

Inhaltsverzeichnis

1. Geschichte der Psychologie.....	2
1.1. Allgemeines.....	2
1.2. Behaviorismus.....	3
1.3. Alternative Ansätze.....	5
1.3.1. Schematheorie.....	5
1.3.2. Gestaltpsychologie.....	5
1.3.3. Die Entwicklungspsychologie Piagets.....	6
2. Kognitive Psychologie/ Human Computer Interaction.....	8
2.1. Kognitive Psychologie/Kognitionswissenschaft.....	8
2.1.1. Entwicklungen, die die Herausbildung der Kognitionswissenschaft förderten.....	9
2.1.2. Grundannahmen der Kognitionswissenschaft.....	10
2.1.3. Kognitive Psychologie.....	10
2.2. Human-Computer Interaction.....	15
2.2.1. Was ist HCI?.....	15
2.2.2. Gesellschaftlicher und sozialer Anwendungskontext.....	16
2.2.3. Grundprinzipien der HCI.....	17
2.2.4. Direkte Manipulation.....	18
3. Lerntheorien.....	19
3.1. Ausubel – bedeutungshafte Lernen (Kognitivismus).....	20
3.2. Bruner – entdeckendes Lernen (Kognitivismus).....	21
3.3. Distributed Cognition.....	22
3.4. Instructional Design (ID).....	25
3.5. Konstruktivistische Lerntheorien.....	26
4. Distance Education/E-Learning.....	28
4.1. Anwendungsbeispiel Ecodesign.....	30
4.2. Forschung zu Distance Education.....	32
4.3. Game-based Learning.....	33

1. Geschichte der Psychologie

In diesem Kapitel sollen kurz Themen aus der Psychologie behandelt werden, die für InformatikerInnen von Bedeutung sein können. Insbesondere werden Themen aus der Lernpsychologie dargestellt.

Kognitive Psychologie ist eine Strömung der Psychologie, in der es vor allem um menschliche Erkenntnis geht. Aspekte der Motivation und des Gefühlslebens spielen nur eine untergeordnete Rolle. Die Kognitive Psychologie ist eine wichtige Grundlage für das Gebiet der **Human-Computer Interaction**, bei dem es um die Gestaltung der Schnittstelle zwischen Mensch und Computer geht (siehe auch weiter unten).

1.1. Allgemeines

Die Psychologie ist hauptsächlich aus der Philosophie und aus der Physiologie entstanden. Im Rahmen der Philosophie spielen vor allem zwei Strömungen für die in der Vorlesung behandelten Themen eine Rolle – der Rationalismus und der Empirismus.

Empirismus: Name für eine Klasse von erkenntnistheoretischen Lehren, die die methodisch allein in Beobachtung, Messung und Experiment gegründete Erfahrung mit Erkenntnis überhaupt gleichsetzen. Der Empirismus betont zwar richtig, dass die Erkenntnis mit der Erfahrung anhebt, dass die Empfindung die einzige Quelle unserer Erkenntnis ist. Indem er jedoch einseitig die sinnliche Stufe der Erkenntnis mit Erkenntnis überhaupt gleichsetzt, vernachlässigt er deren rationale Stufe, ohne die Erkenntnis unmöglich ist.

Rationalismus: Name für eine erkenntnistheoretische Richtung, die die rationale Stufe der Erkenntnis verabsolutiert und dergestalt davon ausgeht, dass nur das Denken (die Vernunft) die Wahrheit finden kann (Descartes: Ich denke, also bin ich). Das Kriterium der Wahrheit sucht der Rationalismus ebenfalls nur im Denken. Die sinnliche Stufe der Erkenntnis wird von ihm als trügerisch und verworren, zu eigentlicher Erkenntnis untauglich verworfen. Der Rationalismus steht im Gegensatz zum Empirismus. Der Rationalismus ist eine der Grundlagen der Kognitiven Psychologie und der Kognitionswissenschaft (der Wissenschaft von der menschlichen und der maschinellen Erkenntnis). Er beruht auf einer Trennung von Körper und Geist. Die Vorstellung eines künstlich intelligenten Systems, das „auf einem Computer läuft“ statt im Kopf, ist nur möglich, wenn Körper und Geist als voneinander getrennt angesehen werden können.

Der Empirismus ist die Voraussetzung für den **Assoziationismus** und daher auch für den **Behaviorismus**. Zentral für den Empirismus ist die große Bedeutung der Sinneseindrücke. Diese Sinneseindrücke sind prinzipiell atomar. Komplexere Vorstellungen werden daher aus atomaren Sinneseindrücken zusammen gesetzt. Das geschieht hauptsächlich durch zeitliche und räumliche Nähe (Kontiguität). Die Lerntheorie des Behaviorismus beruht daher wesentlich auf der mehr oder weniger gleichzeitigen Präsentation von Reizen. Inhaltliche Ähnlichkeit oder andere inhaltliche Aspekte spielen für das Lernen im Behaviorismus keine Rolle.

Philosophische Themen erscheinen oft als sehr abstrakt und theoretisch. In vielen Bereichen lässt sich aber zeigen, dass sehr alltägliche Probleme damit zusammen hängen. Der Behaviorismus meint z.B., dass inhaltliche Aspekte für das Lernen keine wesentliche Rolle spielen. Das hängt mit seiner philosophischen Grundausrichtung zusammen.

Wilhelm Wundt

Die Psychologie wurde gegen Ende des 19. Jhdts begründet. Wichtig ist hier, dass die Begründer der Psychologie zeigen konnten, dass diese wissenschaftliche Disziplin nach Gegenstand und Methode einzigartig ist. Wilhelm Wundt (Begründer der Psychologie als eigenständige Disziplin) argumentierte, dass die Psychologie die durch Introspektion erfassbaren menschlichen Bewusstseinszuständen untersucht.

Bewusstsein war hier ein sehr enger Begriff. Das Unbewusste (also aktiv verdrängte Inhalte), wie es Freud definierte, war grundsätzlich ausgeschlossen. Automatisierte oder halb-bewusste Aktivitäten (wie etwa beim Auto fahren) spielten keine wesentliche Rolle. Methodisch orientierte sich die Psychologie an den Naturwissenschaften, insbesondere an der Physik.

Auch heute ist ein experimenteller Ansatz die Grundlage für weite Bereiche der Psychologie.

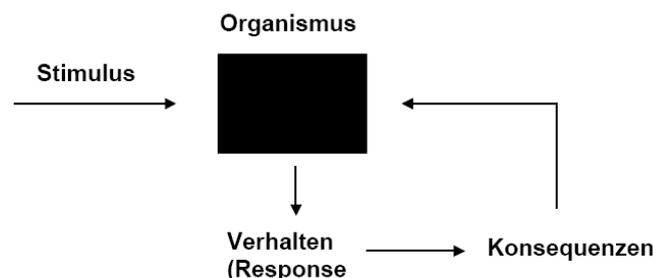
Das ist allerdings problematisch, da sich Menschen als Untersuchungsgegenstand wesentlich von unbelebten Gegenständen unterscheiden. Es lässt sich z.B. zeigen, dass Menschen Theorien darüber aufstellen, was ExperimentatorInnen von ihnen wollen. Das verfälscht in der Regel die Untersuchungsergebnisse. Derartige Phänomene sind natürlich bei unbelebten Gegenständen nicht beobachtbar. Außerdem sind soziale und psychische Phänomene meistens wesentlich komplexer als die von der klassischen Physik untersuchten Gegenstandsbereiche.

Unabhängige Variablen und ihr Einfluss auf die abhängigen Variablen lassen sich daher nur schwer von anderen wirksamen Faktoren isolieren.

Für Wundt war eine wesentliche Methode die **Introspektion**. Bei dieser Methode blicken Versuchspersonen quasi in sich hinein und teilen den VersuchsleiterInnen dann ihre Eindrücke und Erfahrungen mit. Diese Methode spielt in der Untersuchung der Usability (Benutzbarkeit) von Computerprogrammen eine große Rolle. Sehr häufig wird man Testpersonen fragen, ob sie ein Computerprogramm leicht oder schwierig finden und welche Probleme sie damit haben. Diese Methode kann wichtige Erkenntnisse bringen. Manchmal kann sie allerdings auch in die Irre führen. Im Experiment mit den zwei Seilen kann gezeigt werden, dass Menschen oft über ihre eigenen Bewusstseinsprozesse keine Auskunft geben können.

1.2. Behaviorismus

Der Behaviorismus entstand am Beginn des 20. Jhdts. Oft wird die Meinung vertreten, dass das wesentlichste Merkmal des Behaviorismus darin besteht, dass Menschen durch Belohnung und Bestrafung lernen. Das ist eine verkürzte Darstellung. Das wesentlichste Merkmal des Behaviorismus ist eher, dass die Inhalte des Bewusstseins nicht berücksichtigt werden. Das Gehirn ist eine „black box“, in die WissenschaftlerInnen nicht hinein sehen können. Für die Behavioristen spielte die Orientierung an der Physik eine große Rolle.



Sie wollten daher nur Dinge untersuchen, die man tatsächlich unmittelbar mit den eigenen Augen sehen konnte. Gedanken kann man aber nicht beobachten, daher argumentierten die Behavioristen, dass eine Beschäftigung damit unwissenschaftlich sei. Für die Behavioristen spielen daher nur beobachtbare Reize und die beobachtbaren Reaktionen der Menschen auf diese Reize eine Rolle. Sie wollen Gesetze aufstellen, wie diese Reize und Reaktionen zusammen hängen. Wenn z.B. ein bestimmtes Verhalten oft bekräftigt wird, wird dieses Verhalten gelernt und immer wieder ausgeführt (Konditionierung). Da Bewusstseinsinhalte für die Behavioristen belanglos sind, sehen sie keine Unterschiede zwischen Tier und Mensch und übertragen Ergebnisse aus Tierversuchen umstandslos auf Menschen.

