

Autoren: Prof. Dr. Stephan Schwan  
 Portalbereich: Didaktisches Design  
 Stand: 23.10.2006

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	1
2	Warum Lernspiele? .....	2
2.1	Motivation und Aktivierung der Lernenden .....	2
2.2	Überblick über Genres .....	2
3	Wodurch sind „gute“ Computerspiele gekennzeichnet? .....	3
3.1	Prinzipien, die Spielern Handlungsräume eröffnen.....	4
3.2	Prinzipien, die Kompetenzen zum Lösen von Problemen fördern .....	5
3.3	Prinzipien, die das Verständnis fördern .....	7
4	Wie sollten „gute“ Lernspiele aussehen? .....	8
4.1	Ein Modell für die Beschreibung von Spielen in der Lehre .....	9
4.2	Zentrale Dimensionen von Lernspielen .....	10
5	Produkte – Lernsoftware .....	11
5.1	Inscape – Storytelling Werkzeuge .....	11
5.2	Virtual-Human Story-Editoren .....	11
5.3	Simulationen .....	12
5.4	Benutzerschnittstellen .....	13
5.5	Weitere Links zu praktischen Beispielen .....	13
6	Zusammenfassung und Ausblick .....	14
	Literatur .....	14
	Glossar .....	15

## 1 Einleitung

In nahezu alle Lebensbereiche hat die moderne Informationstechnologie Einzug gehalten. Die Art, wie wir in den industrialisierten Ländern heute arbeiten, leben, uns unterhalten lassen, hat sich spätestens in den neunziger Jahren des letzten Jahrhunderts grundlegend verändert.

In der populären Literatur wird daher bereits zwischen Computer-Eingeborenen, die mit dem Medium aufgewachsen sind und es nahezu intuitiv beherrschen und Computer-Migranten, die noch häufig – und meist vergeblich – Hilfe in Gebrauchsanweisungen suchen, unterschieden. Andere Bezeichnungen für die in den achtziger Jahren geborene Generation lauten „Homo Zappiens“ oder „Aborigines der Informationsgesellschaft“ (Veen 2005). Oblinger (2004) differenziert zwischen der TV-, der PC- und der *Internet*<sup>1</sup>-Generation. Letztere zeichnet sich dadurch aus, dass sie das Netz braucht wie den Sauerstoff zum Atmen – im Gegensatz zu den früheren Generationen, die entweder vollkommen hilflos vor dem Computer stehen oder diesen allenfalls als nützliches Werkzeug gebrauchen.

Die Vertrautheit der jungen Generation mit dem Computer wirkt sich auch auf das Lernen aus. Zunehmend stellt sich die Frage, wie das traditionelle Klassenzimmer um andere, elektronische Umgebungen ergänzt werden kann. Computerspiele und *-simulationen* spielen in dieser Diskussion eine bedeutende Rolle. Allerdings ist der positive Lerneffekt durch solche Systeme

<sup>1</sup> Kursiv geschriebene Begriffe werden im Glossar erläutert

noch umstritten. Auch wird häufig übersehen, dass es hauptsächlich die männlichen Jugendlichen sind, die ihre Freizeit mit Computerspielen – darunter so genannte „Ego-Shooter“ oder „Ballerspiele“ – verbringen. Weitaus weniger Mädchen finden an solcher Freizeitgestaltung ihren Spaß. Durch die Vielzahl der Produkte wird zudem die Übersicht erschwert. Der nachfolgende Text soll einen Überblick bieten, Chancen und Risiken von Computerspielen in der Lehre skizzieren sowie Beispielanwendungen zeigen und Hinweise zur praktischen Planung des Einsatzes von Computerspielen im Unterricht geben.

## 2 Warum Lernspiele?

.....

Warum sollten Computerspiele in der Lehre eingesetzt werden? „Weil es sie gibt“, könnte eine Antwort lauten. Die Tatsache, dass Computerspiele in der Welt vieler Kinder und Jugendlicher einen festen Platz einnehmen und dass die Industrie entsprechende Produkte anbietet, übt einen gewissen Druck auf Bildungseinrichtungen aus oder bringt sie zumindest dazu, sich mit dem Phänomen zu beschäftigen. Zwar sind Computerspiele erst seit etwa zehn Jahren ein Massenmarkt. Doch das Geschäft wächst rasant: Trotz wirtschaftlich schlechter Lage steigerte sich der Umsatz in Deutschland im Jahr 2003 um über acht Prozent auf über 1,1 Milliarden Euro. Damit wurde erstmals der Umsatz an den Kinokassen übertroffen. Weltweit wurden 2003 über 18 Milliarden Dollar mit Computerspielen umgesetzt.

### 2.1 Motivation und Aktivierung der Lernenden

Aus didaktischer Sicht sind Computerspiele jedoch aus anderen Gründen reizvoll: Motivierte Lernende sind enthusiastisch, konzentriert, interessiert, identifizieren sich mit dem, was sie tun, sind daher fleißig und vergessen darüber sogar die Zeit. Genau diese Eigenschaften, die in herkömmlichen Unterrichtssituationen selten zu beobachten sind, zeichnen das Verhalten von Computerspielern häufig aus. Der Einsatz von Computerspielen verspricht hauptsächlich eine erhöhte Motivation bei den Lernenden.

Einerseits eröffnen Spiele den Weg zu einer größeren Lernerzentrierung, einer aktiveren Rolle der Lernenden und weg von allzu instruierenden didaktischen Modellen. Computerspiele können das Verständnis für komplexe Zusammenhänge und dynamische Entwicklungen fördern. Lernende sammeln nicht nur Wissen an, sondern lernen auch, wie Informationen zu finden sind (Garris, Ahlers, Driskell, 2002).

Andererseits basieren Computer-Lernspiele, die als Spezialfall des *Computer Based Training (CBT)* angesehen werden können, in der Regel auf instruktionistischen Konzepten. Sie haben ihre Stärken dort, wo es vornehmlich um Training geht. Es besteht die Gefahr, dass das Lernen dabei zu kurz kommt. Bei dem Bemühen, Spiele mit einem größeren Lerneffekt zu entwickeln, kann es leicht passieren, „dass das Endprodukt weder lehrreich noch fesselnd ist“ (Garris, Ahlers, Driskell, 2002).

