung. Über reale und virtuelle Welten*. Essen: Klartext Verlag.
- Gates, B. (1995).** *Der Weg nach vorn. Die Zukunft der Informationsgesellschaft*. Hamburg: Hoffmann und Campe.
- Gebel, C., Gurt, M. & Wagner, U. (2005).** Kompetenzförderliche Potentiale populärer Computerspiele. In: Arbeitsgemeinschaft betriebliche Weiterbildungsforschung e.V. (Hrsg.), *E-Lernen: Hybride Lernformen, Online-Communities, Spiele. QUEM-Report Heft 92*, Berlin: Arbeitsgemeinschaft Betriebliche Weiterbildungsforschung e. V.
- Gery, G. (1987).** *Making CBT happen. Prescriptions for successful implementation of computer-based training in your organization*. Boston: Weingarten.
- Girmes, R. (. (1999).** *Lehrdesign und Neue Medien*. Münster, New York, München, Berlin: Waxmann.
- Goertz, L. (2004).** Wie interaktiv sind Medien. In: Bieber, C. & Leggewie, C. (Hrsg.), *Interaktivität. Ein transdisziplinärer Schlüsselbegriff* (S. 97-117). Frankfurt, New York: Campus.
- Gold, A. (1988).** Studienabbruch, Abbruchneigung und Studienerfolg: Vergleichende Bedingungsanalysen des Studienverlaufs. *Europäische Hochschulschriften*Bd. 259. Frankfurt am Main u. a.: Peter Lang.
- Goldsmith, E. (1984).** *Research into illustration: An approach and a review*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gräsel, C., Mandel, H. & Prenzel, M. (1992).** Die Förderung diagnostischen Denkens durch fallbasierte Cumpoterlernprogramme in der Medizin. In: Glowalla, U. & Schoop, E. (Hrsg.), *Hypertext und Multimedia: Neue Wege in der computerunterstützten Aus- und Weiterbildung*. Berlin: Springer.
- Greenblat, C. (1988).** *Designing Games and Simulations. An Illustrated Handbook*. Newbury Park: Sage Publications.
- Haack, J. (2002).** Interaktivität als Kennzeichen von Multimedia und Hypermedia. In: Issing, L.J. & Klimsa, P. (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia* (S. 150-166, 3., vollst. überarb. Aufl.). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Hartog, R. (1989).** Qualitative Simulation and Knowledge Representation for Intelligent Tutoring. In: Maurer, H. (Hrsg.), *Computer Assisted Learning. Proceedings oft the 2nd International Conference ICCAL* (S. 193-213). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Heine, C., Egel, J., Kerst, C., Müller, E. & Park, S. (2006a).** Bestimmungsgründe für die Wahl von ingenieur- und naturwissenschaftlichen Studiengängen. *Ausgewählte Ergebnisse einer Schwerpunktstudie im Rahmen der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands. ZEW Wirtschaftsanalysen* Bd. 80. Mannheim: Nomos.

- Heine, C., Egel, J., Kerst, C., Müller, E. & Park, S. (2006b).** Ingenieur- und Naturwissenschaften: Traumfach oder Albtraum? Eine empirische Analyse der Studienfachwahl. ZEW Wirtschaftsanalysen Bd. 81. Mannheim: Nomos.
- Herz, D. & Blätte, A. (2000).** Simulation in den Sozialwissenschaften. Eine Bestandsaufnahme der internationalen Diskussion. Münster, Hamburg, London: LIT Verlag.
- Heublein, U., Schmelzer, R., Sommer, D. & Spangenberg, H. (2002).** Studienabbruchstudie 2002. Die Studienabbrecherquoten in den Fächergruppen und Studienbereichen der Universitäten und Fachhochschulen. In: HIS Hochschul-Informations-System GmbH (Hrsg.), HIS-Kurzinformation, A5/2002. Hannover: HIS Hochschul-Informations-System GmbH.
- Heublein, U., Spangenberg, H. & Sommer, D. (2003).** Ursachen des Studienabbruches. Analyse 2002. Hochschulplanung Bd. 163. Hannover: HIS Hochschul-Informations-System GmbH.
- Heublein, U., Schmelzer, R. & Sommer, D. (2005).** Studienabbruchstudie 2005. Die Studienabbrecherquoten in den Fächergruppen und Studienbereichen der Universitäten und Fachhochschulen. In: HIS Hochschul-Informations-System GmbH (Hrsg.), HIS-Kurzinformation, A1/2005. Hannover: HIS Hochschul-Informations-System GmbH.
- Hille, R., Holtmann, W., Simon, H. & Wedekind, J. (1978).** Modellversuch "Computerunterstützte Simulation im naturwissenschaftlichen Hochschulunterricht". In: Simon, H. (Hrsg.), Simulation und Modellbildung mit dem Computer im Unterricht. Beiträge zur ACU-Tagung 1/1978 am 16. und 17. März 1978 an der Eberhard-Karls-Universität Tübingen. Grafenau.
- Hochholdinger, S., Schaper, N. & Sonntag, K. (2007).** Formative Evaluation einer situierten E-Learning-Umgebung in der betrieblichen Bildung. Zeitschrift für Medienpsychologie, 3, 105-115.
- Huang, C. (2003).** Changing learning with new interactive and media-rich instruction environments: virtual labs case study report. Computerized Medical Imaging and Graphics, 27, 157-164.
- Issing, L. J. & Klimsa, P. (1997).** Information und Lernen mit Multimedia (2. überarb. Aufl.). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Issing, L. J. & Klimsa, P. (2002).** Information und Lernen mit Multimedia (3. vollst. überarb. Aufl.). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Jonassen, D. H., Beissner, K. & Yacci, M. (1993).** Structural knowledge. Techniques for representing, conveying, and acquiring structural knowledge. Hillsdale: Erlbaum.
- Kalista, H. (2005).** C++ für Spiele-Programmierer. München/Wien: Hanser.
- Kammerl, R. (2000).** Computerunterstütztes Lernen. Reihe: Hand und Lehrbücher der Pädagogik. München, Wien: R. Oldenbourg Verlag.
- Kerres, M. (1998).** Multimediale und telemediale Lernumgebungen. Konzeption und Entwicklung. München: Oldenbourg.
- Kirriemuir, J. & McFarlane, A. (2004).** Literature Review in Games and Learning. Bristol: NESTA Futurelab.
- Klassen, K. & Willoughby, K. (2003).** In-Class Simulation Games: Assessing Student Learning. Journal of Information Technology Education, 2, ohne Seitenangabe.
- Kolb, M. (1990).** Spiel als Phänomen- Das Phänomen Spiel. Studien zu phänomenologisch-anthropologischen Spieltheorien. Schriften der Deutschen Sporthochschule Köln Bd. 24.
- Kraam-Aulenbach, N. (2002).** Interaktives, problemlösendes Denken im vernetzten Computerspiel. Dissertation. Bergische Universität Gesamthochschule Wuppertal.
- Krapp, A. & Weidenmann, B. (2006).** Pädagogische Psychologie: Ein Lehrbuch. 5., vollst. überarb. Aufl. Weinheim: Beltz Psychologie Verlags Union.
- Krathwohl, D. (2002).** A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. Theory into Practice, 4, 212-218.
- Kriz, W. (2004).** Planspielmethoden. In: Reinmann, G. & Mandl, H.(Hrsg.), Psychologie des Wissensmanagements. Perspektiven - Konzepte - Methoden. Göttingen: Hogrefe.
- Kücklich, J. (o.J.).** Auf der Suche nach dem verlorenen Text: Literaturwissenschaften und Computerspiele. Internetdokument: <http://web.fu-berlin.de/phin/phin15/p15t2.htm> [15.05.2008].