Chomsky

Die Behavioristen versuchten auch komplexes Verhalten (wie z.B. die Sprache) durch Konditionierung und ähnliche Mechanismen zu erklären. LinguistInnen (wie etwa Chomsky) kritisierten diesen Ansatz. Sie meinen, dass Sprache nicht durch Lernen durch Assoziationen gelernt werden könne, da sie unendlich vielfältig sei. Chomsky stellte fest, dass Sprache eine innere Struktur (Grammatik) hat, die von Kindern begriffen werden muss, damit sie grammatikalisch richtige Sätze formulieren können. Wenn sie diese Struktur begriffen haben, können sie eine unendlich vielfältige Anzahl von korrekten Sätzen formulieren. Das Lernen über Assoziationen ist dagegen grundsätzlich beschränkt (man kann nicht jede möglichen Satzkonstruktion durch Assoziationslernen erwerben).

Der Behaviorismus ist die Grundlage für den **programmierten Unterricht**, der in den 70er Jahren des 20. Jhdts aufkam. Beim programmierten Unterricht wird der Stoff in ganz kleine (atomare) Einheiten zerlegt. Korrekte gelernte Aussagen werden belohnt, falsche Aussagen bestraft. Einheiten müssen so oft durchlaufen werden, bis sie korrekt wiedergegeben werden können. Der programmierte Unterricht hat sich nicht durchgesetzt, da er außerordentlich langweilig ist. Motivation spielt allerdings in der Lerntheorie des Behaviorismus keine Rolle, da es sich auch hier um etwas handelt, das sich nicht direkt beobachten lässt.

Um 1945 herum begann sich **Kritik am Behaviorismus** zu regen. Im Behaviorismus spielen Versuche eine große Rolle, in denen Tiere (z.B. Ratten) ein Labyrinth durchqueren müssen, um Futter zu finden. Richtiges Verhalten ist dann gegeben, wenn die Ratten das Futter auf Anhieb finden und keine falsche Abzweigung nehmen. **Tolman** konnte zeigen, dass Ratten, die den Weg durch ein Labyrinth auf ihren 4 Füßen gelernt hatten, das Futter auch problemlos finden konnten, wenn sie durch das Labyrinth schwimmen mussten. Dieses Ergebnis ist vom Gesichtspunkt des gesunden Menschenverstands aus plausibel. Der Behaviorismus kann es allerdings nicht erklären, da für ihn nur beobachtbares Verhalten wesentlich ist. Das beobachtbare Verhalten des Schwimmens und des Gehens ist allerdings völlig unterschiedlich. Tolman argumentierte, dass Ratten ein inneres Modell haben, das ihnen sagt, wie das Labyrinth aufgebaut ist. Da für Behavioristen innere (geistige) Modelle nicht relevant sind, können sie dieses Ergebnis nicht begründen. Generell lässt sich sagen, dass der Behaviorismus durch den Verzicht der Betrachtung der Inhalte unseres Bewusstseins viele Phänomene nicht erklären kann und daher als Lerntheorie nicht sehr gut geeignet ist. Er wurde daher nach 1945 durch andere Lerntheorien abgelöst.

1.3. Alternative Ansätze

Der Behaviorismus war zwischen 1900 und 1945 die vorherrschende Theorie in der Psychologie, insbesondere im angelsächsischen Raum. Allerdings gab es auch andere

psychologische Strömungen, die andere Ansichten vertraten und auch heute noch sehr wesentlich sind (Schematheorie, Gestaltpsychologie, Entwicklungspsychologie Piagets).

1.3.1. Schematheorie

Die Schematheorie geht davon aus, dass wir neue Erfahrungen nur auf der Grundlage von bereits gemachten Erfahrungen interpretieren. **Bartlett** führte Experimente durch, in denen er zeigte, dass indianische Geistergeschichten von englischen Versuchspersonen, die diese nacherzählen mussten, systematisch verändert wurden und an ihre eigene, aus ihrem Kulturkreis stammende Erfahrung angepasst wurden. Das ist nur dadurch erklärbar, dass das Verständnis für Geschichten ein aktiver Prozess ist, in dem Interpretation eine große Rolle spielt. Im Behaviorismus ist Wahrnehmung passiv, und Interpretationsprozesse werden nicht untersucht, da es sich um nicht beobachtbare Phänomene des Bewusstseins handelt.

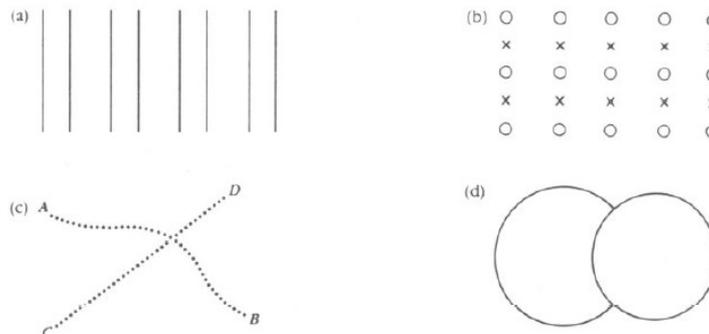
Die Schematheorie spielte später in der Forschung zur Künstlichen Intelligenz eine große Rolle.

1.3.2. Gestaltpsychologie

Die Gestaltpsychologie betrachtet Wahrnehmung als ganzheitlichen Vorgang (im Gegensatz zum Behaviorismus, der einen atomistischen Ansatz hat). Das Ganze ist für die Gestaltpsychologie mehr als die Summe ihrer Teile. Das ist z.B. bei Melodien erkennbar. Aus denselben Tönen kann man eine unendliche Anzahl unterschiedlicher Melodien komponieren.

Die Schönheit einer Melodie ergibt sich aus der Struktur der Komposition und nicht daraus, welche Töne im Einzelnen verwendet wurden.

Die Gestalt eines Wahrnehmungsobjekts beeinflusst, wie dessen einzelne Elemente gesehen werden.



Die GestaltpsychologInnen konnten eine Anzahl von Gestaltgesetzen identifizieren, die für die menschliche Wahrnehmung wesentlich sind. Menschen neigen z.B. in der Regel dazu, einfache geometrische Formen wahrzunehmen (Kreise, Gerade oder Linien usw. - Gesetz des glatten Verlaufs [c]) und nicht komplizierte Figuren (Gesetz der guten Gestalt [d]). Elemente, die einander ähnlich sind oder die nahe beieinander sind, werden als zusammengehörig betrachtet (Gesetz der Ähnlichkeit[b], Gesetz der Nähe[a]).

Auch Problemlösen ist für die GestaltpsychologInnen ein ganzheitlicher Prozess. Oft kann man ein Problem nicht in einzelne Stufen zerlegen, die unabhängig voneinander bearbeitet werden. Die Lösung kommt als plötzliche Einsicht. Als Beispiel werden hier oft die **Untersuchungen von Köhler** mit Affen angeführt. Köhler konnte zeigen, dass ein besonders intelligenter Affe durch das Zusammenstecken von zwei innen hohlen Stäben

eine Banane, die außerhalb seines Käfigs lag, zu sich heranziehen konnte. Der Prozess, in dem der Affe auf diese Lösung kam, kann nicht in einzelne Stufen zerlegt werden, bei denen der Affe Teillösungen entwickelt, sondern ist ein kontinuierlicher Prozess, bei dem am Ende eine plötzliche Einsicht gewonnen wird. Der Affe versucht zuerst, die Banane mit den Armen zu erreichen und dann mit den einzelnen Stöcken. Später spielt er relativ zufällig mit den Stöcken und kommt darauf, dass sie ineinander geschoben werden können. Wesentlich an diesem Vorgang ist, dass die Lösung erst gefunden werden kann, wenn alle Elemente des Prozesses in einer sinnvollen Struktur angeordnet sind. Erst wenn diese Struktur gefunden worden ist, ist eine Lösung möglich.

Die Gestaltpsychologie spielt heute beim Design von Interfaces eine große Rolle. Die Organisation von Bildschirmhalten in der Form von Fenstern hat sich z.B. deshalb so schnell durchgesetzt, da verschiedene Gestaltgesetze die Wahrnehmung von Fenstern unterstützen (Gesetz der guten Gestalt, Gesetz der Nähe, Gesetz der Ähnlichkeit). Die Beachtung von Gestaltgesetzen ist auch bei der Gestaltung von Lernsoftware von großer Bedeutung.

1.3.3. Die Entwicklungspsychologie Piagets

Jean Piaget ist einer der bedeutendsten Entwicklungspsychologen. Obwohl seine Ideen z.T. stark kritisiert werden, ist sein Einfluss auch heute noch sehr groß. Piaget war ursprünglich Biologe. Seine Ideen zur Entwicklungspsychologie sind vor diesem Hintergrund zu sehen. Er ging insbesondere davon aus, dass Kinder einen Entwicklungs- oder Reifungsprozess durchlaufen, der in gewisser Weise ähnlich dem Reifungsprozess einer Pflanze ist und wo sich auch in ähnlicher Weise Stadien feststellen lassen. Das Lernen von Kindern ist für Piaget anders als das Lernen von Erwachsenen, da Kinder auf bestimmten Entwicklungsstufen nur bestimmte Dinge begreifen und erlernen können. Piaget ist außerdem Konstruktivist.

Der Konstruktivismus ist eine erkenntnistheoretische Strömung, die davon ausgeht, dass wir die Welt nicht so wahrnehmen, wie sie ist. Zunächst klingt das paradox und widerspricht unserer subjektive Empfindung. Es gibt allerdings inzwischen wissenschaftliche Untersuchungen, die nahe legen, dass unsere Wahrnehmung die Welt in bestimmter Weise strukturiert. Im Auge des Froschs konnten z.B. Detektoren festgestellt werden, die besonders auf kleine dunkle fliegende Objekte reagieren (Fliegen – die Hauptnahrungsquelle von Fröschen). Überspitzt gesagt könnte man argumentieren, dass die Welt den Fröschen als voll von Fliegen erscheint. Das macht auch Sinn, da der Frosch dadurch besser überleben kann. Es ist also oft so, dass eine gewisse Verzerrung der Wahrnehmung für das Überleben einer Spezies vorteilhaft ist und dass eine objektive Wahrnehmung der Welt (Wahrnehmung der Welt „so, wie sie ist“) eher schädlich ist. Im Auge des Menschen gibt es z.B. einen Mechanismus, der Hell-Dunkel-Kontraste verstärkt. Dadurch fällt es uns leichter, Objekte wahrzunehmen, was für uns offensichtlich von großer Bedeutung ist (dunkles Raubtier als spezifisches Objekt vor hellem Hintergrund).