### 2.2 Überblick über Genres

Bevor die Frage diskutiert wird, wie Computerspiele aussehen müssen, die einerseits Motivation und Engagement fördern und andererseits positive Auswirkungen auf den Lernerfolg haben, soll es einen kleinen Überblick über die gängigen Arten von Computerspielen geben. Durch die Vielzahl unterschiedlicher Spiele und Genres ist eine Klassifizierung schwierig. Denn vielfach sind die

Übergänge fließend und teilweise können Spiele mehreren Genres zugeordnet werden. Im Folgenden sollen einige der gängigen Genres vorgestellt werden:

- Action-Spiele: In diese Kategorie fallen alle Computerspiele, bei denen es vorwiegend auf Geschicklichkeit und Reaktionsschnelligkeit ankommt. Intellektuelle Höchstleistungen werden nicht erwartet. Beispiele für Action-Spiele sind Rennspiele (z.B. Autorennen) oder Jump'n'Runs (der Spieler steuert Computercharaktere, die auf einem Hindernisparcours Aufgaben erfüllen müssen). Auch Kampfspiele sind – sofern sie nicht als eigene Form begriffen werden – dieser Kategorie zuzuordnen: So genannte Ego-Shooter (First-Person-Shooter), bei denen der Spieler den Spielverlauf aus der Perspektive eines Kämpfers sieht und (meist) mit Schusswaffen gegen andere Menschen oder Monster vorgeht. Third-Person-Shooter sind inhaltlich identisch aufgebaut – nur betrachtet der Spieler die Szenerie nicht aus der Sicht des Kämpfers, sondern aus der einer Kamera, die etwas hinter dem Kämpfer steht.
- Abenteuer-Spiele (Adventures): Das erste Spiel dieser Kategorie war „Adventure“ (auch „Advent“ oder Colossal Cave) von 1975. Darin galt es, Abenteuer in einem Höhlenlabyrinth zu bestehen und dabei möglichst viele Punkte zu sammeln. Gemeinsam haben Abenteuerspiele, dass sie in Fantasie-Umgebungen spielen und Aufgaben zu lösen sind, die Überlegung und Intellekt erfordern. Das Genre, das gegen Ende der 1980er Jahre seinen Höhepunkt erlebte, fristet heute ein Dasein im Schatten der Ego-Shooter, die kommerziell erfolgreicher sind. Allerdings sind in den letzten Jahren wieder einige hochwertige und kommerziell erfolgreiche Adventures erschienen. Beispiele dafür sind: Runaway (2002), Syberia (2002), Black Mirror (2004), The Moment of Silence (2004) oder Ankh (2005).
- Rollenspiele: Sind dem Genre der Adventures zuzuordnen. Beispiele sind „Dungeon Master“ (1987, erstes Echtzeit-Computer-Rollenspiel), „Diege of Avalon“ (2001), „Star Wars: Knights of the Old Republic“ (2003).
- Puzzles: Puzzles sind sehr alte (Lern-) Spiele. Bereits im 18. Jahrhundert gab es in England ein Legespiel, bei dem eine Landkarte von den Spielern zu vervollständigen war. Das wohl bekannteste Computer-Puzzlespiel ist Tetris, ein Spiel, bei dem fortwährend geometrische Figuren, die immer aus vier Rechtecken zusammengesetzt sind, von oben auf eine zu bauende Mauer herunter fallen. Während des Fallens müssen die Figuren so gedreht werden, dass sie sich möglichst ohne Lücken in die Mauer einfügen.
- *Simulationen*: Zu den *Simulationen* gehören Flug-, Weltraum-, Marine-, Wirtschafts- oder Autosimulationen. Teilweise überschneidet sich diese Kategorie mit den Action-Spielen. Für den Einsatz in der Lehre ist gerade diese Kategorie teilweise interessant. Es gibt einige Beispiele für *Simulationen*, auf die später eingegangen wird.

Abschließend noch eine Bemerkung zur Unterscheidung der Begriffe Computer- und Videospiele: Als Videospiele werden solche – auch computergesteuerten – Spiele bezeichnet, die auf Spielkonsolen laufen. Computerspiele sind hingegen auf PCs zu finden. In diesem Text wird der Begriff Computerspiel verwendet.

### 3 Wodurch sind „gute“ Computerspiele gekennzeichnet?

.....

Wer sich für den Einsatz von Computerspielen in der Lehre entscheidet, sei daran erinnert: Spiele versprechen nicht per se eine erhöhte Motivation bei den Lernenden. Die positiven Wirkungen, die

bei „guten“ Computerspielen zu beobachten sind, treten nicht bei jedem Spiel auf. Es ist also sinnvoll, die Frage zu stellen: Wodurch zeichnen sich „gute“ Spiele aus?

Der Begriff „gut“ soll im Folgenden nicht in Hinblick auf die Inhalte oder erzieherischen Wirkungen von Spielen gebraucht werden. Die oft geführte Debatte darüber, ob Spiele mit gewalttätigen Inhalten die Gewaltbereitschaft von Jugendlichen erhöhen, soll hier mit dem Hinweis abgekürzt werden, dass die umstrittenen Spiele zumindest nicht das Anstreben friedlicher Lösungen als Erziehungsziel erkennen lassen. Unabhängig von dieser Diskussion sollen im Folgenden Faktoren beschrieben werden, die dazu führen, dass Spieler ein Spiel gern spielen oder – um es englisch auszudrücken – die das „Liking“ erhöhen.

Gee (2003) nennt insgesamt 13 Prinzipien, die „gute“ Spiele kennzeichnen. Diese Prinzipien lassen sich unterteilen in solche, die:

- den Lernenden Handlungsspielräume eröffnen,
- das Lösen von Problemen behandeln und solche, die
- das Verständnis der Lernenden fördern.

Die Prinzipien sollen im Folgenden kurz skizziert werden. Dabei gilt: Je mehr dieser Prinzipien in einem Spiel verwirklicht sind, umso höher ist dessen motivierende Wirkung, umso mehr mögen Spieler dieses Spiel.

### 3.1 Prinzipien, die Spielern Handlungsräume eröffnen

Computerspiele ziehen viele Jugendliche durch ihre Fantasiewelten in den Bann. Diese eröffnen neue Handlungsmöglichkeiten und ermöglichen das Spielen mit Identitäten. Es werden Erfahrungen möglich, die den Spielern in der realen Welt verbaut sind. Daraus lassen sich einige Prinzipien für gute Computerspiele ableiten.

#### 1) Spieler sollen sich als Produzenten fühlen – nicht als Konsumenten

Spieler sollten in der Lage sein, durch ihre Entscheidungen das Spiel zu beeinflussen. Die *Interaktivität* von Computerspielen ermöglicht es den Spielern, die Spielwelt mit zu gestalten.

Auf diese Weise kann jeder Spieler einen ganz individuellen Spielverlauf erleben.

#### 2) Anpassung an Gewohnheiten und Rücksichtnahme auf den persönlichen Stil

Gute Spiele erlauben es Spielern, das Spiel nach eigenen Gewohnheiten zu spielen. Jeder Mensch hat seinen eigenen Stil. So gibt es auch verschiedene Lernstile: Einige stürzen sich beispielsweise sofort in Details. Andere versuchen, sich zunächst einen groben Überblick zu verschaffen. Computerspiele sollten diese Unterschiede aufgreifen und Spieler gegebenenfalls behutsam zu Strategien führen, die die besten Erfolgsaussichten versprechen. Gute Spiele bieten vielfältige Aspekte, unter denen das Spiel gespielt werden kann – und sie ermutigen dazu, neue Aspekte zu entdecken!