- Künsting, W. (1990).** Spiel und Wissenschaft. Versuch einer Synthese naturwissenschaftlicher und Geisteswissenschaftlicher Anschauungen zur Funktion des Spiels. Schriften der Deutschen Sporthochschule Köln Bd. 25.
- Langley; P.A.; Morecroft J.D.W (2004).** Performance and learning in a simulation of oil industry dynamics. *European Journal of Operational Research* , 155, 715-732.
- Leutner, D. (1989).** Angeleitetes Lernen mit Planspielen: Lernerfolg in Abhängigkeit von Persönlichkeitseigenschaften sowie Ausmaß und Zeitpunkt der Anleitung. *Unterrichtswissenschaft*, 27, 342-358.
- Leutner, D. (2002).** Adaptivität und Adaptierbarkeit multimedialer Lehr- und Informationssysteme. In: Issing, L.J. & Klimsa, P. (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia* (3. vollst. überarb. Aufl.) Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Lewin, K., Cordier H.; Heublein U., & Heublein U., (1994).** Studienabbruch: ein komplexer Entscheidungsprozeß. In: HIS Hochschul-Informationssystem GmbH (Hrsg.), *HIS-Kurzinformation*, A5/94. Hannover: HIS Hochschul-Informationssystem GmbH.
- Löschenkohl, E. (1981).** Leistung, Lernprozeß und Motivation im Kinderspiel. Reihe: Schriften zur Lehrerbildung und Lehrerfortbildung Bd. 25. Wien: Österreichischer Bundesverlag.
- Löschenkohl, E. & Bleyer, M. (1995).** Faszination Computerspiel: eine psychologische Bewertung. Wien: ÖBV.
- Mandl, H., Gruber, H. & Renkl, A. (1993).** Das träge Wissen. *Psychologie Heute*, September 1993.
- Mandl, H. (2001).** Planspiele im Internet. Konzepte und Praxisbeispiele für den Einsatz in Aus- und Weiterbildung. Bielefeld: Bertelsmann.
- Mandl, H., Gruber, H. & Renkl, A. (2002).** Situiertes Lernen in multimedialen Lernumgebungen. In: Issing, L.J. & Klimsa, P. (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia* (S. 139-150, 3. vollst. überarb. Aufl.). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Mann, B., Eidelson, B., Fukuchi, S., Nissman, S., Robertson, S. & Jardines, L. (2002).** The development of an interactive game-based tool for learning surgical management algorithms via computer. *The American Journal of Surgery*, 183, 305-308.
- Mayring, P. (1997).** Qualitative Inhaltsanalyse. Weinheim: Dt. Studien-Verlag.
- Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (2006).** KIM-Studie 2006. Kinder und Medien Computer und Internet Basisuntersuchung zum Medienumgang 6- bis 13-Jähriger in Deutschland. Stuttgart: Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest.
- Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (2007).** JIM 2007. Jugend, Information, (Multi-)Media. Basisstudie zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger in Deutschland. Stuttgart: Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest.
- Meier, P. (2006).** Visualisierung von Kommunikationsstrukturen für kollaboratives Wissensmanagement in der Lehre. Dissertation. Universität Konstanz.
- Mertens, M. (2005).** Computerspiele sind nicht interaktiv. In: Bieber, C. & Leggewie, C. (Hrsg.), *Interaktivität. Ein transdisziplinärer Schlüsselbegriff* (S. 274-288). Frankfurt, New York: Campus.
- Mertens, M.(2007).** Chat: Sind Spiele anders? Internetdokument: [http://www.gamestar.de/magazin/special/pc/spiele/chat\\_sind\\_spiele\\_anders\\_/1473341/chat\\_sind\\_spiele\\_anders\\_\\_p5.html](http://www.gamestar.de/magazin/special/pc/spiele/chat_sind_spiele_anders_/1473341/chat_sind_spiele_anders__p5.html) [10.09.2007].
- Metzger, C. & Schulmeister, R. (2004).** Interaktivität im virtuellem Lernen am Beispiel von Lernprogrammen zur Deutschen Gebärdensprache. In: Mayer, H. & Treichel, D. (Hrsg.), *Handlungsorientiertes Lernen und eLearning. Grundlagen und Praxisbeispiele* (S. 265-297). München, Wien: Oldenbourg Verlag.
- Meyer-Timpe, U.(2006).** Enorm Beschäftigt. DIE ZEIT Internetdokument: [http://www.zeit.de/2006/31/Jobs\\_Kasten](http://www.zeit.de/2006/31/Jobs_Kasten) [27.07.2006].
- Mitchell, A. & Savill-Smith, C. (2004).** The use of computer and video games for learning. London: Learning and Skills Development Agency.
- Neber, H. (1973).** Entdeckendes Lernen. Weinheim: Beltz.