Wahrnehmung ist für die KonstruktivistInnen ein aktiver Prozess, da jeweils von einem Subjekt etwas zur Wahrnehmung hinzugefügt wird (z.B. Kanten) bzw. Wissensstrukturen gemäß den jeweils eigenen Interessen konstruiert werden. Piaget geht davon aus, dass Kinder von Natur aus neugierig sind und aktiv nach Erkenntnis streben.

Piaget definiert **4 verschiedenen Entwicklungsstufen:**

Sensumotorische Stufe: (0 – 2 Jahre)

Kinder sind zunächst einmal sehr stark im Hier und Jetzt verankert. Ganz kleine Kinder sind z.B. nicht in der Lage zu erkennen, dass ein Objekt wie etwa ein Teddybär derselbe ist, wenn ihn Erwachsene hinter dem Rücken verstecken und wieder herzeigen. Sie glauben, dass es sich jeweils um ein neues Objekt handelt. Kinder müssen also Objektkonstanz lernen. Geistige Operationen werden ebenfalls zuerst konkret und anschaulich ausgeführt und erst später auf einer abstrakter Ebene. Das heißt, dass Kinder zunächst die Objekte, mit denen sie arbeiten, sehen müssen.

Präoperationale Stufe: (2 – 7 Jahre)

Kinder sind auch sehr stark auf sich selbst bezogen (Egozentrismus). Sie kategorisieren Objekte nach ihren ganz subjektiven Bedürfnissen (z.B. Objekte, mit denen sie spielen können und solche, mit denen sie nicht spielen können). Ihre geistigen Leistungen sind am Anfang ihrer Entwicklung noch einfach und auf eine einzige Dimension beschränkt. Sie können nicht zwei Dimensionen gleichzeitig variieren. Zwei Dimensionen (Anzahl der Würfel, Abstand zwischen den Würfeln) führen oft zu fehlerhaften Lösungen.

Konkret-operationale Stufe: (7 – 11 Jahre)

In dieser Stufe haben Kinder den Egozentrismus und das eindimensionale Denken überwunden. Durch Internalisierung (d.h. die Objekte müssen nicht mehr physisch anwesend sein, damit sie damit operieren) erweitern sie ihre logisch-mathematischen Operationen. Bsp. Transitives Schließen: Franz ist größer als Fritz, Fritz ist größer als Hans.

Formal-operationale Stufe: (ab 11 Jahren)

Auf der höchsten Stufe können Kinder dann komplexe abstrakte Operationen ausführen und systematisch Hypothesen bilden, die sie in organisierter Form untersuchen. Beispiel: Mischen von Flüssigkeiten Kinder mussten Flüssigkeiten aus 4 Krügen so mischen, dass eine Flüssigkeit mit einer gelben Farbe entsteht. Kinder, die jünger als 11 Jahre sind, gehen unsystematisch an diese Aufgabe heran. Sie mischen oft Chemikalien, die sie bereits vorher gemischt hatten. Sie mischen entweder nur 2 oder alle 4 Chemikalien, selten 3. Kinder auf der formal-operationalen Stufen haben eine wesentlich systematischere Vorgehensweise.

Die **3 Aspekte des Entwicklungsprozesses** sind:

1. Assimilation

Assimilation findet dann statt, wenn Kinder neue Objekte und Ereignisse mit der Hilfe von existierenden Erkenntnischemata zu erkennen versuchen.

Beispiel: Dinge in den Mund stecken, angreifen

2. Akkomodation

Man spricht von Akkomodation, wenn ein existierendes Erkenntnischema geändert werden muss, um eine neue Erfahrung zu verarbeiten (vor allem zwischen den Entwicklungsstufen)

3. Äquilibrium

Kinder streben nach einem "Gleichgewichtszustand" in ihren Erkenntnisprozessen. Insbesondere zwischen zwei Stufen ist dieser Gleichgewichtszustand gestört.

Piagets Theorie wurde häufig kritisiert. Trotzdem ist er einer der einflussreichsten Entwicklungspsychologen, die es gibt.

Kritik zu Piagets Theorie:

1. Stufenabfolge ist in jeder Kultur gleich; formale Operationen werden überall erreicht
 - nicht in allen Kulturen kann Stufe der formalen Operationen beobachtet werden
 - sogar in Industrieländern wird meistens nicht auf dem Niveau der formalen Operationen argumentiert
2. Es gibt einen qualitativen Unterschied zwischen den Stufen und Konsistenz innerhalb
 - Kinder können einzelne Dinge früher, als Piaget das angenommen hatte, und verhalten sich innerhalb einzelner Stufen nicht konsistent
3. Charakteristika einzelner Stufen sind immer beobachtbar und verschwinden völlig in neuer Stufe
 - auch ältere Kinder verhalten sich manchmal egozentrisch, und präoperationale Kinder verhalten sich nicht immer egozentrisch
4. Neue Stufen implizieren immer globale Restrukturierung
 - Denkvorgänge sind eher gegenstandsabhängig, nicht global

2. Kognitive Psychologie/ Human Computer Interaction

2.1. Kognitive Psychologie/Kognitionswissenschaft

Der Begriff Kognition bezieht sich auf die (menschliche) Erkenntnis. Kognitive Psychologie beschäftigt sich also hauptsächlich mit Aspekten menschlicher Erkenntnistätigkeit (z.B. Wahrnehmung, Problemlösen, Denken, Gedächtnis). Kognitionswissenschaft ist ein breiterer Begriff. Er umfasst alle diejenigen Wissenschaften, die sich mit menschlicher oder maschineller Erkenntnis befassen (z.B. auch Philosophie, Künstliche Intelligenz/Informatik, Linguistik,...).

Die Kognitionswissenschaft/Kognitive Psychologie ist unter anderem aus der Kritik am Behaviorismus entstanden. Wie oben erwähnt beschäftigt sich der Behaviorismus nur mit beobachtbarem Verhalten. Wahrnehmung, Problemlösen und Gedächtnis kann aber in der Regel nicht beobachtet werden (nur Aktivitäten, die ein Resultat von Wahrnehmungsprozessen oder Problemlösungsverhalten sind). Daher sind kognitive Aspekte kein Gegenstand des Behaviorismus. Wie schon oben erwähnt, führt das dazu, dass der Behaviorismus viele Phänomene des menschlichen Verhaltens nicht erklären kann. Die Kognitive Psychologie versucht, diesen Mangel zu überwinden.

2.1.1. Entwicklungen, die die Herausbildung der Kognitionswissenschaft förderten

Es gab in den 40er Jahren des 20. Jhdts mehrere Entwicklungen, die die Herausbildung der Kognitionswissenschaft förderten. Die **psychologische Arbeitsgestaltung** untersucht z.B., wie Bedienelemente von komplexen Maschinen/technischen Geräten beschaffen sein müssen, damit Menschen damit effizient umgehen können. Im 2. Weltkrieg ging es vor allem um die effiziente Gestaltung der Bedienelemente in Kampfflugzeugen, die es den Piloten ermöglichen sollten, in Extremsituationen rasch korrekte Entscheidungen treffen zu können.

Dazu müssen Bedienelemente intuitiv verständlich angeordnet sein. Eine ähnliche Problematik ergibt sich heute z.B. bei der Gestaltung der Schnittstelle zwischen Mensch und Technik in Kernkraftwerken. Aber natürlich müssen auch die Bedienelemente von einfacheren Maschinen vernünftig gestaltet sein, damit Menschen damit problemlos arbeiten können. Der Behaviorismus kann auf diese Problemstellungen keine Antworten

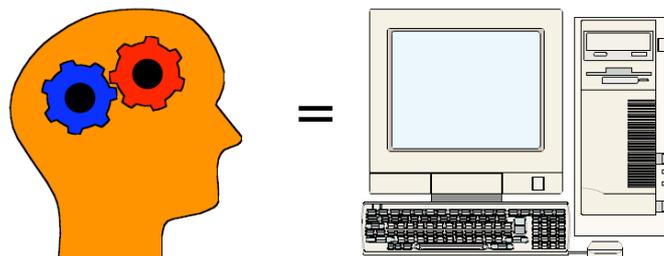
geben, weil es hier sehr stark um Erkenntnistätigkeiten des Menschen geht. Es war daher ein neuer Ansatz in der Psychologie notwendig.

Die **Informationstheorie von Shannon und Weaver** beschäftigt sich mit der Übertragung von Nachrichten in Kanälen mit begrenzter Kapazität und Störungen. Sie wurde insbesondere im Zusammenhang mit der Funktechnologie entwickelt. Ihr großes Verdienst im Zusammenhang mit der Kognitionswissenschaft ist die Einführung des Begriffs der Information, der ebenfalls für den Behaviorismus irrelevant ist (da Information nicht beobachtbar ist).