#### 3) Spielen mit Identitäten

Gute Spiele ermöglichen es den Spielern, sich neue Identitäten zu schaffen. Diese Identitäten müssen mit dem realen Leben nichts zu tun haben. Das Spiel mit Identitäten befreit von Zwängen und ist vielen Jugendlichen aus anderen Zusammenhängen im Umgang mit Computern vertraut. In *Chats* oder in Foren nehmen sie beispielsweise häufig neue Identitäten an.

#### 4) Manipulation ermöglichen

Spieler vertiefen sich eher in ein Spiel, wenn sie dort mächtige Werkzeuge zur Verfügung haben, mit denen sie die Umgebung manipulieren können. Das können große Maschinen sein oder auch Machtbefugnisse, die ihnen im Spiel zustehen. Je größer die Auswahl an Manipulationsmöglichkeiten ist, umso stärker ist die Faszination, die von einem Spiel ausgeht. Allerdings darf die Komplexität dabei nicht die Fähigkeiten der Spieler übersteigen: Unübersichtliche Manipulationsmöglichkeiten erhöhen die Unsicherheit und wirken negativ auf die Motivation.

### 3.2 Prinzipien, die Kompetenzen zum Lösen von Problemen fördern

Beim Computerspiel wie im Unterricht sind Lernende mitunter vor die Aufgabe gestellt, knifflige Probleme zu lösen. Wichtiger als das konkrete Problem ist häufig der Weg, der zur Lösung führt. Die Kompetenzen zum Lösen von Problemen erwerben Lernende am besten, wenn die zu lösenden Probleme sorgfältig von den Lehrenden ausgesucht und aufbereitet werden. In Bezug auf Computerspiele lassen sich dafür geeignete Prinzipien identifizieren.

#### 1) Probleme vorstrukturieren

Auftretende Probleme in Spielen sollten so strukturiert werden, dass die Spieler sie selbständig lösen können. Die Probleme sollten mit zunehmender Spieldauer und Routine der Spieler komplexer werden. Die Spieler sollten anhand leichterere Probleme auf Lösungsprinzipien aufmerksam gemacht werden, die zur späteren Lösung komplexerer Probleme befähigen. Studien haben gezeigt, dass Frust aufkommt, wenn Probleme zu kompliziert sind. Spieler verlieren dann schnell die Lust am Spiel. Daher ist es notwendig, Probleme so vorzustrukturieren, dass die Spieler sie mit dem bereits erworbenen Wissen lösen können.

#### 2) Positives Feedback geben

Auch zu leichte Aufgaben führen dazu, dass die Motivation der Spieler nachlässt. Probleme sollten die Spieler jederzeit fordern. Um jedoch Frustrationen aufgrund ständig steigender Anforderungen zu vermeiden, sollte den Spielern ein positives Feedback gegeben werden, sobald sie ein kompliziertes Problem gelöst haben. Ihre Anstrengung bekommt so einen „Sinn“ und die Spieler werden sich mit größerer Motivation dem nächsten Problem widmen.

#### 3) Abgestufte Levels verwenden

Der Mensch eignet sich Kenntnisse und Fähigkeiten an, indem er sich Probleme aussucht, diese löst und die Lösung so lange an ähnlichen Problemen wiederholt, bis er sie sicher beherrscht. Danach sucht er die Herausforderung bei komplexeren Problemen. Hier wiederholt sich der Zyklus.

Auch Spiele sollten so strukturiert sein, dass es verschiedene Levels gibt. Spieler können sich so über die verschiedenen Stufen emporarbeiten. Dabei verharren sie so lange auf einer Stufe, bis sie diese beherrschen.

#### 4) Instruktionen an geeigneter Stelle geben

Gute Spiele lassen sich ohne vorherige Lektüre der Spielanleitung spielen. Sie laden durch ihr Design dazu ein, sofort mit dem Spiel zu beginnen. Anleitungen überfordern dagegen durch die Masse der Informationen, die nicht zum benötigten Zeitpunkt übermittelt werden, die Spieler. Notwendige Informationen werden in guten Computerspielen in Situationen gegeben, in denen sie aktuell gebraucht werden. Kennzeichen der „Internet-Generation“ ist es, dass sie den Computer intuitiv bedient. Gebrauchsanweisungen werden nicht vorher, sondern allenfalls nach dem Spiel gelesen, um eventuell unklare Situationen im Nachhinein zu verstehen.

#### 5) Komplexität begrenzen

Spiele werden in der Lehre eingesetzt, weil sich mit ihnen komplexe Systeme besser verstehen lassen. Allerdings sollte die Komplexität des Spiels im Sinne einer didaktischen Reduktion an die zu vermittelnden Inhalte angepasst werden. In der Regel bedeutet dies eine Reduzierung der Komplexität. Beispielsweise gelten die meisten Naturgesetze nur unter idealen Bedingungen. Die Newtonsche Mechanik etwa, ließe sich mit einem realistischen Computerspiel nicht plausibel darstellen, da die Luftreibung auf der Erde die Versuche zur Ermittlung der Fallgesetze stört. Auch Newton selbst fand seine Gesetze anhand der Beobachtung der Bewegung der Himmelskörper im Weltraum, wo störende Einflüsse fehlen.

Für einen optimalen Lernerfolg sind Umgebungen ideal, die eine begrenzte Zahl von klar erkennbaren Einflussfaktoren aufweisen. Diese sollten wiederum miteinander durch klare Wechselwirkungen verbunden sein. Ein Beispiel für eine ideale Umgebung eines Computerspiels ist ein Aquarium. Es ist ein sehr vereinfachtes Ökosystem, das eine begrenzte Zahl von Variablen und Wechselwirkungen enthält.

#### **6) Sandkastenbedingungen schaffen**

In manchen Fällen ist die Reduzierung der Komplexität nicht sinnvoll, weil mit einem Spiel gerade die reale Welt dargestellt werden soll. Dies ist bei *Simulationen* der Fall. Dann empfiehlt es sich, „Sandkastenbedingungen“ zu schaffen. Ein Sandkasten ist ein geschützter Raum, in dem Kinder ohne Gefahren – etwa des Autoverkehrs – spielen können. Einerseits ist er Teil der realen Welt und es herrschen dort dieselben Gesetze. Andererseits bleiben Fehler ohne ernste Konsequenzen. Spiele sollten so beschaffen sein, dass Spieler auf den unteren Levels keine schweren Konsequenzen aus Fehlern zu spüren bekommen – oder dass es eine Warnung gibt, wenn ein Spieler im Begriff steht, einen schweren Fehler zu begehen.