- Neber, H. (1978).** Selbstgesteuertes Lernen - Lern- und handlungspsychologische Aspekte. In: Neber, H., Wagner, A. & Einsiedler, W. (Hrsg.), *Selbstgesteuertes Lernen - Psychologische und pädagogische Aspekte eines handlungsorientierten Lernens* (S. 33-44). Weinheim: Beltz.
- Neber, H., Wagner, A. & Einsiedler, W. (. (1978).** Selbstgesteuertes Lernen - Psychologische und pädagogische Aspekte eines handlungsorientieren Lernens. Weinheim: Beltz.
- Neber, H. (1981).** (Hrsg.) *Entdeckendes Lernen*. Weinheim: Beltz.
- Neef, W., Kolrep-Rometsch, H. & Rometsch, U. (2002).** *Ingenieurbedarf. Deckung durch ältere arbeitslose Ingenieurinnen und Ingenieure*. Bonn: BMBF.
- Novak, J. & Gowin, D. (1984).** *Learning How to Learn*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Novak, J. (1996).** *Concept Mapping: A Tool for Improving Science Teaching and Learning*. In: Treagust, D., Duit, R. & Fraser, B. (Hrsg.), *Improving Teaching and Learning in Science and Mathematics* (S. 32-43). New York: Teachers College Press.
- Oerter, R. (1995).** (Hrsg.) *Entwicklungspsychologie. Ein Lehrbuch*. Weinheim: Beltz.
- Ohler, P. & Nieding, G. (2000).** Was läßt sich beim Computerspielen lernen? Kognitions- und spielpsychologische Überlegungen. In: Kammerl, R. (Hrsg.), *Computerunterstütztes Lernen. Hand- und Lehrbücher der Pädagogik*. München, Wien: R. Oldenbourg Verlag.
- Orth, C. (1999).** *Unternehmensplanspiele in der betriebswirtschaftlichen Aus- und Weiterbildung*. Reihe: Personal-Management Bd. 18. Lohmar, Köln: Josef Eul Verlag.
- Paivio, A. (1986).** *Mental representations. A dual coding approach*. New York: Oxford University Press.
- Park, J. (1999).** Von Lernmedien zu medialer Lernumgebung. Anforderungen an die Interaktivität und an das Interface nonlinearer Medien. In: Girmes, R. (Hrsg.), *Lehrdesign und Neue Medien: Analyse und Konstruktion* (S. 59-84). Münster, New York, München, Berlin: Waxmann Verlag GmbH.
- Pöppinghege, R. (2007).** *Geschichte light*. Die Zeit. Nr. 46, 08.11.2007.
- Preece, J., Rogers, Y., Sharp, H., Benyon, D., Holland, S. & Carey, T. (1994).** *Human-computer interaction*. Wokingham: Addison-Wesley.
- Prensky, M. (2001).** *Digital game-based learning*. New York [u.a.]: McGraw-Hill.
- PricewaterhouseCoopers AG WPG (2007).** *German Entertainment and Media Outlook 2007-2011*. Frankfurt am Main: Fachverlag Moderne Wirtschaft.
- Reinmann, G. (2004).** Die vergessenen Weggefährten des Lernens: Emotionen beim eLearning. In: Mayer, H. & Treichel, D. (Hrsg.), *Handlungsorientiertes Lernen und eLearning* (S. 101-118). München: Oldenbourg.
- Reinmann, G. (2006).** *Story, Game und Scripting: Analoge und direkte Impulse für die Hochschullehre*. Arbeitsbericht Nr.11. Augsburg: Universität Augsburg.
- Rheinberg, F. (1985).** Motivationsanalysen zur Interaktion mit Computern. In: Mandl, H. & Fischer, P. (Hrsg.), *Lernen im Dialog mit dem Computer* (S. 83-105). München, Wien, Baltimore: Urban & Schwarzenberg.
- Rittefeld, U.(2007).** *Serious Games: Nur Qualität macht Spaß*. Internetdokument: <http://www.checkpoint-elearning.de/article/5425.html> [06.05.2008].
- Rosas, R., Nussbaum, M., Cumsille, P., Marianov, V., Correa, M., Flores, P., Grau, V., Lagos, F., López, X., López, V., Rodriguez, P. & Salinas, M. (2003).** Beyond Nintendo: design and assessment of educational video games for first and second grade students. *Computers & Education*, 40, 71-94.
- Sacher, W. (1995a).** *Interaktive Multimedia-Systeme und ihr Einsatz in Lehr-Lern-Prozessen*. Augsburger Schulpädagogische Untersuchungen Nr. 15. Augsburg: Universität Augsburg.
- Sacher, W. (1995b).** *Computersimulationen im Unterricht*. Augsburger Schulpädagogische Untersuchungen Nr. 16. Augsburg: Universität Augsburg.
- Sacher, W. (1996).** *Dimensionen und Komponenten der Interaktivität von Multimedia-Systemen*. Vortrag beim Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaften. Augsburger Schulpädagogische Untersuchungen Nr. 20. Augsburg: Universität Augsburg.
- Sageder, J. (1993).** *Didaktische Aspekte des Einsatzes von Computern für Lehren und Lernen*. In: Seidel, C. (Hrsg.), *Computer Based Training. Erfahrungen mit interaktivem Computerlernen* (S. 59-86). Göttingen, Stuttgart: Verlag für Angewandte Psychologie.