Der Beitrag der **Linguistik** zur Entwicklung der Kognitionswissenschaft wurde bereits oben geschildert (siehe Position von Chomsky zum Erwerb von Sprache). Die linguistischen Theorien von Chomsky gehen davon aus, dass bereits kleine Kinder ein umfangreiches Wissen über die (grammatikalische) Struktur der menschlichen Sprache besitzen, das nicht durch Assoziation erworben wurde sondern durch Verallgemeinerung und die Generierung von Regeln. Die Behavioristen bestreiten, dass das Wissen um derartige Strukturen ein legitimer Gegenstand wissenschaftlicher Forschung sein kann. Die Forschung zur **Künstlichen Intelligenz (KI)** befasst sich damit, wie Computerprogramme menschliche intelligente Leistungen imitieren können und welche Parallelen es zwischen menschlicher und „maschineller“ Intelligenz gibt. In diesem Forschungsbereich gibt es einerseits große Erfolge aber auch eindeutige Grenzen. Schachprogramme gehören offensichtlich zu den am besten formalisierbaren Tätigkeiten der Menschen, die daher auch leicht als Computerprogramm implementiert werden können. Andere Tätigkeiten, die uns wesentlich trivialer erscheinen, sind für Computer oft kaum zu bewältigen (insbesondere Aktivitäten, die ein großes Hintergrundwissen erfordern und Entscheidungen beinhalten, die nicht streng logisch gefällt werden können). Die **Neurowissenschaften** haben in der Zeit seit dem 2. Weltkrieg einen großen Aufschwung erfahren. Die Funktion einzelner Gehirnregionen wurde umfassend erforscht. Die Gehirnaktivitäten, die bestimmte menschliche Handlungen begleiten (z.B. die Wahrnehmung), wurden ausführlich beschrieben. Allerdings gibt es noch immer große Unklarheiten über viele Bereiche der Kognitiven Psychologie. Es ist z.B. noch immer nicht völlig geklärt, wie Lernen im Gehirn funktioniert.

2.1.2. Grundannahmen der Kognitionswissenschaft

Grundlage der Kognitionswissenschaft ist die sogenannte Computermetapher des Gehirns.



Damit ist gemeint, dass die Kognitionswissenschaft davon ausgeht, dass ein Computer und das menschliche Gehirn zumindest auf sehr ähnliche Art und Weise funktionieren (Kognitive PsychologInnen meinen z.B., dass die Art, wie Information gespeichert wird, bei Menschen und Computern gleich ist). Das ist in gewisser Weise problematisch, da dadurch die Kognitive Psychologie stark vom Entwicklungsstand in der Informatik abhängig ist (siehe: hierarchische Datenbanken in der Informatik – hierarchische semantische Netze in der Psychologie).

Es gibt allerdings Unterschiede zwischen einzelnen Gruppen von

KognitionswissenschaftlerInnen. Eher traditionelle VertreterInnen der KI versuchen kognitive Aktivitäten explizit zu programmieren (z.B. durch Expertensysteme). VertreterInnen der Theorie Neuronaler Netze versuchen eher, die physiologischen (im Wesentlichen die elektrischen) Aktivitäten des Gehirns nachzubilden. Menschliche geistige Leistungen werden hier eher implizit imitiert, indem man Gehirnaktivitäten nachbaut. Ein Problem des Ansatzes der Neuronalen Netze besteht darin, dass wir heute noch zu wenig über die Gehirnaktivitäten wissen, um menschliche geistige Leistungen wirklich erschöpfend untersuchen zu können.

Die Annahme, dass es eine **Ebene der mentalen Repräsentation** gibt, gilt nur für die traditionelle (die sogenannte symbolische) KI. VertreterInnen des Ansatzes der Neuronalen Netze kommen ohne eine Ebene der mentalen Repräsentation aus. Daher ist diese Grundannahme nur für einen Teil der Kognitionswissenschaft gültig. Wichtig ist die Annahme der **Interdisziplinarität**. Es gibt, wie schon oben erwähnt, mehrere Disziplinen, die sich mit menschlicher und maschineller Erkenntnis beschäftigen und die kooperieren müssen, um zu sinnvollen Ergebnissen zu gelangen. Die Verwurzelung kognitionswissenschaftlicher Fragestellungen in der Philosophie wurde schon in der Einleitung angesprochen.

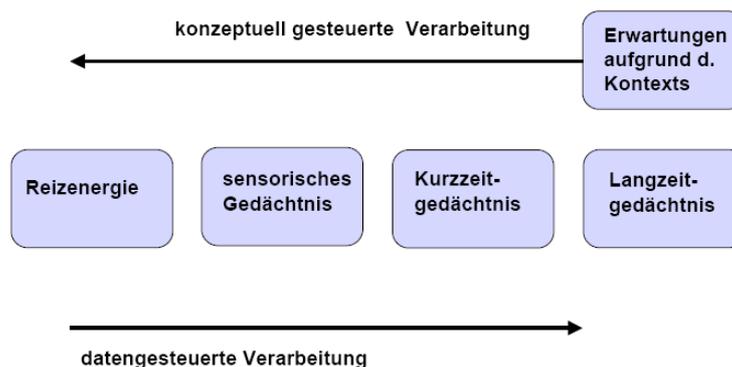
2.1.3. Kognitive Psychologie

Im Folgenden werden Beispiele für einige wesentliche Bereiche der Kognitiven Psychologie angesprochen.

Das Kurzzeitgedächtnis spielt eine wichtige Rolle bei der Gestaltung der Schnittstellen von Softwaresystemen. Wir merken uns z.B. im Kurzzeitgedächtnis Information, wenn wir von einer Seite im WWW zur nächsten gehen. Die Kapazität des Kurzzeitgedächtnisses ist allerdings sehr beschränkt. Das muss beim Design von WWW-Seiten berücksichtigt werden.

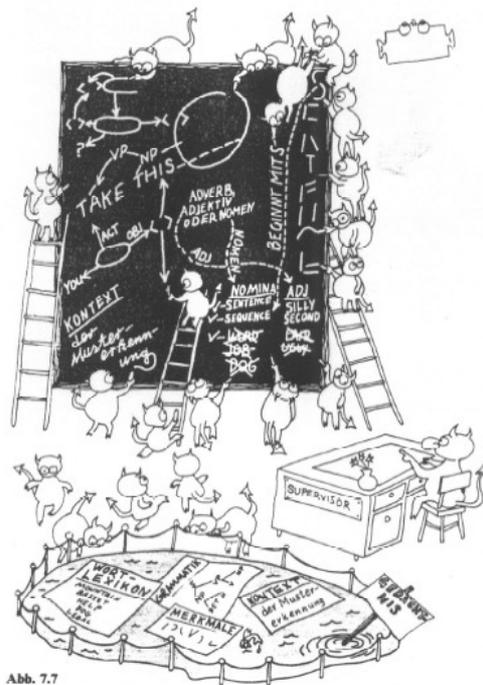
Allerdings kann man durch sinnvolle Organisation des Wissens die Kapazität des Kurzzeitgedächtnisses erhöhen.

Informationsverarbeitung kann sowohl **datengesteuert als auch konzeptuell** gesteuert vor sich gehen.



Datengesteuerte Informationsverarbeitung beruht auf den Eindrücken der Sinnesorgane und ist bottom-up, konzeptuell gesteuerte Informationsverarbeitung beruht auf dem Kontext, in dem Information verarbeitet wird, und auf dem Vorwissen der Menschen. Sie funktioniert top-down.

Konzeptuell gesteuerte Informationsverarbeitung hat Ähnlichkeiten mit der konstruktivistischen Erkenntnistheorie. Das Dämonenmodell von Lindsay und Norman versucht dieses Zusammenspiel von datengesteuerter und konzeptuell gesteuerter Informationsverarbeitung anschaulich zu machen.



Unser Wissen über grammatikalische Strukturen führt z.B. dazu, dass wir beim Verarbeiten von Sätzen an bestimmten Stellen nur bestimmte Wortkategorien erwarten und in Betracht ziehen (z.B. ein Hauptwort nach einem Artikel). Konzeptuell gesteuerte Informationsverarbeitung kann auf diese Weise unsere Informationsverarbeitung wesentlich beschleunigen, da nicht mehr alle Möglichkeiten berücksichtigt werden (alle möglichen Wörter) sondern nur mehr eine Untermenge (Hauptwörter). Es lässt sich auch zeigen, dass wir Worte nicht ganz lesen, sondern sukzessive alle unmöglichen oder unwahrscheinlichen Alternativen ausschließen bis nur mehr eine einzige Variante übrig bleibt. Eine derartige Vorgehensweise kann allerdings auch zu fehlerhafter Wahrnehmung führen (Korrektur Lesen von Texten ist aus dem Grund für Menschen schwierig). Die Vorteile dieser Art der Wahrnehmung überwiegen allerdings die Nachteile. Dieser Ansatz ist von der konstruktivistischen Erkenntnistheorie beeinflusst. Die Tatsache, dass Wahrnehmung und Erkenntnis stark von unserem Vorwissen und dem Kontext geprägt ist, sollte auch für die Gestaltung von Lernsystemen eine große Rolle spielen.

Die **Wahrnehmung von Bildern** ist für die Gestaltung von Lernsystemen wesentlich. Die Verwendung von Bildern im Unterricht war lange Zeit umstritten, da PädagogInnen oft argumentierten, dass Bilder verdummen und nur sprachliche Information die intellektuelle Entwicklung von Kindern fördern könnte. Diese Kontroverse wird mit einem gewissen ideologischen Eifer geführt und ist nicht auf den Bereich des Lernens beschränkt. Es gibt in den verschiedenen Religionen unterschiedliche Einstellungen zu der Verwendung von Bildern. Insbesondere die Buchreligionen (Christentum, Islam, Judentum) lehnen die Verwendung von Bildern eher ab. Das Christentum ist in sich gespalten. Während der Katholizismus in gewissem Ausmaß bildliche Darstellung verwendet (Bibel der Armen), lehnt der Protestantismus in der Regel bildliche Darstellungen ab. Diese Kontroverse beeinflusst auch in der heutigen Zeit noch die Einstellung der Menschen zur Verwendung von Bildern auf Computern.