Dies verringert die Angst vor dem Versagen und führt dazu, dass sich ängstliche Spieler überhaupt erst trauen, sich auf das Spiel einzulassen. Besteht dagegen die Gefahr, mit einem Fehler sämtliche Punkte zu verlieren oder aussichtslos zurückzufallen, hemmt das die Spieler und schadet der Motivation. Erst auf den höheren Levels sollte das Risiko steigen. Denn Spieler, die bereits große Fertigkeiten erreicht haben, reagieren gelangweilt, wenn das Risiko – und damit die Herausforderung – dauerhaft zu gering bleibt (Kiili 2004).

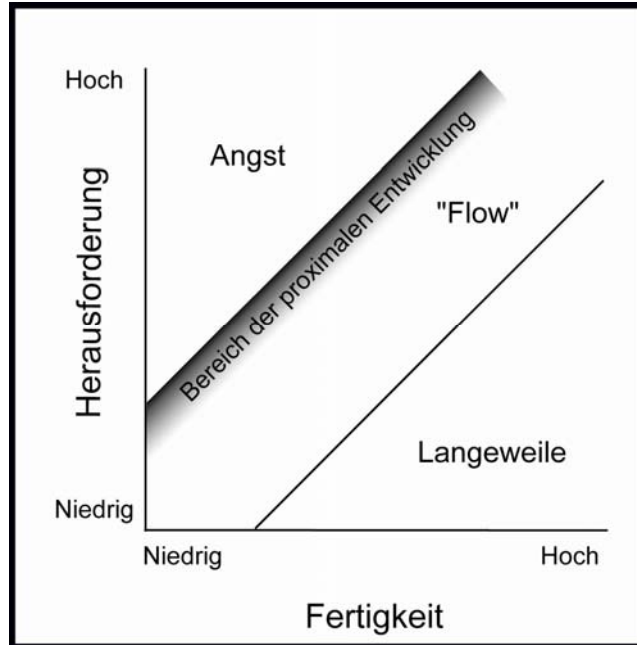


Abb. 1: Zusammenhang zwischen der Herausforderung eines Spiels und den Fertigkeiten eines Spielers (Quelle: Kiili (2004), S. 16)

## 7) Fertigkeiten im Zusammenhang üben

Für die Lösung von Problemen werden häufig bestimmte Fertigkeiten benötigt. Beispielsweise müssen mathematische Gesetze beherrscht werden, bevor Gleichungen gelöst werden können. Diese Fertigkeiten müssen häufig geübt werden, bevor sie die Lernenden beherrschen. Erst dann kann der nächste Schritt zur Erreichung des Ziels gegangen werden. Allerdings sinkt die Motivation, wenn bestimmte Fertigkeiten mit großen Wiederholungszahlen geübt werden sollen, ohne dass eine dahinter stehende Strategie erkennbar ist. Es ist wichtig, dass die Lernenden den Zusammenhang der Übungen mit dem auch von ihnen gewollten Ziel sehen.

## 3.3 Prinzipien, die das Verständnis fördern

Ein Vorteil von Spielen gegenüber dem klassischen Unterricht ist es, dass komplexe Sachverhalte besser dargestellt werden. Spiele sollten jedoch nicht nur durch ihre Aufmachung faszinieren, sondern auch das Verständnis fördern.

### 1) Systemdenken fördern

Spiele sollten insbesondere das Systemdenken fördern. Die Einzelschauplätze sollten in einem erkennbaren Zusammenhang mit dem großen Ziel des Spiels stehen. Die Lernenden sollten in der Lage sein, Gewichtungen vorzunehmen und Wechselwirkungen abzuschätzen. Gute Spiele verlangen von den Spielern auch planerische Überlegungen.

### 2) Erfahrungen machen lassen

Menschen lernen besser durch Erfahrungen als durch theoretische Erklärungen. Die eigene Anschauung ist häufig wichtiger als eine auswendig gelernte Definition. Gestalter von Spielen sollten sich dieses Erkenntnis zu Nutze machen und den Lernenden Erfahrungswelten öffnen. So können zu lernende Begriffe oder Konzepte mit konkreten Handlungen in Verbindung gebracht werden und

bleiben dadurch besser in Erinnerung. Statt durch eingebettete Lektionen oder Talking Heads sollte Wissen in Spielen durch Aktionen der Spieler erworben werden. Dieses Prinzip steht in enger Verbindung mit der Forderung nach Instruktionen an geeigneter Stelle (vergleiche 3.2). Außerdem ist es die Konsequenz aus der Erkenntnis, dass Menschen besser lernen, wenn sie etwas selbst ausgeführt haben, als wenn sie Wissen nur durch Hören oder Sehen vermittelt bekommen haben.

#### 4 Wie sollten „gute“ Lernspiele aussehen?

.....

Nachdem im vorigen Kapitel erörtert wurde, welche Qualitätsmerkmale ein gutes Computerspiel haben sollte, damit es als Spiel funktioniert, muss nun die Frage beantwortet werden: Wie müssen Computerspiele beschaffen sein, die einen hohen Lerneffekt haben und somit für die Lehre geeignet sind? Nicht zuletzt gilt es zu klären: Wie wirken sich lernorientierte Computerspiele auf das Lernergebnis aus?

Die Forschung ist sich bei der Beantwortung der letzten Frage noch uneinig. In der Literatur wird häufig auf die motivierende Wirkung von Spielen verwiesen (Oblinger, 2004, Gee 2005). Oblinger berichtet, dass die überwiegende Mehrheit (77 Prozent) der nach 1982 geborenen Jugendlichen in den USA zumindest gelegentlich Computerspiele nutzt und folglich positiv auf das Medium anspricht. Ältere Studien hingegen konnten keinen Vorteil von Computerspielen gegenüber herkömmlichem Unterricht nachweisen. Pierfy (1977) wertete die Ergebnisse von 21 Studien über die Effektivität von computerbasierten Trainingssimulationen aus. In drei Studien wurde eine höhere Effektivität der Computersimulationen nachgewiesen. In drei anderen Studien schnitt die Vergleichsgruppe, die herkömmlichen Unterricht genossen hatte, besser ab. In 15 Studien konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Der Schwerpunkt der Forschung liegt bei Trainingsspielen und Simulationen, in denen Fertigkeiten erworben werden sollen. Weniger Ergebnisse gibt es bezüglich anderer Lernziele, wie dem Erwerb von Fakten- oder Methodenwissen. White (1984) sowie Whitehall und McDonald (1993) wollen auch hierbei positive Wirkungen von Computerspielen beobachtet haben. Allerdings kommen neuere Studien teilweise auch zu anderen Ergebnissen.