- Schank, R. (1994).** Active Learning through Multimedia. IEEE, Spring 1994, 1, 69-78.
- Schindler, G. (1997).** „Frühe“ und „späte“ Studienabbrecher. München: Bayerisches Staatsinstitut für Hochschulforschung und Hochschulplanung.
- Schnotz, W. (1993).** Wissenserwerb mit logischen Bildern. In: Weidenmann, B. (Hrsg.), Wissenserwerb mit Bildern (S. 95-147). Bern, Göttingen: Huber.
- Schnotz, W. (1997).** Wissenserwerb mit Diagrammen und Texten. In: Issing, L. & Klimsa, P. (Hrsg.), Information und Lernen mit Multimedia (S. 86-105, 2. überarb. Aufl.). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Schnotz, W. (2002).** Wissenserwerb mit Diagrammen und Texten. In: Issing, L. & Klimsa, P. (Hrsg.), Information und Lernen mit Multimedia (S. 85-106, 3. vollst. überarb. Aufl.). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Schnotz, W. & Bannert, M. (2003).** Strukturaufbau und Strukturinterferenz bei der multimedial angeleiteten Konstruktion mentaler Modelle. Bielefeld: Bielefelder Server für Online-Publikationen. Internetdokument: [bieson.ub.uni-bielefeld.de/volltexte/2003/388/html/schnotz.pdf](http://bieson.ub.uni-bielefeld.de/volltexte/2003/388/html/schnotz.pdf) [15.05.2008].
- Schröder-Gronostay, M. (1999).** Studienabbruch- Zusammenfassung des Forschungsstandes. In: Schröder-Gronostay, M. & Daniel, H. (Hrsg.), Studienerfolg und Studienabbruch, Beiträge aus Forschung und Praxis. Berlin: Luchterhand.
- Schulmeister, R. & (Hrsg.), (1997).** Grundlagen hypermedialer Lernsysteme: Theorie, Didaktik, Design (2. akt. Aufl.). München: Oldenbourg.
- Schulmeister, R. (2000).** Didaktische Aspekte hypermedialer Lernsysteme. Lernvoraussetzungen, kognitive Re-Interpretation und Interaktion. In: Kammerl, R. (Hrsg.), Computerunterstütztes Lernen. München, Wien: R. Oldenbourg Verlag.
- Schulmeister, R. (2004).** Didaktisches Design aus hochschuldidaktischer Sicht. Ein Plädoyer für offene Lernsituationen. In: Rinn, U. & Meister, D. (Hrsg.), Didaktik und neue Medien. Konzepte und Anwendungen in der Hochschule (S. 19-49). Münster: Waxmann.
- Schulmeister, R. (2005).** Interaktivität in Multimedia-Anwendungen. Internetdokument: <http://www.e-teaching.org/didaktik/gestaltung/interaktiv/InteraktivitaetSchulmeister.pdf> [08.11.2005].
- Schwenk, A. & Berger, M. (2006).** Mathematische Kenntnisse von Studienanfängern - Eine Vollerhebung und Längsschnittstudie an der TFH Berlin zusammen mit der Berta-von-Suttner-Oberstufe. In: Schlattmann, J. (Hrsg.), Bedeutung der Ingenieurpädagogik. Tönning: Der andere Verlag.
- Scienter (2005).** UNIGAME: Game-based learning in Universities and Lifelong Learning. FH JOANNEUM, Oland Folk High School, Research Academic Computer Technology Institute (CTI), University of Edinburgh.
- Sembill, D. (1992).** Selbstorganisiertes Lernen in der Handelslehrausbildung. Unterrichtswissenschaft, 4, 343-357.
- Shneiderman, B. (1996).** A task by data-type taxonomie for information visualizations. Proceedings of Visual Languages (IEEE 1996), S. 336-343.
- Simon, H. (1978).** Simulation und Modellbildung mit dem Computer im Unterricht. Grafenau.
- Singer, W. (2002).** Gestaltwahrnehmung: Zusammenspiel von Auge und Hirn. In: Kettenmann, H. & Gibson, M. (Hrsg.), Kosmos Gehirn. (Berlin: Neurowissenschaftliche Gesellschaft e. V. und BMBF).
- Steinmetz, R. (2000).** Multimediatechnologie. Grundlagen, Komponenten, Systeme (3. überarb. Aufl.). Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
- Strauss, A. L. (1987).** Qualitative analysis for social scientists. Cambridge: University of Cambridge Press.
- Strauss, A. L. & Corbin, J. (1990).** Basics of qualitative research. Newbury Park: Sage.
- Strittmatter, P. & Niegemann, H. (2000).** Lehren und Lernen mit Medien. Eine Einführung. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Strzebkowski, R. & Kleeberg, N. (2002).** Interaktivität und Präsentation als Komponenten multimedialer Lernanwendungen. In: Issing, J. & Klimsa, P. (Hrsg.), Information und Lernen mit Multimedia und Internet (S. 229-245, 3. vollst. überarb. Aufl.). Weinheim: Beltz Psychologie Verlags Union.

- Stumpf, S. & Vähning, K. (2004).** Studienführer Ingenieurwissenschaften. Eibelstadt: Lexika Verlag.
- Süß, H. M. (1996).** Intelligenz, Wissen und Problemlösen. Kognitive Voraussetzungen für erfolgreiches Handeln bei computersimulierten Problemen. Göttingen: Hogrefe.
- Teachernews(2007).** Grundschulkindern entwickeln Computerspiele Internetdokument: <http://www.teachersnews.net/te68/index.nsf/url/EF302D326E08FC54C125726D00341A84> [21.11.2007].
- Tergan, S. (2002).** Hypertext und Hypermedia: Konzeption, Lernmöglichkeiten, Lernprobleme. In: Issing, L. & Klimsa, P. (Hrsg.), Information und Lernen mit Multimedia (S. 123-138, 3., vollst. überarb. Aufl.). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Tergan, S., Keller, T. & (Hrsg.), (2005).** Knowledge and Information Visualization: Searching for Synergies. Berlin: Springer.
- Tilmann, E. (1993).** Computerspiele. Bonn: Bundeszentrale für Polit. Bildung.
- Twidale, M. (1993).** Redesign the Balance: The Advantages of Informal Evaluation Techniques for Intelligent Learning Environments. Journal of Artificial Intelligence in Education, 2/3, 155-178.
- VDE; Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.(2005).** Elektro- und Informationstechnik. Studium, Beruf, Arbeitsmarkt Internetdokument: [www.vde.com](http://www.vde.com) [12.06.07].
- VDE; Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.(2006).** VDE-Studie Young Professionals 2006 Internetdokument: [www.vde.com/reports](http://www.vde.com/reports) [18.06.2007].
- VDI; Verein Deutscher Ingenieure e.V. (2001).** Becom@ing. Chancen im Ingenieursberuf und in der Informatik. Düsseldorf: VDI Verlag GmbH.
- VDI; Verein Deutscher Ingenieure e.V. (2004).** Fachkräftemangel bei Ingenieuren. Aktuelle Situation und Perspektive. Studie der VDI nachrichten in Zusammenarbeit mit dem Zentrum für europäische Wirtschaftsforschung (ZEW). Düsseldorf: VDI Verlag GmbH.
- VDI; Verein Deutscher Ingenieure e.V. (2007).** Ingenieur-Studium. Wie finde ich die Richtige Fachrichtung? Düsseldorf: VDI Verlag GmbH.
- Verband der Unterhaltungssoftware Deutschland (VUD) e.V. (Hg.) (2004).** Jahrbuch 2004. Dornach: Entertainment Media Verlag.
- Walter, K. (2003).** Grenzen spielerischen Erzählens. Siegen: Universitätsverlag Siegen.
- Wandmacher, J. (1993).** Software-Ergonomie. Berlin: Walter de Gruyter.
- Weidenmann, B. (1991).** Lernen mit Bildmedien. Psychologische und didaktische Grundlage. Weinheim: Beltz.
- Weidenmann, B. (1993).** Interaktionsmedien. Gelbe Reihe, Arbeiten zur empirischen Pädagogik und Pädagogischen Psychologie. Universität der Bundeswehr München. (27), 30-31.
- Weidenmann, B. (1997).** Abbilder in Multimediaanwendungen. In: Issing, L.J. & Klimsa, P. (Hrsg.), Information und Lernen mit Multimedia und Internet. Lehrbuch für Studium und Praxis. (S. 106-121, 2. überarb. Aufl.). Weinheim: Beltz.
- Weidenmann, B. (2002a).** Multicodierung und Multimodalität im Lernprozess. In: Issing, L.J. & Klimsa, P. (Hrsg.), Information und Lernen mit Multimedia und Internet. Lehrbuch für Studium und Praxis (S. 45-62, 3. vollst. überarb. Aufl.). Weinheim: Beltz Psychologie Verlags Union.
- Weidenmann, B. (2002b).** Abbilder in Multimediaanwendungen. In: Issing, L.J. & Klimsa, P. (Hrsg.), Information und Lernen mit Multimedia und Internet. Lehrbuch für Studium und Praxis. (S. 83-96, 3. vollst. überarb. Aufl.). Weinheim: Beltz Psychologie Verlags Union.
- Winter, W. (2000).** Entwicklung von Lernsoftware. In: Kammerl, R. (Hrsg.), Computerunterstütztes Lernen. Hand- und Lehrbücher der Pädagogik. München, Wien: R. Oldenbourg Verlag.
- Zacharias, W. (1996).** Interaktiv. Im Labyrinth der Wirklichkeiten. Über Multimedia, Kindheit, Bildung. Über reale und virtuelle Interaktion und Welten. Reihe: Edition Umbruch. Texte zur Kulturpolitik, Band 9. Essen: Klartext Verlag.
- Zeitter, E. (1987).** Telespiele, Videospiele, Computerspiele. Aktuelle Orientierungen: Jugendschutz(6), 36.