In den letzten 30 Jahren hat es ausführliche Untersuchungen dazu gegeben, ob die Verwendung von Bildern im Unterricht (in Büchern, in Lernprogrammen, usw.) sinnvoll ist oder nicht. Es zeigt sich, dass das häufig sinnvoll ist, aber natürlich vom Kontext und von der Gestaltung der Bilder abhängt. Es gibt psychologische Theorien, die die Verwendung von Bildern im Unterricht unterstützen wie etwa die **Dual Coding Theorie**, die besagt,

dass Bilder deshalb besonders günstig sind, weil Inhalte hier sowohl bildlich als auch verbal im Gedächtnis gespeichert werden, während verbale Inhalte nur verbal gespeichert werden. Das würde erklären, warum wir uns an konkrete Objekte wesentlich leichter erinnern als an abstrakte. Shepard und seine MitarbeiterInnen versuchten zu zeigen, dass wir Inhalte im Gedächtnis tatsächlich in bildlicher Form und nicht verbal speichern. Die Lösung der Aufgabe zur mentalen Rotation hängt vom Winkel zwischen den zwei Objekten ab, die ineinander übergeführt werden. Shepard argumentiert, dass das nur dann der Fall sein kann, wenn die Objekte tatsächlich als Bilder gespeichert werden. Wichtig ist auch, dass bildliche Darstellungen genauso wie verbale Darstellungen abhängig vom kulturellen Umfeld sind. Bilder werden in unterschiedlichen Kulturen unterschiedlich interpretiert. Farbe hat z.B. in unterschiedlichen Weltregionen eine unterschiedliche Bedeutung.

Die Art, wie Menschen Wissen in ihrem Langzeitgedächtnis repräsentieren, hat vermutlich Auswirkungen darauf, wie gelernt wird und wie Lernen unterstützt werden kann. Es gibt allerdings zur Zeit keine allgemein anerkannte **Theorie der Wissensrepräsentation** sondern mehrere konkurrierende Theorien, die alle in gewissem Ausmaß Wissensrepräsentation erklären können aber andererseits alle gewisse Schwächen haben. Im Folgenden werden einige dieser Modelle beschrieben.

Die **Theorie semantischer Netze** geht davon aus, dass einzelne Informationen im Gehirn vernetzt gespeichert ist. Zunächst nahm man an, dass diese Strukturen hierarchisch sind. Das konnte allerdings nicht bestätigt werden und ist auch nicht plausibel, da Kinder ja Wissen auch nicht hierarchisch lernen sondern eher assoziativ. Sie lernen z.B. zunächst Hunde und Katzen als eigene Objektkategorien kennen und erst später, dass beide Tiere (bzw. Säugetiere) sind. Die Ähnlichkeit von semantischen Netzen und Hypertext wurde in der wissenschaftlichen Literatur schon öfter thematisiert.

Das **Prototypenmodell** weist darauf hin, dass Objekte in bestimmten Kategorien im Gehirn gespeichert werden. Nicht alle Objekte sind allerdings für eine Kategorie gleich typisch. Es gibt z.B. typische Heferln. Wenn die Form von diesem typischen Heferl abweicht, wird es zunehmend einer anderen Kategorie zugezählt. Wenn ein Heferl z.B. sehr flach ist, wird es zunehmend als Schale bezeichnet. Wenn es zu hoch und schmal wird, meinen viele Versuchspersonen, dass es eigentlich eine Vase ist. Es hängt auch vom Kontext ab, als was ein Objekt kategorisiert wird. Wenn in einem sehr flachen Heferl Kaffee ist, wird es noch eher als Heferl kategorisiert, wenn aber Erdäpfelpüree darin enthalten ist, bezeichnen die Versuchspersonen es eher als Schale. Derartige Phänomene sollten insbesondere bei der Gestaltung von Datenbanken berücksichtigt werden, da Datenbanken unterstellen, dass jeder Vertreter einer Kategorie gleich typisch ist.

Die **Schematheorie** geht auf Bartlett zurück (siehe oben). Sie geht davon aus, dass wir immer über ein bestimmtes eher statisches Hintergrundwissen verfügen, das in der Form von Schemata organisiert ist und das es uns erleichtert, die neue Information, mit der wir tagtäglich konfrontiert sind, zu interpretieren. Das Restaurant-Skript (oder Schema) beinhaltet unser wesentlichstes Wissen über Restaurant-Besuche. Auf seiner Grundlage können wir Geschichten oder Informationen über Restaurantbesuche interpretieren, die in der Regel dieses Hintergrundwissen (das ohnehin jeder hat) nicht immer wieder wiedergeben. Ein Problem dieses Modells besteht darin, dass es sehr statisch ist. Es ist aber eher plausibel, dass unser Wissen über Restaurants (und andere Gegebenheiten) einem ständigen Wandel unterworfen sind. Im Ausland gibt es andere Regeln für einen Restaurantbesuch, und Fastfood-Restaurants funktionieren überhaupt anders. Die bisher beschriebenen Modelle sind alle statisch. Die Theorie der mentalen Modelle hat

dagegen einen dynamischen Charakter. Sie geht davon aus, dass Menschen ununterbrochen Hypothesen über die sie umgebende Umwelt formulieren und diese Hypothese dann auf ihre Korrektheit testen. Wissen existiert also nicht fertig ausformuliert im Gehirn sondern wird während der Interaktion der Menschen mit der Umwelt produziert. Mentale Modelle enthalten strukturelle Informationen (Informationen über Systeme, Objekte, Erscheinungen etc.) und funktionale Informationen (Informationen, die zur Erfüllung einer Aufgabe wesentlich sind).

Mentale Modelle enthalten keine genaue und detaillierte Beschreibung eines Systems sondern eine einfachere Version.

Mentale Modelle wurden ursprünglich in der Kognitiven Psychologie als Modell der Wissensrepräsentation entwickelt. Sie sind allerdings außerordentlich wichtig für die HCI, da sie dazu beitragen können, benutzerfreundliche Anwendungsprogramme zu entwickeln. Folgende *Charakteristika* sind wesentlich für mentale Modelle:

1. Mentale Modelle sind unvollständig

Mentale Modelle sind einfacher als komplexe wissenschaftliche Modelle. Solche einfachen Modelle sind in der Regel ausreichend, um in Alltagssituationen ein sinnvolles Verhalten zu begründen. Menschen wissen oft, dass ihre mentalen Modelle große Lücken aufweisen.

Trotzdem ist es z.B. für die BenutzerInnen von Computern oft einfacher, sich auf eine beschränkte Anzahl von gut gelernten Aktivitäten zu konzentrieren statt sehr viele Aktivitäten zu lernen, die rasch wieder vergessen werden. Das führt allerdings dazu, dass BenutzerInnen oft in unbekanntem Situationen zu viele Arbeitsschritte. Für die BenutzerInnen erscheint es so, dass diese Strategie effektiver ist.

2. Mentale Modelle haben unscharfe Grenzen

Beispiel: Das mentale Modell des Betriebssystems und das mentale Modell eines Anwendungsprogramms sind manchmal nicht genau getrennt und überlappen sich. Das ist übrigens nicht nur ein Problem von BenutzerInnen, sondern auch ein heikles Thema für Softwarehersteller. Die EU hat z.B. Microsoft gezwungen, ihren Media Player nicht mehr standardmäßig mit dem Windows-Betriebssystem auszuliefern. Das bedeutet, dass der Media Player nicht als integraler Bestandteil des Betriebssystems angesehen werden kann.

3. Mentale Modelle sind instabil

Einerseits werden Teile eines mentalen Modells auch leicht wieder vergessen, vor allem dann, wenn dieses mentale Modell lange nicht in Verwendung war. Andererseits entwickeln sich mentale Modelle über die Zeit hinweg. Das mentale Modell eines Computers von StudentInnen im ersten Studienjahr ist sicher ein anderes als das von StudentInnen, die ihr Studium gerade beenden. Lernen und Vergessen sind also zwei wesentliche Elemente mentaler Modelle.

4. Mentale Modelle sind oft unwissenschaftlich oder durch Aberglauben gekennzeichnet

Oft zeigen Menschen Verhaltensweisen, die ineffizient und unlogisch erscheinen (z.B. bei einem Fußgängerübergang mehrmals auf den Knopf drücken, der von Rot auf Grün schaltet, obwohl bekannt ist, dass dadurch die Ampel nicht rascher umgeschaltet wird). Norman (1983) meint, dass derartige Verhaltensweisen wenig physischen Aufwand bedeuten, aber auf der anderen Seite die BenutzerInnen geistig entlasten. In vielen Fällen wissen die BenutzerInnen, dass diese Verhaltensweisen unnötig sind, sie führen sie aber trotzdem durch.

5. Menschen haben oft kein kohärentes Modell der Realität

Beispiel: Kenntnis der Menüstrukturen am Computer BenutzerInnen wissen oft nicht genau (auswendig), in welchem Menü sich ein Befehl befindet. Wenn sie aber vor dem Bildschirm sitzen, finden sie Befehle relativ rasch, da ihnen das Aussehen des Bildschirms Hinweise darauf gibt, wo sich der Befehl befinden könnte.

Entweder, sie erkennen den Menü-Header wieder oder sie identifizieren die Position eines Befehls durch seine räumliche Lage (z.B. "im Menü ganz rechts außen"). Daher ist es auch relativ schwierig, Computer-BenutzerInnen zu helfen, wenn man deren Bildschirm nicht sieht.

Man könnte sagen, dass Wissen dadurch generiert wird, dass BenutzerInnen und Computer "zusammen arbeiten". Wissen ist hier auf die BenutzerInnen und den Computer verteilt (siehe auch Abschnitt "Distributed Cognition").

Es gibt auch Beispiele für eine gelungene Unterstützung der mentalen Modelle von BenutzerInnen. Ein solches Beispiel ist die Maus. Die Maus wurde 1963 von Douglas Engelbart erfunden. Sie war eine der wesentlichen Grundlagen für den großen Erfolg graphischer User Interfaces. Die Maus ist deshalb so erfolgreich, da die zwei-dimensionalen Bewegungen dieses Tools mehr oder weniger unmittelbar in die Bewegung des Cursors am Bildschirm übersetzt wird. Daher ist es für die BenutzerInnen leicht, ein kohärentes Modell über die Funktion der Maus zu entwickeln, auch wenn die Maus räumlich vom Bildschirm getrennt ist. Wie gut die Maus die Arbeit am Bildschirm unterstützt, kann man z.B. daran erkennen, dass es fast unmöglich mit einer Maus zu arbeiten, die verkehrt gehalten wird. Es ist zwar theoretisch klar, dass wir in diesem Fall die Maus immer in die Gegenrichtung bewegen müssen, aber es ist nicht intuitiv verständlich.