Die widersprüchlichen Forschungsergebnisse mögen auch auf gewandelte Mediengewohnheiten zurückzuführen sein. Es gibt innerhalb der heutigen „Internet-Generation“ große Unterschiede bezogen auf die Nutzung von Computerspielen. Oblinger (2004) identifiziert vier Gruppen:

- Leidenschaftliche Spieler: Diese Gruppe macht etwa 15 Prozent aller Spieler aus. Sie suchen die Herausforderung und haben eine hohe Frustrationstoleranz. Bezogen auf Computerspiele haben sie eine hohe intrinsische Motivation.
- Möchtegern-Spieler (Wanna be's): Ebenfalls 15 Prozent gehören dieser Gruppe an, die sich dadurch auszeichnet, dass sie sich weitgehend mit den leidenschaftlichen Spielern identifiziert und die Nähe zur Szene sucht. Allerdings besitzen Möchtegern-Spieler eine deutlich geringere Frustrationstoleranz.
- Fun-Spieler: Diese – meist etwas älteren – Spieler sehen Computerspiele als eine von verschiedenen Möglichkeiten der Freizeitgestaltung an. Sie haben durchaus auch andere Interessen, bilden aber die Gruppe, die vergleichsweise viel Geld für Computerspiele ausgibt. Daher ist sie für die Industrie interessant. Fun-Spieler machen etwa 25 Prozent aller Computerspieler aus.

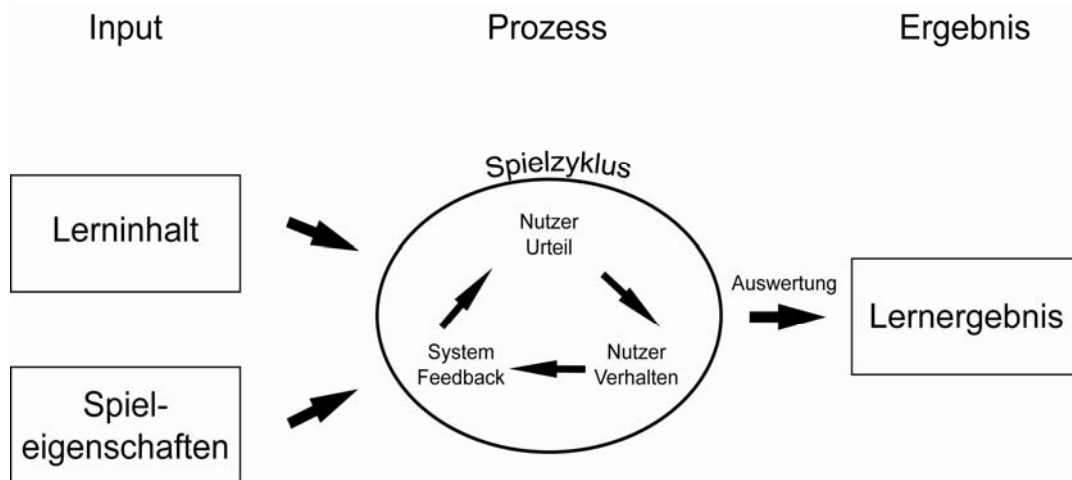


- Gelegenheitsspieler: Der größte Teil der Computerspieler nutzt das Medium, um Zeit totzuschlagen. Etwa 45 Prozent aller Spieler gehören zu dieser Gruppe.

Diese Einteilung macht deutlich: Nicht alle Jugendlichen sind gleichermaßen für Computerspiele zu begeistern. Folglich steht nicht zu erwarten, dass in der Lehre eingesetzte Spiele bei allen Lernenden die erhoffte motivierende Wirkung entfalten.

#### 4.1 Ein Modell für die Beschreibung von Spielen in der Lehre

Aus der großen Differenzierung der Spielergruppen folgt, dass an die Gestaltung von Lernspielen hohe Anforderungen zu stellen sind, wenn diese Lernform Erfolg haben soll. Garris, Ahlers und Driskell (2002) stellen ein Modell vor, das das Lernen mit Spielen erklärt. Anders als bei herkömmlichem Unterricht, in dem einzelne Einheiten im Idealfall nur einmal durchlaufen werden, ist bei Spielen die Wiederholung charakteristisch. Der zentrale Bestandteil des Modells ist daher der Spielzyklus. Als Input fließen in das System die Charakteristik des Spiels und die Lerninhalte ein. Innerhalb der Zyklen verändern sich Einstellungen der Spieler wie Interesse, Lust oder Genuss des Spiels. In der Folge verändert sich das Verhalten der Spieler und damit auch das Feedback, das das Spiel gibt. Als Output gibt es schließlich ein Lernergebnis.



**Abb. 2: Modell zur Erklärung des Lernens mit Computerspielen**  
(Quelle: Garris, Ahlers und Driskell (2002), S. 445)

Dieses Modell verträgt sich mit moderneren didaktischen Theorien des Konstruktivismus. Darin wird dem lernenden Individuum im Rahmen von Lernprozessen eine zentrale und steuernde Rolle eingeräumt. Lernen findet demnach über die aktiven Konstruktionsprozesse des Individuums statt. Dies löst das Verständnis von Lernen als bloßes Reagieren auf die Darbietung von Inhalten und die damit verbundene Vorstellung einer möglichen Außensteuerung von Lernprozessen ab, wie sie charakteristisch für frühere didaktische Theorien war [[http://www.e-teaching.org/didaktik/theorie/didaktik\\_allg/](http://www.e-teaching.org/didaktik/theorie/didaktik_allg/)].

Ein weiterer Vorteil des Modells ist, dass es die wichtigsten in der Literatur genannten Strukturen in einer Darstellung vereint: Einige Autoren stellen die Charakteristik der Spiele und deren Features in den Vordergrund, andere orientieren sich an den Reaktionen der Nutzer auf das Spiel und wieder Andere benutzen den Lernerfolg als Raster.