# A n h a n g

## Anhang A: Tabellarische Auflistung der Komponenten des OOPIO-Modells (Ausgabe aus MaxQDA2)

Obercode	Code	Anzahl
Spielkomponenten	Spieleinteilungen	0
Spielkomponenten	Zubehör	0
Spielkomponenten	Spielperipherie	0
Spielkomponenten	Spiel	0
Spielkomponenten	Gameplay, Narration etc.	0
Gameplay, Narration etc.	Objekt-Realitätsbezug	0
Gameplay, Narration etc.	Objekt-Funktionsklassen	0
Gameplay, Narration etc.	Aufgaben/Ziele	1
Gameplay, Narration etc.	Elemente zur Vermittlung von Geschichte/Story	0
Gameplay, Narration etc.	(Strategie/Taktik)	8
Gameplay, Narration etc. \ Aufgaben/Ziele	Spiel(er)-Aufgaben	0
Gameplay, Narration etc. \ Aufgaben/Ziele \ Spiel(er)-Aufgaben	Strategie	0
Gameplay, Narration etc. \ Aufgaben/Ziele \ Spiel(er)-Aufgaben	Angriff	0
Gameplay, Narration etc. \ Aufgaben/Ziele \ Spiel(er)-Aufgaben	Nahrungsversorgung	0
Gameplay, Narration etc. \ Objekt-Funktionsklassen	Militärisch	58
Gameplay, Narration etc. \ Objekt-Funktionsklassen	Religiös/mystisch	15
Gameplay, Narration etc. \ Objekt-Funktionsklassen	Wirtschaftlich	13
Gameplay, Narration etc. \ Objekt-Funktionsklassen	Politisch	0
Gameplay, Narration etc. \ Objekt-Funktionsklassen	Wissenschaftlich	0
Gameplay, Narration etc. \ Objekt-Funktionsklassen	Kombinationen	10
Gameplay, Narration etc. \ Objekt-Realitätsbezug	Realistisch	78
Gameplay, Narration etc. \ Objekt-Realitätsbezug	Historisch	0
Gameplay, Narration etc. \ Objekt-Realitätsbezug	Fiktiv	13
Gameplay, Narration etc. \ Objekt-Realitätsbezug	Kombinationen	12
Spiel	Verarbeitung	0
Spiel	Handlungen/Eingaben/Steuerung	0
Spiel	Anzeigen/Ausgaben	17
Spiel \ Anzeigen/Ausgaben	Objekt-Erscheinung (Repräsentation)	0
Spiel \ Anzeigen/Ausgaben	Bedienelemente (Befehls-Repräsentation)	1
Spiel \ Anzeigen/Ausgaben	Anzeigen	2
Spiel \ Anzeigen/Ausgaben	Meldungen	2
Spiel \ Anzeigen/Ausgaben	Bildschirmteilung	0
Spiel \ Anzeigen/Ausgaben	Ausgaben-Form	1
Spiel \ Anzeigen/Ausgaben \ Anzeigen	Karten	2
Spiel \ Anzeigen/Ausgaben \ Anzeigen	Sichtbehinderung	3
Spiel \ Anzeigen/Ausgaben \ Anzeigen	Energiebalken	2
Spiel \ Anzeigen/Ausgaben \ Anzeigen	Nahrungsanzeige	1
Spiel \ Anzeigen/Ausgaben \ Anzeigen	Minikarte	0
Spiel \ Anzeigen/Ausgaben \ Anzeigen	Auswahl-/Kontextabhängig	0
Spiel \ Anzeigen/Ausgaben \ Anzeigen	Feste Anzeigefelder	0
Spiel \ Anzeigen/Ausgaben \ Ausgaben-Form	Icons	0
Spiel \ Anzeigen/Ausgaben \ Ausgaben-Form	Textfelder	1
Spiel \ Anzeigen/Ausgaben \ Bedienelemente (Befehls-Repräsentation)	Steuer-Icons	0
Spiel \ Anzeigen/Ausgaben \ Meldungen	Hinweise auf Minikarte	0
Spiel \ Anzeigen/Ausgaben \ Meldungen	Warnungen	3
Spiel \ Anzeigen/Ausgaben \ Meldungen	Anderung des Mauszeigers	3
Spiel \ Anzeigen/Ausgaben \ Meldungen	Warnsignale	0
Spiel \ Anzeigen/Ausgaben \ Objekt-Erscheinung (Repräsentation)	Abstrakte Objekte/Variablen	4
Spiel \ Anzeigen/Ausgaben \ Objekt-Erscheinung (Repräsentation)	Spielfiguren	41
Spiel \ Anzeigen/Ausgaben \ Objekt-Erscheinung (Repräsentation)	Bauwerke	45
Spiel \ Anzeigen/Ausgaben \ Objekt-Erscheinung (Repräsentation)	Geräte	12
Spiel \ Anzeigen/Ausgaben \ Objekt-Erscheinung (Repräsentation)	Gegenstände	1
Spiel \ Anzeigen/Ausgaben \ Objekt-Erscheinung (Repräsentation)	Ressourcen	5
Spiel \ Anzeigen/Ausgaben \ Objekt-Erscheinung (Repräsentation)	Spielfeld	0
Spiel \ Anzeigen/Ausgaben \ Objekt-Erscheinung (Repräsentation) \ Abstrakte Objekte/Variablen	Feuer	1
Spiel \ Anzeigen/Ausgaben \ Objekt-Erscheinung (Repräsentation) \ Abstrakte Objekte/Variablen	Parteien/Arten/Spezies/	