Ein wichtiger Aspekt bei mentalen Modellen ist das Experimentieren vor dem "geistigen Auge". Die psychologische Realität der Simulationsfähigkeit mentaler Modelle zeigt sich in vielen unterschiedlichen Bereichen psychologischer Forschung. Beispiele dafür sind etwa die "mentale Rotation" (siehe dort) oder Überlegungen zu Situationen, die gedanklich durchgespielt werden (Was wäre, wenn....). Bei der mentalen Rotation wird ein Modell eines visuellen Musters erzeugt und dann eine innere Simulation der Rotation durchgeführt, um die Hypothese zu testen, ob zwei gezeichnete Gegenstände gleich sind oder nicht. Bei "Was wäre, wenn..." Überlegungen werden Handlungskonsequenzen quasi als Simulation vorweg genommen. In diesem Fall können auch Handlungsausgänge gedanklich ungeschehen gemacht werden bzw. überlegt werden, unter welchen Umständen ein unerwünschter Handlungsausgang nicht eingetreten wäre.

Donald Norman hat die Theorie mentaler Modelle auf den Umgang mit Computern umgelegt und ausführlich untersucht. Er konnte zeigen, dass BenutzerInnen oft Modelle von Computern haben, die sehr stark von den Modellen der DesignerInnen abweichen. Daraus resultieren oft Probleme bei der Benutzung von Computern. Er schließt daraus, dass Software-DesignerInnen sich vor der Entwicklung von Software mit möglichen mentalen Modellen der BenutzerInnen beschäftigen sollten. Mentale Modelle sind flexibler als Schemata, da sie sich notwendigerweise immer ändern. Wenn eine Hypothese nicht bestätigt werden kann, wird das Modell geändert, um dieser Tatsache Rechnung zu tragen. Wissen ist in diesem Modell einem beständigen Veränderungsprozess unterworfen. Viele Modelle, die wir haben, sind entweder unzureichend oder nicht richtig (wie etwa unsere Modelle darüber, wie Computer funktionieren). WissenschaftlerInnen konnten zeigen, dass viele unserer Modelle, z.B. über physikalische Prozesse, nicht korrekt sind. Das ist allerdings gleichgültig, da wir nicht über die wahre Natur des Stroms Bescheid wissen müssen, um ein elektrisches Gerät bedienen zu können. Die Theorie mentaler Modelle ist zur Zeit das am meisten verbreitete Modell der

Wissensrepräsentation. Sie ist auch z.T. mit den anderen Modellen vereinbar.

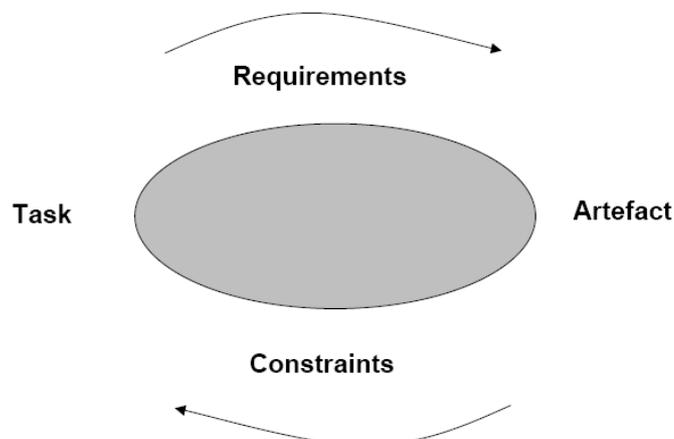
2.2. Human-Computer Interaction

2.2.1. Was ist HCI?

Human-Computer Interaction ist diejenige Disziplin, die sich mit der sicheren, effizienten und befriedigenden Interaktion von Menschen mit Computern befasst. Diese Interaktion war solange kein besonders großes Problem, als Computer nur von SpezialistInnen bedient wurden. Mit dem Aufkommen des PCs änderte sich das. Computer wurden nicht mehr nur von ExpertInnen in Rechenzentren verwendet sondern auch von Laien, die wenig Computervorwissen hatten. Diese Personen wollten sich nicht sehr ausführlich mit den Feinheiten eines Softwaresystems befassen sondern möglichst rasch und effizient ihre eigentlichen Aufgaben lösen. Betriebssysteme wie etwa MS-DOS, die darauf beruhen, dass man sich eine sehr große Zahl komplexer Befehle auswendig merken muss und fehlerfrei eingeben muss, sind für solche BenutzerInnen nicht geeignet. Die daraus entstehenden Probleme werden von der Disziplin „Human-Computer Interaction“ (HCI) untersucht. HCI versucht auch Vorschläge zu formulieren, die das Erstellen guter Interfaces erleichtert. Der Begriff Human-Computer Interaction wird normalerweise von Usability und Software-Ergonomie abgegrenzt, obwohl alle drei Begriffe manchmal synonym verwendet werden.

Sinnvollerweise bezeichnet man mit Usability-Forschung ein Gebiet, das einen Teilbereich der Human-Computer Interaction darstellt und sich ganz spezifisch mit der Gestaltung der Oberfläche von Softwaresystemen befasst (z.B. mit der visuellen Gestaltung von Elementen wie etwa Buttons oder Fenster, oder mit der Verwendung von Farbe etc.). Software-Ergonomie beruht historisch gesehen auf der klassischen Forschung zur Ergonomie, die sich mit der optimalen Gestaltung von Maschinen beschäftigt. Daher spielen in der Software-Ergonomie medizinische und physische Aspekte eine etwas größere Rolle als in der Human-Computer Interaction.

Die Analyse dessen, wie Menschen mit Computern umgehen, ist allerdings ein komplexer Prozess, da nicht ein für alle Mal feststeht, wie Software verwendet wird. John Carroll weist darauf hin, dass die Entwicklung neuartiger Software ein stufenweiser (inkrementeller) Prozess ist (**Task-Artefact Cycle**).



Die Textverarbeitungsprogramme, wie sie im Moment existieren, haben eine längere Geschichte. Die ersten Textverarbeitungsprogramme ermöglichten primär das leichte

Ausbessern von Text und einige einfache Möglichkeiten der Formatierung. Sie überwinden damit die größte Einschränkung von Schreibmaschinen (die Tatsache, dass man eine Seite komplett neu schreiben musste, wenn man im Nachhinein einen Tippfehler entdeckte). Derartige Einschränkungen nennt Carroll in seinem Modell „constraints“. Um derartige Einschränkungen zu überwinden, werden neue technische Geräte (artefacts) entwickelt. Diese neuen technischen Geräte ermöglichen, dass Aufgaben (tasks) besser und effizienter erledigt werden können. Neue Artefakte führen dazu, dass Aufgaben umformuliert werden. Im Zeitalter der Schreibmaschinen war die Aufgabe von Sekretärinnen primär das korrekte Schreiben von Texten (und das Beantworten von Telefonanrufen). Diese Aufgabe ist durch die Einführung von komplexen Textverarbeitungsprogrammen wesentlich modifiziert worden. Sekretärinnen können heute optisch ansprechende Berichte erstellen, die Abbildungen enthalten. Sie können mit Datenbanken und mit Spreadsheet-Programmen umgehen. Die Modifikation der Aufgabenstellung von Sekretärinnen führt aber wiederum dazu, dass die Anforderungen (requirements) an die Artefakte verändert werden und neue Artefakte erstellt werden müssen. Das ist (wie an Textverarbeitungsprogrammen leicht erkennbar ist) ein kontinuierlicher Prozess und kein einmaliger Vorgang. SoftwaredesignerInnen müssen also berücksichtigen, dass ein Produkt nicht ein für alle Mal entworfen werden kann, sondern immer wieder im Gebrauch an neue Anforderungen angepasst werden muss. Dafür sind jeweils neue Untersuchungen notwendig, die klären, wie ein verbessertes Produkt in einem bestimmten Kontext aussehen muss.

2.2.2. Gesellschaftlicher und sozialer Anwendungskontext

HCI ist eine umfassende Wissenschaft, die sehr viele Aspekte des Prozesses der Softwareentwicklung, -implementierung und -verwendung umfasst. Oft werden derartige Verfahren allerdings eher eingeschränkt auf die unmittelbare Gestaltung von Bildelementen wie Buttons oder Fenster. HCI macht allerdings nur dann einen Sinn, wenn es den Kontext der Anwendung von Software und die Produktionsbedingungen der Software in die entsprechende Forschung mit einbezieht. Die Einführung von integrierten Softwaresystemen in Firmen verändert in der Regel die innerbetriebliche Struktur relativ stark. Das hat Auswirkungen auf das Betriebsklima und die Effizienz der Zusammenarbeit zwischen MitarbeiterInnen und Abteilungen. Daher sollte es insbesondere vor der Einführung solcher Systeme Diskussionen mit den Betroffenen geben. Die Erhebung der Einstellung von MitarbeiterInnen zu geplanten Softwaresystemen ist außerdem notwendig, da nur so gewährleistet ist, dass diese Software motiviert und sinnvoll benutzt wird. Schlechte Software macht die Arbeit oft umständlicher und komplizierter und wird daher von den Beschäftigten unterlaufen. Schwer erlernbare Software kostet viel Zeit bei der Einarbeitung. Kurzfristig mag es manchmal kostengünstiger erscheinen, nicht getestete Software zu verwenden, langfristig gesehen kann das allerdings zu großen Problemen führen. Evaluationen von Softwaresystemen können eher einfach (quick and dirty) oder in einem komplizierten Verfahren untersucht werden. Insbesondere bei komplexeren Ansätzen sind gute Kenntnisse der entsprechenden (meist sozialwissenschaftlichen) Methoden unbedingt notwendig.