## 4.2 Zentrale Dimensionen von Lernspielen

In der Literatur finden sich zahlreiche unterschiedliche Definitionen des Begriffs Spiel. Einige Autoren sehen ganz einfach Herausforderung und Risiko als zentrale Bestandteile. Andere zählen weitere Charakteristiken auf. Garris, Ahlers und Driskell (2002) nennen als Ergebnis einer Literaturrecherche sechs zentrale Dimensionen, mit denen sich insbesondere Computer-Lernspiele analysieren lassen. Dies sind:

- 1) **Fantasie:** Zu dieser Dimension zählen die Umgebung, die Handlung und die auftretenden Charaktere. Da es zur Charakteristik von Spielen gehört, dass Spielhandlungen keine Auswirkungen auf die reale Welt haben, muss sich das Spiel in Fantasiewelten abspielen. Die Fantasie ermöglicht es den Spielern, Dinge aus unterschiedlichen Perspektiven zu sehen, verschiedene Rollen anzunehmen und sich mit fiktionalen Rollen oder Personen zu identifizieren.
- 2) **Regeln und Ziele des Spiels:** insbesondere die Klarheit der Regeln und ein Feedback bezüglich des erreichten Fortschritts in Hinblick auf die Zielerreichung sind wichtige Kennzeichen didaktisch sinnvoller Spiele.
- 3) **Sensorische Reize:** Hiermit werden visuelle und auditive Reize beschrieben, die zum Spiel gehören. Erst sie ermöglichen beziehungsweise intensivieren die *Interaktivität* eines Spiels. Ein hohes Maß an *Interaktivität* ist wichtig für den Erfolg eines Spiels.
- 4) **Herausforderung und Risiko:** Die Herausforderung steht im Zusammenhang mit dem Risiko. Angestrebt wird ein optimaler Schwierigkeitsgrad, der für jeden Spieler individuell angepasst werden kann.
- 5) **Neugier:** Spiele enthalten Rätsel. Eine starke Triebkraft des Menschen ist seine Neugier. Neugier entsteht, wenn Dinge neu oder zunächst nicht erklärbar sind oder wenn unerwartete Effekte auftreten. Allerdings entsteht aus Neugier schnell Frust, wenn Spieler keine Möglichkeit haben, ihre Neugier zu befriedigen. Die Rätsel oder Geheimnisse, die ein Spiel birgt, sollten daher auf die jeweiligen Spieler abgestimmt sein. Dies ist wiederum am besten durch unterschiedliche Level zu verwirklichen, die ein Spieler erreichen kann.
- 6) **Kontrolle:** Lernende sollten eine aktive Rolle haben, was die Ausübung von Kontrolle erfordert.

Neben den objektiven Aspekten, die im Spiel selbst zu finden sind, gibt es auch subjektive Empfindungen der Spieler, die dem Spiel zugeschrieben werden können. Indem Modell von Garris, Ahlers und Driskell (2002) werden unterschiedliche Arten von Nutzerurteilen über Spiele beschrieben. Diese betreffen die vier folgenden Dimensionen:

- 1) **Interesse:** Die eigentliche Motivation für den Einsatz von Spielen im Unterricht ist das höhere Interesse, das die Lernenden den Computerspielen im Vergleich zum herkömmlichen Unterricht entgegenbringen. Ein Spiel, das kein Interesse weckt, ist schlechter als der klassische Unterricht!
- 2) **Spaß:** Spaß oder Genuss bereitet ein Spiel dann, wenn die Herausforderung des Spiels gut bewältigt werden kann. Dies ist der Fall, wenn das Schwierigkeitsniveau besonders gut an die jeweiligen Fertigkeiten angepasst ist. Allerdings konnten Ricci et al. (1996) in einer Studie über den Einsatz militärischer Trainingsspiele keine Korrelation zwischen einem hohen Maß an Spaß und dem Lernerfolg nachweisen.

3) Engagement: Mit Engagement wird beschrieben, inwieweit Spieler in dem Spiel „aufgehen“. Das heißt, inwieweit sie ihre Umgebung oder andere Interessen, die sie auch haben, vergessen. Faktoren, die sich positiv auf das Engagement auswirken, sind: 1) Das Maß an Kontrolle und Einflussmöglichkeiten auf den Verlauf, die ein Spiel bieten. 2) Die visuelle, akustische und möglicherweise taktile Präsentation des Spiels (sensorische Reize). Das umfasst sowohl den Umfang der angebotenen Reize als auch ihre Qualität. Zum Beispiel wirkt sich eine besonders detailgetreue graphische Darstellung positiv auf das Engagement der Spieler aus. 3) Ablenkungsfaktoren. Hier ergibt sich eine Parallele zum klassischen Unterricht: Je größer die Abgeschiedenheit des Unterrichtsraums, umso geringer ist die Ablenkung durch äußere Einflüsse.

4) Sicherheit: Spieler beurteilen ein Spiel nur dann positiv, wenn sie es in einer angstfreien Atmosphäre spielen können. Wichtig dafür ist in erster Linie, dass Handlungen im Spiel keine negativen Auswirkungen auf die reale Welt haben.

Damit sind die wichtigsten Elemente des Modells von Garris, Ahlers und Driskell (2002) beschrieben. Dieses Werkzeug erlaubt es, Spiele anhand der genannten Kriterien und Dimensionen zu charakterisieren. Im Folgenden soll ein Blick auf gegenwärtige Entwicklungen im Bereich der Lernspiele geworfen werden.

## 5 Produkte – Lernsoftware

.....

Die wenigsten auf dem Markt erhältlichen Videospiele eignen sich für den Einsatz in der Lehre. Vielmehr müssen sich Lehrende, die Spiele für den Unterricht nutzen wollen, selbst Gedanken über sinnvolle Spiel-Szenarien machen. Möglicherweise müssen sie selbst Autoren von Computerspielen werden. Dabei bieten mittlerweile Werkzeuge Unterstützung. Es gibt jedoch auch Produkte, die speziell für die Lehre entwickelt wurden. Im Forschungsnetzwerk Ini-GraphicsNet (<http://www.inigraphics.net>) sind zahlreiche Forschungseinrichtungen und Institutionen zusammengeschlossen, die auf dem Gebiet der digitalen Medien und Kommunikationsformen arbeiten. Im Folgenden werden einige der Projekte dieses Netzwerks vorgestellt.

### 5.1 Inscape – Storytelling Werkzeuge

Im Rahmen des 2004 gestarteten EU-Forschungsprojekts Inscape wird bis 2006 eine Plattform entwickelt, die es Autoren ermöglicht, verschiedene Arten von Geschichten als Grundlage von Edutainment Anwendungen zu schreiben. Die Plattform ist so niedrighschwellig konzipiert, dass nicht nur professionelle Autoren in die Lage versetzt werden, mit Hilfe einer ganzen Sammlung von Autorenwerkzeugen Szenarien für unterschiedliche Genres zu schreiben. Neben Stories für Spiele und Edutainment Anwendungen können damit auch Stories für Film und Fernsehen, Marketing, Wissenschaft, Industrie sowie Animation und Comics entworfen werden.

Das Herzstück der Inscape Plattform ist die Story Engine. Sie wird am Darmstädter Zentrum für Graphische Datenverarbeitung (ZGDV) entwickelt. Die Webseite des Inscape Projekts ist erreichbar unter: <http://www.inscapers.com/index.html>.