	Ausrichtung (Rassen)	0
Spiel\Anzeigen\Ausgaben\Objekt-Erscheinung (Repräsentation)\Abstrakte Objekte/Variablen	Ereignisse	5
Spiel\Anzeigen\Ausgaben\Objekt-Erscheinung (Repräsentation)\Abstrakte Objekte/Variablen	Zustände	3
Spiel\Anzeigen\Ausgaben\Objekt-Erscheinung (Repräsentation)\Spielfeld	Landschaft	2
Spiel\Anzeigen\Ausgaben\Objekt-Erscheinung (Repräsentation)\Spielfeld	Starre/non- bzw. semiinteraktive Objekt	0
Spiel\Anzeigen\Ausgaben\Objekt-Erscheinung (Repräsentation)\Spielfeld	Hintergrund	0
Spiel\Anzeigen\Ausgaben\Objekt-Erscheinung (Repräsentation)\Spielfeld\Starre/ non- bzw. semiinteraktive Objekt	Hindernisse	0
Spiel\Handlungen\Eingaben\Steuerung	Einstellungen	0
Spiel\Handlungen\Eingaben\Steuerung	Objektsteuerung	19
Spiel\Handlungen\Eingaben\Steuerung	Ansichtssteuerung	0
Spiel\Handlungen\Eingaben\Steuerung	Eingabegeräte/-kanal	3
Spiel\Handlungen\Eingaben\Steuerung\Ansichtssteuerung	3d-Spiele	0
Spiel\Handlungen\Eingaben\Steuerung\Ansichtssteuerung	2d-Spiele	0
Spiel\Handlungen\Eingaben\Steuerung\Eingabegeräte/-kanal	Gamepads	0
Spiel\Handlungen\Eingaben\Steuerung\Eingabegeräte/-kanal	Joysticks	0
Spiel\Handlungen\Eingaben\Steuerung\Eingabegeräte/-kanal	Maussteuerung	0
Spiel\Handlungen\Eingaben\Steuerung\Eingabegeräte/-kanal	Tastensteuerung	0
Spiel\Handlungen\Eingaben\Steuerung\Einstellungen	Spielerbezogene Einstellungen	0
Spiel\Handlungen\Eingaben\Steuerung\Einstellungen	Software-Einstellungen	0
Spiel\Handlungen\Eingaben\Steuerung\Objektsteuerung	Automatismen	23
Spiel\Handlungen\Eingaben\Steuerung\Objektsteuerung	Cheats	0
Spiel\Handlungen\Eingaben\Steuerung\Objektsteuerung	Einzel-Befehle	109
Spiel\Handlungen\Eingaben\Steuerung\Objektsteuerung\Automatismen	Bewegung/Position	0
Spiel\Handlungen\Eingaben\Steuerung\Objektsteuerung\Automatismen\Bewegung/Position	Patrouille	0
Spiel\Handlungen\Eingaben\Steuerung\Objektsteuerung\Automatismen\Bewegung/Position	Formation	0
Spiel\Handlungen\Eingaben\Steuerung\Objektsteuerung\Einzel-Befehle	Beschwörungen	0
Spiel\Handlungen\Eingaben\Steuerung\Objektsteuerung\Einzel-Befehle	Opfer	1
Spiel\Verarbeitung	Basisklassen	0
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen	Basismethoden	0
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen	Basiseigenschaften	0
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen	Einflussart	0
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen	Eigenschaftswert-Art	4
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen	Eigenschafts-Bezug	0
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen	Fähigkeiten	21
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Basismethoden	Bezug	0
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Eigenschafts-Bezug	Einfache Eigenschaftsbezüge	61
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Eigenschafts-Bezug	Mehrfache Eigenschaftsbezüge	21
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Eigenschaftswert-Art	auf 0 setzen	3
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Eigenschaftswert-Art	Wahrheitswert	11
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Eigenschaftswert-Art	Sonstige	13
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Eigenschaftswert-Art	Festwert	14
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Eigenschaftswert-Art	0-x (passive?)	6
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Eigenschaftswert-Art	y-z(+n) (aktive?)	38
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Eigenschaftswert-Art	Regeneration/Degeneration	3
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart	Interaktion	1
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart	Voraussetzung	0
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart	Erzeugung	0
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart	Statusänderung	1
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart	Negativ (wertmindernd)	0
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart	Positiv (werterhöhend)	6
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart	Pos.+Neg. (bei Mehrfachbezügen)	6
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart	Passive Variablen	0
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Erzeugung	Objekterzeugung	0
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Erzeugung\Objekterzeugung	Startobjekte	0
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Erzeugung\Objekterzeugung	Gefundene/Versteckte	0
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Erzeugung\Objekterzeugung	Erwerben	1
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Erzeugung\Objekterzeugung	Herstellen	19
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Erzeugung\Objekterzeugung	Vermehrung	2
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Negativ (wertmindernd)	Gelände	1
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Negativ (wertmindernd)	Anderes Objekt betreten/verlassen	4
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Negativ (wertmindernd)	Panzerung	19
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Negativ (wertmindernd)	Güter vertilgen	2
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Negativ (wertmindernd)	Platzbedarf	2
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Negativ (wertmindernd)	Senken (Schaden, Schwächen)	42
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Negativ (wertmindernd)	Kosten	9

Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Negativ (wertmindernd)	Tarnung	9
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Negativ (wertmindernd)\Kosten	Anschaffung	0
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Negativ (wertmindernd)\Kosten	Konsum	13
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Negativ (wertmindernd)\Kosten	Ressourcen-Verbrauch	1
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Passive Variablen	Effizienz	1
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Passive Variablen	Objektart	3
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Passive Variablen	Partei	10
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Passive Variablen	Position	7
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Passive Variablen	Erfahrung	1
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Passive Variablen	Bewegungsgeschwindigkeit	10
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Passive Variablen	Treffsicherheit	5
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Passive Variablen	Feuertempo	1
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Passive Variablen	Feuer-Reichweite	6
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Passive Variablen	Aufnehmen von and. Objekten	0
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Passive Variablen	Existenz	0
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Passive Variablen	Transparenz (->Sicht)	0
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Passive Variablen	Sichtbarkeit	0
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Passive Variablen	Sichtweite	1
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Passive Variablen	Vorräte	0
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Passive Variablen	Mana-Vorrat	3
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Passive Variablen	Gesundheit	3
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Passive Variablen	Kapazität	6
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Pos.+Neg. (bei Mehrfachbezügen)	Übertragung/Verteilung	2
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Pos.+Neg. (bei Mehrfachbezügen)	Umwandlung	1
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Pos.+Neg. (bei Mehrfachbezügen)	Mehrfach-Einfluss	0
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Positiv (werterhöhend)	Erhöhen (Stärken)	12
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Positiv (werterhöhend)	Heilen	3
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Positiv (werterhöhend)	Upgrades/Downgrades	54
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Positiv (werterhöhend)\Upgrades/ Downgrades	Verleihung neuer Eigensch.	6
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Positiv (werterhöhend)\Upgrades/ Downgrades	Verbesserung von Eigensch.	8
Spiel\Verarbeitung\Basisklassen\Einflussart\Voraussetzung	Vorhandensein	0
Spieleinteilungen	Bezug zur Realität	1
Spieleinteilungen	Haupt-Handlung	0
Zubehör	Verpackung	0
Zubehör	Begleitmaterial	0
Zubehör	Datenträger	0
Zubehör	Anleitungen	0
Zubehör\Anleitungen	Umfangreich	0
Zubehör\Anleitungen	Elektronisch	0
Zubehör\Anleitungen	Gedruckt	0
Zubehör\Anleitungen	Kurzanleitung	0
Zubehör\Anleitungen	Plaktaförmige Übersichten	1