In diesem Zusammenhang spielt auch das oben erwähnte Problem eine Rolle, dass SoftwareentwicklerInnen oft ein völlig anderes mentales Modell davon haben, wie eine bestimmte Aufgabe von einem Computerprogramm gelöst wird als die BenutzerInnen. EntwicklerInnen von Computerprogrammen, die in der Regel jung und männlich und vergleichsweise versiert im Umgang mit Computern sind, neigen dazu, davon auszugehen, dass BenutzerInnen so sind wie sie selbst und über dasselbe Vorwissen verfügen. Das ist aber nicht der Fall, da der Kontext für die EntwicklerInnen der IT-Bereich

ist, während die AnwenderInnen vom Kontext ihrer eigenen Arbeitstätigkeit oder sonstiger Aufgaben, die sie erfüllen wollen, ausgehen. Ein Beispiel für die Probleme, die sich daraus ergeben können, ist die ursprüngliche Einführung von Fahrkartenautomaten durch die niederländischen Eisenbahnen. Die niederländischen Eisenbahnen wollten langsam von Schalterbedienung auf Fahrkartenautomaten umstellen und führten zunächst Automaten mit einem begrenzten Funktionsumfang ein. Man konnte nur Tagesfahrkarten kaufen, und der Ausgangsbahnhof war immer der Bahnhof, an dem die Fahrkarte gekauft wurde. Das war für die BesitzerInnen von Wochen- oder Monatsnetzkarten ein Problem, da sie für weitere Fahrten nur eine Fahrkarte von der Gültigkeitsgrenze ihrer Netzkarte aus lösen wollten und das am Automaten nicht konnten. Die Anforderungen, die für diese Generation von Maschinen formuliert wurden, berücksichtigten das tatsächliche Verhalten der BenutzerInnen nicht.

2.2.3. Grundprinzipien der HCI

Donald Norman, einer der bekanntesten Forscher im Bereich Human-Computer Interaction, geht von **zwei Grundprinzipien der HCI** (Schlüsselprinzipien) aus: **Sichtbarkeit (visibility)** und **Aufforderungscharakter (affordance)**. Da der Computer sehr viele unterschiedliche Aufgaben erfüllen kann und dies in der Regel auf eine für den Menschen nicht sichtbare Weise erledigt, führt das in der Benutzung zu Problemen, da die BenutzerInnen in der Regel kein Feedback darüber erhalten, was gerade passiert. Wenn wir mit dem Hammer einen Nagel einschlagen, wissen wir jederzeit, wie der Systemstatus ist (Nagel ist richtig eingeschlagen; wir haben daneben geschlagen; wir haben unseren Daumen getroffen; der Nagel ist krumm eingeschlagen usw.). Bei einem Computerprogramm ist das in der Regel nicht der Fall (insbesondere bei Systemen wie etwa MS-DOS). Die Sichtbarkeit muss daher künstlich hergestellt werden. Das geschieht durch Graphical User Interfaces (GUIs), wo z.B. graphisch dargestellt wird, ob der Computer den eingegebenen Befehl noch abarbeitet oder Aktionen überhaupt mit interaktiven Methoden wie z.B. drag and drop visuell dargestellt werden.

Das Problem des Aufforderungscharakters hängt mit der Sichtbarkeit zusammen. Aufforderungscharakter meint, dass ein Werkzeug einer bestimmten Funktion dient und dass diese Funktion aus der äußeren Form ableitbar ist. Bei einem Hammer kann man z.B. durch Ansehen oder Ausprobieren erkennen, dass er z.B. dazu dienen kann, einen Nagel einzuschlagen. Durch die mangelhafte Sichtbarkeit ist das bei Computerprogrammen wesentlich schwieriger zu erkennen. Erst durch die graphischen Interfaces wird es einfacher festzustellen oder durch Ausprobieren heraus zu finden, was ein Programm kann. Durch die Verwendung von Metaphern kann die Ableitung der Funktion eines Computerprogramms erleichtert werden. Die Desktop-Metapher, die alle gängigen graphischen Betriebssysteme verwenden, geht davon aus, dass der Bildschirm als Schreibtischoberfläche interpretiert wird, auf dem Ordner mit Dateien liegen, die auf dem Schreibtisch verschoben oder geöffnet werden können.

2.2.4. Direkte Manipulation

Direkte Manipulation ist ein Verfahren zur Gestaltung von Betriebssystemen und basiert auf den graphischen Interfaces. Es entstand als Alternative zu kommando-orientierten Interfaces wie etwa MS-DOS, wo sich die BenutzerInnen eine Vielzahl von sehr komplexen Befehlen auswendig merken mussten. Bei der direkten Manipulation können die BenutzerInnen unmittelbar mit dem System interagieren ohne irgendwelche Befehle eingeben zu müssen.

Drag and Drop ist z.B. ein typisches Verfahren der direkten Manipulation. Bei der direkten Manipulation bekommen die BenutzerInnen (so wie bei traditionellen Werkzeugen) unmittelbares Feedback darüber, was das System gerade macht.

Metaphern sind wesentliche Bestandteile von Interfaces, die auf dem Paradigma der Direkten Manipulation beruhen. Man könnte sie als Interfaceobjekte definieren, die in einem gewissen Ausmaß Ähnlichkeiten mit physischen Objekten haben, aber andererseits auch spezifische Verhaltensweisen und Eigenschaften besitzen. Eine der bekanntesten Metaphern ist die so genannte Desktopmetapher, die zuerst auf Macintosh-Computern zu finden war und später auch vom Betriebssystem Windows übernommen wurde. Die Desktopmetapher beruht auf der Annahme, dass die meisten Menschen wissen, wie ein Schreibtisch und die damit verbundene Büroarbeit funktioniert (Man arbeitet mit Dateien, die in Ordnern zusammen gefasst und abgelegt werden usw.). Daher wurde das Macintosh-Betriebssystem so gestaltet, dass die Arbeit möglichst so wie wirkliche Büroarbeit funktioniert. Ähnliches gilt auch für Spreadsheets, die auf der Metapher von Kontobüchern beruhen. Metaphern können auch neue Funktionalitäten enthalten, die mit der ursprünglichen Tätigkeit nichts zu tun haben. Z.B. kann man in moderner Software drucken, indem man eine Datei auf das Symbol des Druckers zieht. Dieser Vorgang hat keine Entsprechung in der physischen Welt. Die Vorteile der Verwendung von Metaphern bestehen darin, dass BenutzerInnen Vorgehensweisen aus dem täglichen Leben übernehmen können, um neuartige Tätigkeiten auszuführen.

Kritik am Konzept der Metapher

Am Konzept der Metapher wurde auch Kritik geübt. Ein Fehler, der öfter beim Entwurf von Metaphern gemacht wird, besteht darin, dass Metaphern so gestaltet werden, dass die Objekte am Bildschirm genauso aussehen wie Objekte im realen Leben, und dass die Metapher zu wortwörtlich genommen wird. Der wirkliche Nutzen einer Metapher liegt aber nicht in der realitätsgetreuen Nachbildung sondern in der Analogie zu Vorgängen im physischen Leben. Es ist also eher wichtig, sich zu überlegen, welche Vorgänge im physischen Leben als Vorlage für Aktivitäten am Computer dienen sollen und für diese Vorgänge Analogien am Computer zu finden, als das physische Leben völlig detailgetreu am Bildschirm abzubilden.

Außerdem gibt es logische Brüche in Metaphern. Ein bekanntes Beispiel ist der Mistkübel (trash can) in der Desktop-Metapher des Macintosh. Der Mistkübel steht auf dem Schreibtisch, was im wirklichen Leben natürlich nicht der Fall ist. Eine Metapher kann auch der Gestaltung von Aktivitäten zu viele Einschränkungen auferlegen. Im Rahmen der Desktop-Metapher kann man gewisse Aktivitäten nicht modellieren (z.B. Suchen von Dateien mit Find). Auch dadurch kommt es zu Brüchen in der Metapher. Es kann auch zu Konflikten mit allgemein anerkannten Design-Prinzipien kommen. Das Prinzip der Konsistenz wird z.B. dadurch verletzt, dass das Auswerfen von externen Speichermedien beim Mac auch über den Mistkübel erfolgt, was im Rahmen der Metapher völlig widersinnig ist. Metaphern können auch das Verständnis des Systems einschränken, falls eine größere Zahl von Aktivitäten zur Verfügung gestellt wird, die mit der Metapher nichts zu tun haben. Die Metapher erzeugt bei den BenutzerInnen ein mentales Modell, das in sich möglichst geschlossen sein sollte.

Manchmal kann man aber viele Aktivitäten nicht im Rahmen der Metapher realisieren. In diesem Fall ist es möglicherweise sinnvoller, auf die Metapher zu verzichten. Ein weiterer Fehler besteht darin, dass ein schlecht gestaltetes physisches Objekt naturgetreu auf den Computer übertragen wird (z.B. schlecht gestaltete Taschenrechner), statt das Design zu verbessern und die Stärken des Computers auszunutzen. Eine Metapher kann auch die Phantasie von DesignerInnen einschränken. Die Metapher des Buchs schränkt z.B. die

Phantasie vieler EntwicklerInnen von E-Learning-Systemen ein, dass sie bei der Entwicklung von Lernsystemen zu stark am Vorbild des Buchs kleben und die (neuartigen) Stärken des Computers nicht ausnutzen.

Douglas und Moran (1984) haben sich mit der Schreibmaschine als Metapher für Textverarbeitung beschäftigt. Da oberflächlich betrachtet, die Ähnlichkeit zwischen Schreibmaschine und Textverarbeitungsprogramm sehr groß ist, wurde in der Vergangenheit die Verwendung von Textverarbeitung häufig auch unter Verwendung der Schreibmaschinen-Metapher gelehrt. Es lassen sich hier allerdings systematische Fehler vorhersagen, die dadurch auftreten, dass es eben doch Unterschiede zwischen beiden Systemen gibt (z.B. rutscht bei Textverarbeitungsprogrammen der Text beim Einfügen neuer Buchstaben weiter, was bei der Schreibmaschine nicht der Fall ist).