### 5.2 Virtual-Human Story-Editoren

Zentraler Bestandteil vieler Lernspiele sind virtuelle Charaktere, die als persönliche Dialogpartner oder Tutoren auftreten. Deren Entwicklung stellt nicht nur hohe Ansprüche an die

Computergraphik, sondern auch an die Drehbücher. Deren Komplexität wird durch das hohe Maß an angestrebter *Interaktivität* sehr groß. Gleichzeitig sollen Autoren ohne lange Einarbeitungszeit in die Lage versetzt werden, Geschichten zu erfinden.

Am Fraunhofer Institut für Graphische Datenverarbeitung in Rostock wird ein Virtual-Human Story Editor entwickelt, der auf einem hierarchischen dreischichtigen Modell basiert. Die Story wird dabei in Szenen, Aktionen und Handlungen zerlegt.

Folgende Webseiten bieten mehr Informationen über das Projekt:

[http://www.igd-r.fraunhofer.de/IGD/Abteilungen/AR4/Projekte\\_AR4/VirtualHuman](http://www.igd-r.fraunhofer.de/IGD/Abteilungen/AR4/Projekte_AR4/VirtualHuman)

<http://www.virtual-human.org>

### 5.3 Simulationen

Die Faszination von Computerspielen rührt häufig von ihren nahezu perfekten Grafiken und *Simulationen* komplexer Umgebungen her. Daher bieten sich *Simulationen* auch für die Lehre an. Es gibt einige Beispiele dafür, die im Folgenden kurz dargestellt werden sollen:

Virtuelles Aquarium: Das Centre for Advanced Media Technology (CAMTech, <http://www.camtech.ntu.edu.sg>) hat ein virtuelles Aquarium als Echtzeit-Edutainment-Applikation entwickelt. Mehrere Fischarten werden darin in einer realistischen Unterwasserwelt lebensecht simuliert. Die einzelnen Fische agieren als eigenständige Individuen, die auf Objekte innerhalb ihres Sichtfeldes reagieren. Die Arten haben unterschiedliche Verhaltensmuster. Darüber hinaus gibt es auch individuelle Eigenheiten. Das Verhalten der einzelnen Fische – zum Beispiel Kollisionsvermeidung, Jagen und Flüchten – ist also durch ihre Art, individuelle Muster und die jeweilige Situation festgelegt.

Die Graphik der Simulation ist sehr aufwändig gestaltet: Die Fische bewegen sich in ihrer Umgebung, in der es Steine, Pflanzen oder Korallen gibt, sehr realistisch. Sogar Schatteneffekte werden simuliert. Zum Unterrichtsmedium wird die Simulation dadurch, dass die Spieler sich frei im Aquarium bewegen können, über alle Fische und Pflanzen Informationen sammeln können, Fische füttern und Lernspiele spielen können.

Eine weitere Unterwassersimulation wurde an der imedia academy entwickelt (<http://www.imedia-academy.org>). Es handelt sich dabei um eine Simulation der Tiefsee für Museumszwecke. In Wassertiefen von 4000 Metern kann sich aufgrund der extremen Druckverhältnisse weder der Mensch längere Zeit aufhalten, noch kann die dortige Tierwelt in Aquarien präsentiert werden. Ausweg ist hier die Simulation.



Abb. 3: Ein virtuelles Aquarium als Beispiel einer Simulation (Quelle: <http://www.imedia-academy.org>)

## 5.4 Benutzerschnittstellen

Eine zentrale Frage in der Forschung über Computerspiele ist die nach der emotionalen Wirkung auf die Spieler. Am Fraunhofer Institut für Graphische Datenverarbeitung in Rostock wurde eine Version des Computer-Puzzlespiels Tetris entwickelt – Emotetris –, mit der gezielt Emotionen induziert werden können. So kann während des Spiels beispielsweise die Spielstandsanzeige manipuliert werden oder die Spieler können mit neuen – schwer zu kontrollierenden – Steinen konfrontiert werden. Subjektive Daten werden alle 100 Sekunden mittels Online-Fragebogen abgefragt. Gleichzeitig werden physiologische Daten der Probanden und die Zustandsvariablen des Spiels aufgezeichnet, so dass dessen Verlauf nachvollziehbar bleibt.

Motivation ist es, herauszufinden, welche Elemente eines Spiels positive Emotionen hervorrufen und wie diese identifiziert werden. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen später gezielt in die Gestaltung von Arbeitsumgebungen einfließen.

Emotetris ist ein Basisinstrument für das Design von spielebasierten und anwenderfreundlichen Benutzungsschnittstellen. Eine Testversion wird als ausführbare Datei für eigene Versuche im *Internet* zur Verfügung gestellt:

[http://www.igd-r.fraunhofer.de/IGD/Abteilungen/AR2/Projekte\\_AR2/EmoTetris/index.html](http://www.igd-r.fraunhofer.de/IGD/Abteilungen/AR2/Projekte_AR2/EmoTetris/index.html)

## 5.5 Weitere Links zu praktischen Beispielen

Das Oldenburger Forschungs- und Entwicklungsinstitut für Informatik-Werkzeuge und -Systeme (OFFIS) hat virtuelle Labore im Bereich Gentechnik und Biologie entwickelt. Sie enthalten Prozess- und Laborsimulationen. Das mittlerweile zur Marktreife weiter entwickelte Gentechnik-Labor wurde mit dem Publikumspreis des Medida-Prix 2002 ausgezeichnet: <http://www.virtuelle-labore.de>

Die Firma BrainGame hat verschiedene Edutainmentsspiele zu unterschiedlichen Fächern veröffentlicht. Beispiele aus den Bereichen Musik und Physik sind „Opera-Fatal“ und „Physicus – die Rückkehr“: <http://www.opera-fatal.de> und <http://www.physicus-return.de>.

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

.....

Es wächst eine Generation von Studierenden heran, die zum großen Teil mit Computerspielen aufgewachsen ist und die den Computer nahezu intuitiv benutzt. Computerspiele gewinnen vor diesem Hintergrund eine zunehmende Bedeutung für die Lehre. Besonders ihre motivierende und aktivierende Wirkung versprechen Vorteile gegenüber klassischem Unterricht.

Allerdings können auch innerhalb der „Internet-Generation“ große Unterschiede in Bezug auf die Mediennutzung festgestellt werden. Nur etwa 30 Prozent der Jugendlichen in den USA sind leidenschaftliche Computerspieler oder so genannte „Wanna be´s“, Spieler die sich stark für die Szene interessieren, ohne in jeglicher Hinsicht dazu zu gehören. Der größte Teil der Jugendlichen sieht Computerspiele als eine von verschiedenen Möglichkeiten der Freizeitgestaltung, von der sie Gebrauch machen, wenn ein Spiel attraktiv ist.