## Anhang B: Tabellarische Auflistung der Komponenten des OOPIO-Modells

<b>Modell</b>	
<b>Kontrollstrukturen</b>	Schleifen
	Bedingungen
<b>Variablen und Konstanten</b>	Globale Variablen und Konstanten
<b>(Basis-)Klassen</b>	Funktionen (Methoden, Operationen)
	Eigenschaften (Attribute, Objektvariablen)
<b>Objekte</b>	Instanzen von Klassen

<b>Programm</b>		
<b>Zustandsspeicherung/ Datenmanagement</b>	Spielstände (Variablenwerte)	
	Objektbaum	
	Benutzerdaten	
	Leveldaten	
	Speicherverwaltung	
<b>Skripting</b>	(Ereignisse/Ablauf)	
<b>Künstliche Intelligenz</b>	Wegfindung	Feldstruktur
		Wegfindungsalgorithmen
	KI-Modell der Spielwelt	Repräsentation der Umwelt
		Verhaltensmöglichkeiten
		Regelset kausaler Veränderungsmöglichkeiten
	Computergegner	Agenten (autonome Charaktere)
		Funktions-Interface
		KI-Hilfsfunktionen
		KI-Makros
		KI-Zwischenspeicher
		Reaktionstabellen
		KI-Ziele
		KI-Entscheidungen
		Individual-Parameter
<b>Netzwerkode</b>	Verbindungstechniken	TCP/IP via LAN
		TCP/IP via Internet (WAN)
		Modem zu Modem
		Kabel-Direktverbindung
	Verbindungsmodelle	Zentralistisches Modell
		Halbzentralistisches Modell
		Verteilter Ansatz
<b>Physik-System</b>	(korrektes Objektverhalten)	
<b>Helfer-KI</b>	(Automatismen)	
<b>Editoren</b>	Leveleditoren	
	Objekteditoren	

Ausgaben (Output) Visuell		
Objekt repräsentation	2d	Sprites
		Tiles
		Map
		Sprite-Animationen
		Hintergründe
		Texturen bei 2d
	3d	Vertices/Modelle
		Texturen bei 3d
		Kamera
		Räume
Feldstruktur		
Anzeigen	Ständige	
	Abrufbare	
Meldungen	Textmeldungen	
	Hervorhebungen	
	Einblendungen	
	Animationen	
	Bubble-Help	
	Dialogboxen	
Ansichtsausschnitt	Kameraposition	
	Kamerarotation	(Gier-Winkel)
	Kamerawinkel	(Nick- und Rollenwinkel)
	Kamerazoom	
Bildschirmaufteilung	Spielbereich	
	Funktionsbereich	
	Totbereich	
	Bedienelemente im Spielbereich	
	Kontextmenue-artige	
Sondersequenzen	Menes und Sonderschirme	Titelbild, Logos
		Menes
		Info-Screens
	Film-Sequenzen	Intro
		Zwischensequenzen
		In-Level-Sequenzen
	Techniken	Video
		Renderfilm
		Animationen mit der Gameengine

Ausgaben (Output) Auditiv	
Musik (stetig)	Hintergrundmusik
	Spezielle Musik-Sequenzen
Meldungen (diskret)	Bestätigungen (von Klicks und Befehlen)
	Ereignisse
	Geräusche
Steuerung (Input)	
Direkte/nichtgrafische	Tastaturkürzel
	Nichtobjekt- oder Bedienelementbezogene Mauseaktionen
	Joystick/Gamepad-Objektsteuerung
Indirekte/grafische	GUI-Standard-Elemente
	Objektrepräsentation
	Spezielle
Eingabegeräte	Maus
	Tastatur
	Joysticks/Gamepads
	Sonstige

Anhang C: Handbuch zum Prototypen,  
erstellt von der Firma  
Bogengang

## Handhabung der Testanwendung

### Navigation in der Map



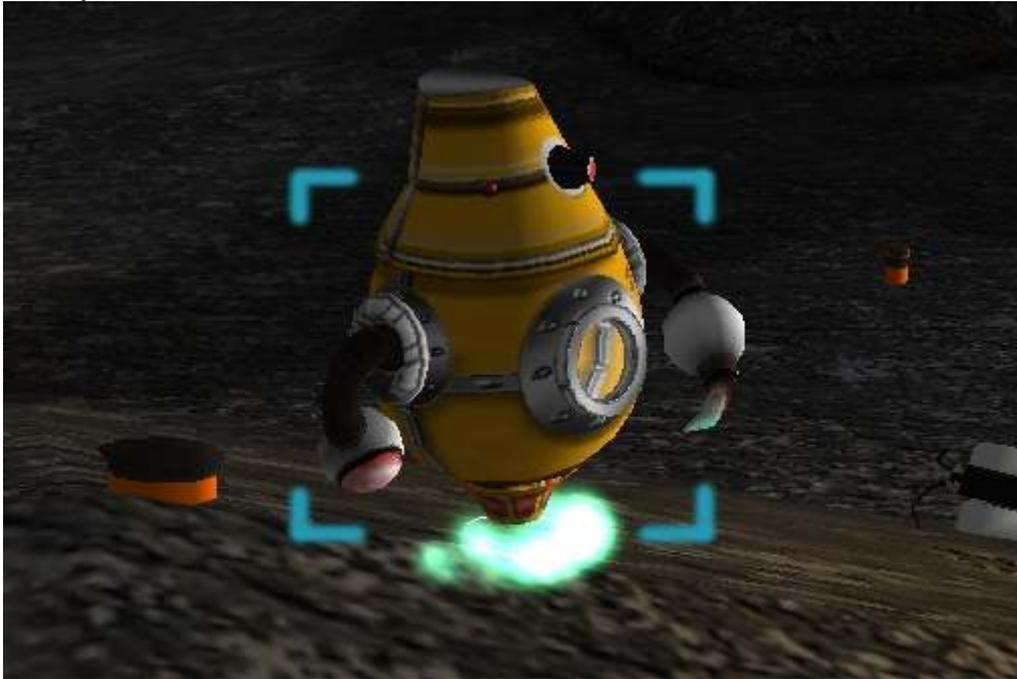
Microjoe der Hilfsroboter zur Produktion von Wafern ist klein im Bild zu sehen. Mittels des Mausekzes können sie näher an ihn heranzoomen.



Mit der Maus an die Bildränder gehen, bewegt den Spieler über der Map. Mittler Maustaste (Mausekz) gedrückt halten und Mausbewegen Blickwinkelveränderung.

## Steuerung von Microjoe

Microjoe anklicken es - entsteht ein Auswahlrahmen.



Wollen Sie Microjoe bewegen klicken Sie bitte mit der rechten Maustaste ins Gelände. An der Anklickstelle ist ein Markierungsboje gesetzt, zu der sich Microjoe bewegt.



Am unteren Bildrand befindet sich ein Microjoeicon, dass sie betätigen können um Microjoe auszuwählen, ohne ihn anzuklicken. Nach dem Klick entsteht ein „Lupenicon“ mit dem man zu im gezoomt wird.



Auf der nebenstehenden 2D – Map können sie den momentanen Standort von Microjoe(grüner Punkt) und der virtuellen Kamera (weißer Punkt) sehen.

### **Einsammeln der Ressourcen**

Um die Produktion in Gang zu bringen benötigen einzelne Stationen Ressourcen, welche Microjoe einsammeln muss. Die verschiedenen Ressourcen (z.B. Silizium und Sauerstoff) liegen im Gelände. Durch klick auf die Map können Sie die einzelnen Fundstätten visualisieren. Je weiterer Klick sehen sie die Lagerstätten des nächsten Materials.



In der nebenstehenden Kurzinfo erhalten sie einige Fakten zu der Ressource. Sie erfahren etwas über die Häufigkeit und den aktuellen Verkaufswert in der Weltraumwährung Stellar.

Das Einsammeln der Ressourcen erfolgt über Microjoe. Er wird angewählt und nach Rechtsklick auf ein Material wird o.g. Boje sichtbar. Er fliegt direkt zu dem Material und saugt es in das Transportlager.





Hier sehen sie die anzahl der eingesammelten Ressourcen und den momentanen Gesamtwert in Stellar. Sammeln sie mehr Ressourcen ein als sie annehmen zu benötigen. Sie können später nichtbenötigtes Material weiterverkaufen und so die Stationen reparieren.

### Ressourcen den Stationen zuweisen

Wählen Sie per Mausclick eine Station aus. Der blaue Auswahlrahmen erscheint und in der Kurzinfo erfahren Sie den Namen und die Funktion der Station.



Im unteren Bereich der Kurzinfo erfahren Sie welche Materialien für dieses Verfahren benötigt werden. Unter dem jeweiligen Icon steht die zweite Zahl für den Bedarf und die erste für die im Moment angelieferte Menge. Die Batterie steht für den Energie- und der Schraubenschlüssel für den Reperaturstatus der Station. Auf der nebenstehenden Map können Sie sehen wo sich die Station befindet.

Im Bereich der Auswahl der Station erscheint ein Mausmenue bei welchem Sie bitte Ressourcen zuweisen anklicken. Es erscheint ein Submenü mit den Icon der im Lager befindlichen Materialien.



Per Mausklick können Sie nun die Materialien der Station zuweisen. Die Anzahl der im Lager befindlichen Materialien verringert sich, dafür steigt die Anzahl im Kurzinfofenster.

### **Reperatur in dieser Version noch nicht möglich**

### **Trasse bauen**

Für Produktionsdurchlauf müssen nun die einzelnen Stationen in einer sinnvollen Weise verbunden werden. (in dieser Version wird vorerst nur das vorhandensein der Ressourcen geprüft nicht die sinnvolle Verknüpfung) Dazu wählen Sie bitte die Dockstation, die kleinen Objekte neben den Stationen aus.



Es erscheint das Mausmenü „Trassebauen“. Klicken Sie dieses an zeichnit die Maus einen farbigen Pfad in die Landschaft. Er folgt der Maus bis zur nächsten Station.



Beachten Sie bitte das Sie zuerst die Startstation und dann die Zielstation anklicken. So können sie jede Station zweimal als Start und Ziel definieren. Die Icon mit den Buchstaben und Pfeilen informieren Sie über den Ein- bzw. Ausgangstatus des Pfades.

Bitte beginnen Sie mit dem Bau an der Handelsstation (Siehe Bild) Hier startet und endet der jeweilige Produktionszyklus. Mit den Raumschiffen sollen dann die fertigen Produkte zu Erde gebracht werden.

### **Logbuch**

Im unteren Menü befindet sich noch das Logbuchfeld. Hier erscheinen in loser Folge News aus dem Planetensystem. Diese können Einfluß auf den Spielverlauf haben. Deshalb beachten Sie bitte die Informationen. Weiterhin werden im Logbuchfenster ihre Aktivitäten gespeichert. Mit den Pfeilicons können Sie sich über zurückliegende Ereignisse informieren.

Viel Spass beim testen haben Sie anregungen oder entdecken Sie Fehler informieren Sie uns bitte unter:

[support@bogengang.de](mailto:support@bogengang.de)

Vielen Dank.

## Lebenslauf

### Person

Name: Frederic Gabriel Adler  
Geburtsdatum: 13.01.1978  
Geburtsort: Konstanz

### Studium

- \* 2004 - 2008: Doktorand an der Professur für Medienpädagogik in Augsburg (Disputation vorraussichtlich November 2008)
- \* 1999 - 2004: Studium der Dipl. Pädagogik mit Schwerpunkt Erwachsenenbildung und außerschulische Jugendbildung, Bezugsdisziplin Psychologie, Soziologie und Wahlpflichtfach Medienpädagogik

### Beruf

- \* seit 2007: Angestellt an der Universität Augsburg, Institut für Medien und Bildungstechnologie, Professur für Medienpädagogik
- \* 2004 - 2007: Angestellt an der TU München, Lehrstuhl für Technische Elektrophysik FB Mikrostrukturierte mechatronische Systeme
- \* März 2005 - Februar 2006: Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Augsburg, Professur für Medienpädagogik
- \* 2003: Praktikum im Bereich eines virtuellen Studiengangs bei der IT-Akademie Bayern
- \* 2002 bis 2004 Mitarbeit an der Professur für Medienpädagogik (u.a. Webmaster der Professur für Medienpädagogik)
- \* 2002: Beschäftigt im Bereich Internet bei der Firma Typework
- \* 1999 bis 2001: Beschäftigt in der Druckvorstufe bei der Firma Satzstudio Rößler