Computerspiele für die Lehre sollten daher einerseits didaktisch sinnvoll konzipiert sein. Andererseits sollten sie alle Kriterien guter Computerspiele erfüllen, um die erhoffte motivierende Wirkung entfalten zu können. Gute Spiele weisen folgende Kennzeichen auf:

- Sie eröffnen den Spielern Handlungsräume,
- sie vermitteln Kompetenzen zum Lösen von Problemen und
- sie fördern das Verständnis von komplexen Zusammenhängen.

Bei der Gestaltung von Lernspielen sind aus didaktischer Sicht folgende Regeln zu beachten:

- Fantasie der Spieler ansprechen,
- klare Regeln und Ziele vorgeben und Feedback zur Erfolgskontrolle geben,
- vielfältige und angemessene sensorische Reize bieten,
- Risiko/Herausforderung angemessen gestalten,
- die Neugier der Spieler wecken,
- den Spielern Kontrolle übertragen

Ob der Einsatz von Computerspielen in der Hochschullehre Sinn macht, hängt nicht zuletzt von dem angestrebten Lernziel ab. Beim Trainieren von Fertigkeiten haben sich Computerspiele bewährt. Sollen hingegen Faktenwissen oder Methodenkenntnisse vermittelt werden, muss der Einsatz von Computerspielen sorgfältig begründet werden.

## Literatur

.....

Garris, R., Ahlers, R., Driskell, J. E. (2002). Games, Motivation and Learning: Research and Practice Model. In: *Simulation & Gaming*, Newbury Park, Sage Publ.

Gee, J.P. (2003): *Learning by Design*. *E-Learning*, Volume 2, Number 1, 2005

Kiili, K. (2004). Digital Game-Based Learning: Towards an Experimental Gaming Model. *Internet and Higher Education* 8 (2005) S. 13-24

Oblinger, D.G. (2004). The Next Generation of Educational Engagement. In: *Journal of Interactive Media in Education*. [www-jime.open.ac.uk/2004/8](http://www-jime.open.ac.uk/2004/8)

- Pierfy, D.A. (1977). Comparative simulation game research. *Simulation & Games*, 8, S. 255-268
- Ricci et al. (1996). Ricci, K., Salas, E., Cannon-Bowers, J.A.. Do computer-based games facilitate knowledge-acquisition and retention? *Military psychology*, 8(4), 295-307.
- White, B. Y. (1984). Designing computer games to help physics students understanding Newton's laws of motion. *Cognition & Instruction*, 1, 69-108.
- Whitehall, B., McDonald, B. (1993). Improving learning persistence of military personnel by enhancing motivation in a technical training program. *Simulation & Gaming*, 24, 294-313.

## Glossar

.....

### **Chat(programm)**

Der Chat (Verb: chatten) ist eine textbasierte Kommunikation zwischen zwei oder mehreren Nutzern in Echtzeit. Viele *Internet*dienstleister und Netzwerke bieten die Möglichkeit zum Chat. Chat kann durch eine synchrone Audio- oder Videoübertragung ergänzt werden.

Anwendungsprogramme für die Durchführung von Chats über das *Internet* sind zum Beispiel ICQ, MIRC und MSN Messenger. Zu unterscheiden sind *Internet* Relay Programme (IRC), die über einen Server zur Verfügung stehen, und Instant Messenger Systeme, die bei den Chatteilnehmern clientseitig (>Client) installiert werden.

### **Computer Based Training (CBT)**

CBT bezeichnet eine Art des computerunterstützten Lernens. Die Lernenden durchschreiten Programme und damit verschiedene Lernschritte auf dem Computer (meistens über den Einsatz von CD-Rom). Bisher wird CBT vorwiegend zum Erlernen von Computer-Anwendungen, Sprachen, in Kinderlernprogrammen oder der betrieblichen Weiterbildung eingesetzt.

### **Didaktische Reduktion**

Bei der Didaktischen Reduktion handelt es sich um eine qualitative und quantitative Beschränkung des Lernstoffes auf die wesentlichen Elemente. Ziel der Reduktion ist es, Sachverhalte überschaubar und begreifbar darzustellen.

### **Interaktivität**

Interaktivität in Bezug auf Computersysteme beschreibt die Eigenschaften von Software, dem Benutzer verschiedene Eingriffs- und Steuermöglichkeiten zu eröffnen. Mit der Idee der Interaktivität ist im Zusammenhang mit digitalen Medien außerdem die wechselseitige Kommunikation von Sender und Empfänger gemeint: ein "Empfänger" kann zum "Sender" werden und umgekehrt.

### **Internet**

Das Internet ist ein globales Computernetzwerk, in dem Rechner über das Internet-Protokoll (IP) miteinander kommunizieren. Es ist durch seine dezentrale Struktur sehr ausfallsicher. Die Entstehung des Internet geht auf das amerikanische ARPA-Net zurück. Im Internet stehen dem Benutzer unter anderem folgende Dienste zur Verfügung: E-Mail, FTP (File Transfer Protocol), Chat, Newsgroups und das World Wide Web.

### **Simulation**

Eine Simulation ist eine mediale Nachstellung realer Zusammenhänge. Siehe dazu Virtuelle Realität.

### Virtuelle Realität

Als Virtuelle Realitäten werden durch Computertechnologie simulierte Modelle der Wirklichkeit, die im Gegensatz zu traditionellen künstlichen Wirklichkeiten (z. B. im Film) interaktiv sind, bezeichnet. Der Benutzer kann in den Programmablauf eingreifen und diesen verändern. Die virtuelle Realität wird in zahlreichen Anwendungen in Industrie und Technik eingesetzt, etwa bei Flugsimulatoren, der computergestützten Architektur oder bei der *Simulation* von chemischen Reaktionen.

Der Autor:



Prof. Dr. Stephan Schwan

Internet: <http://www.iwm-kmrc.de/ssc.html>

e-mail: [s.schwan@iwm-kmrc.de](mailto:s.schwan@iwm-kmrc.de)

Prof. Dr. Stephan Schwan, Diplom in Psychologie 1988, Promotion Dr. rer. soc. 1992, Habilitation 2000 in Tübingen. Tätigkeiten am Psychologischen Institut der Universität Tübingen und am Deutschen Institut für Fernstudienforschung (DIFF); 2002 bis 2004 Professor für E-Learning und Leiter der Abteilung für Sozial- und Organisationspsychologie an der Johannes Kepler Universität Linz. Seit 2004 Professor für Lehr-Lern-Forschung und Leiter der Arbeitsgruppe „Wissenserwerb mit Cybermedien“ am Institut für Wissensmedien (IWM) in Tübingen. 2001 bis 2003 Sprecher der Fachgruppe Medienpsychologie der Deutschen Gesellschaft für Psychologie. Aktuelle Forschungsschwerpunkte: Kognitive Verarbeitung dynamischer Bildmedien, Lernen in virtuellen Realitäten, Wissenserwerb in Museen und Ausstellungen.