3. Lerntheorien

Manche Lerntheorien wurden schon im einleitenden Kapitel besprochen. Der Behaviorismus war lange Zeit die einflussreichste Lerntheorie in der Psychologie (allerdings nicht in der praktischen Pädagogik, da er nur geringe praktische Relevanz besaß). Die Lerntheorie von Piaget ist auch heute noch sehr einflussreich, obwohl manche ihrer Annahmen kritisiert worden sind. Im Folgenden werden primär zwei Lerntheorien beschrieben, die speziell für die pädagogische Gestaltung von E-Learning entwickelt wurden. Einleitend sollen allerdings Grundgedanken der Lerntheorien von Ausubel und von Bruner dargestellt werden, die für die Diskussion von E-Learning ebenfalls sehr wichtig sind. Außerdem wird das Modell der „Distributed Cognition“ vorgestellt, das vor allem auch die Verwendeten Lerntechnologien und die kulturelle Einbettung des Lernens berücksichtigt.

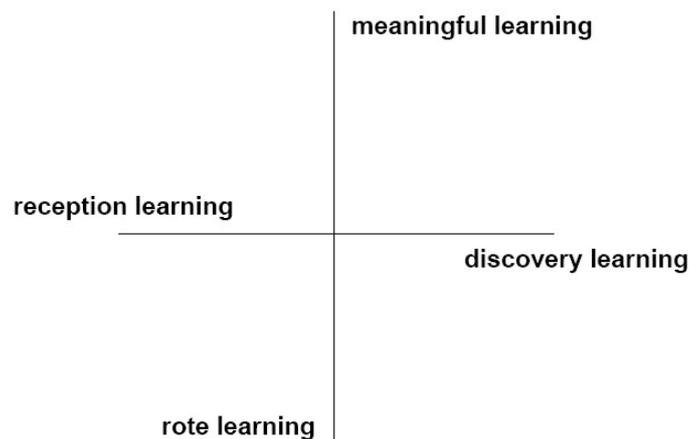
Die beiden anderen Ansätze (Konstruktivistische Lerntheorien, Instructional Design) beruhen auf unterschiedlichen philosophischen Ansätzen. Instructional Design ist ein objektivistischer Ansatz. Das bedeutet, dass dessen VertreterInnen davon ausgehen, dass die Welt so erkannt werden kann, „wie sie ist“. Konstruktivistische Theorien gehen dagegen davon aus, dass jeder und jede seine bzw. ihre eigene Vorstellung von der Realität entwickelt (siehe auch die Theorie von Piaget weiter oben). Moderate konstruktivistische Ansätze weisen allerdings darauf hin, dass unsere Vorstellungen von der Realität doch so ähnlich sind, dass wir darüber kommunizieren können. Diese Unterscheidung hat insoweit Relevanz für die Pädagogik als objektivistische Ansätze davon ausgehen, dass es eine „richtige“ Theorie über die Realität gibt. Das gibt der Lehrperson große Autorität, da sie die eine richtige Theorie an die Lernenden vermittelt. Die Lernenden eignen sich das Wissen über die eine richtige Theorie der Realität an und geben sie dann in einer Prüfung wieder. Konstruktivistische Ansätze nehmen den Lehrenden bzw. den Lehrbüchern diese Autorität, da sie davon ausgehen, dass Lernende über jeden Gegenstand ihre eigene Sichtweise entwickeln können und sollen. Dieser Ansatz ist in den Sozial- und Geisteswissenschaften leichter zu argumentieren als in technischen und Naturwissenschaften. Es ist bekannt, dass z.B. der Stil eines Deutschaufsatzes von unterschiedlichen LehrerInnen unterschiedlich beurteilt werden kann.

Die Lösung einer Mathematikaufgabe wird in der Regel von unterschiedlichen LehrerInnen gleich beurteilt werden. Allerdings gibt es auch in technischen Wissenschaften Beispiele dafür, dass es unterschiedliche Ansätze für die Lösung von Problemen geben kann (z.B. unterschiedliche Ansätze darüber, wie optimale Programmiermethoden aussehen sollten).

3.1. Ausubel – bedeutungshafte Lernen (Kognitivismus)

Ausubel vertritt eine kognitivistische Lerntheorie. Im Gegensatz zu den Behavioristen meint er also, dass die geistige (kognitive) Verarbeitung des Gelernten von großer Bedeutung ist und dass es wichtig ist, sich darüber Gedanken zu machen, wie Information im Gehirn strukturiert wird. Er spricht in diesem Zusammenhang von bedeutungsvollem Lernen. Die Behavioristen führten ja ihre Experimente hauptsächlich mit sinnlosem Material (sinnlosen Silben) durch, da Sinn für sie bedeutungslos war. Im Gegensatz dazu spielt Bedeutung für Ausubel eine wesentliche Rolle. Er weist darauf hin, dass das Vorwissen der Lernenden eine große Rolle spielt und dass sinnvolles Lernen nur dann stattfindet, wenn der neue Lernstoff in das bestehende Wissen eingeordnet wird. Ausubel wendet sich gegen das Lernen von isolierten Fakten und sieht Wissen als vernetzt an. Er entwickelte in diesem Zusammenhang die Idee des **Advance Organizers**. In vielen Lehrbüchern gibt es z.B. am Anfang eine strukturelle Übersicht über den Lehrstoff, der im folgenden Kapitel behandelt wird und Anknüpfungspunkte an Themen, die den Lernenden vermutlich schon bekannt sind. Ebenso können Metaphern verwendet werden, um Vorstellungen über bereits bekannte Begriffe auf neue Inhalte zu übertragen.

Außerdem unterscheidet Ausubel zwischen **unterschiedlichen Arten des Lernens**: bedeutungsvolles Lernen vs. Auswendiglernen und Lernen durch Entdecken vs. Lernen durch Rezeption.



Ausubel weist darauf hin, dass entdeckendes Lernen, das auch in der neueren pädagogischen Literatur sehr positiv gesehen wird, oft sehr langweilig sein kann. Er verweist in diesem Zusammenhang auf die Arbeit von ChemielaborantInnen, die zwar entdeckend lernen, deren Tätigkeit aber manchmal nicht sehr aufregend ist. Entdeckendes Lernen kann daher nicht der einzige pädagogische Ansatz im Unterricht sein. Bedeutungsvolles Lernen kann auch durch Rezeption (also durch Vorträge oder Lehrbücher) geschehen. Als negativ betrachtet Ausubel das Auswendiglernen von isolierten und daher unverstandenen Fakten, die in der Regel rasch wieder vergessen werden. Da isolierte Fakten keinen Bezug zu irgendwelchen realen Problemen haben, werden sie normalerweise nicht gut behalten.

In der Literatur wird häufig argumentiert, dass Computer entdeckendes Lernen gut unterstützen und dass es daher die optimale Herangehensweise für E-Learning ist. In der Realität kommen die meisten E-Learning-Programme ohne entdeckendes Lernen aus, da dieses sehr schwer zu implementieren ist und nicht immer die gewünschten Erfolge bringt. Wenn es überlegt eingesetzt wird, kann es allerdings den Lernprozess effizient

unterstützen.

3.2. Bruner – entdeckendes Lernen (Kognitivismus)

Jerome Bruner ist kognitiver Psychologe, der sich sehr für Entwicklungspsychologie interessierte. Im Gegensatz zu Ausubel betonte er, dass Lernen ein kreativer Prozess ist, der zu eigenständigen Ergebnissen führen sollte. Bruner prägte in diesem Zusammenhang den Begriff des "discovery learning" (entdeckendes Lernen), der von Ausubel kritisiert wurde.

Bruner betonte auch den Einfluss sozialer und kultureller Faktoren auf das Lernen. Er stellte fest, dass die Entwicklungspsychologie vor seiner Zeit in der Regel darauf abzielte, allgemeine Gesetzmäßigkeiten geistiger Leistungen zu finden. Kulturelle Unterschiede spielten für sie keine Rolle (siehe auch Piaget). Bruner ging dagegen davon aus, dass Lernen von der Kultur abhängt, die die Lernenden umgibt. Jede Kultur stellt den Lernenden spezifische Artefakte zur Verfügung, die das Lernen beeinflussen (man lernt sicher anders, wenn man einen Computer zur Verfügung hat als wenn man nur Papier und Bleistift verwendet). Außerdem sind die Anforderungen, die jede Kultur an Lernende stellt, in der Regel anders. Die Kultur der Eskimos z.B. beruht in hohem Ausmaß auf der gemeinsamen Jagd auf Robben. Daher ist die egozentrische Phase (siehe Piaget) bei den Eskimos lange nicht so ausgeprägt wie in anderen Kulturen, die stärker den Individualismus betonen. In einer Untersuchung konnte auch gezeigt werden, dass afrikanische Bauern besser Volumsschätzungen abgeben konnten (z.B. wieviel Reis in einer Schüssel enthalten war), während amerikanische StudentInnen eher Distanzen schätzen konnten. Bruner meint daher, dass Ausbildung immer darauf Rücksicht nehmen sollte, welche Fähigkeiten in einer bestimmten Kultur gebraucht werden.

Bruner nahm an, dass der **Entwicklungsprozess in drei Stadien** abläuft. Sein Entwicklungsmodell ist allerdings nicht so rigide wie das von Piaget. Es gibt keine strengen Altersgrenzen. Auch im Erwachsenenalter kann es vorkommen, dass das erste Entwicklungsstadium durchlaufen wird, wenn etwas gänzlich Neues gelernt wird. Das Modell sieht folgendermaßen aus:

1. *Enactive Representation*: Wissen wird durch motorische Aktivitäten repräsentiert. Es gibt Lerninhalte, die primär motorisch sind (z.B. Schi Fahren). Gewisse Dinge können aber auch auf motorische Art gelernt werden, auch wenn sie eher abstrakter Natur sind (z.B. mathematische Operationen mit Klötzchen).

2. *Iconic Representation*: Bilder als Wissensrepräsentation. Bilder unterstützen die anschauliche Vorstellung.

3. *Symbolic Representation*: Verwendung von bekannten Symbolen in einer Domäne, in der die Lernenden bereits über ein gewisses Vorwissen verfügen.

Beispiel: In einem Computerkurs mit völligen AnfängerInnen kann es vorkommen, dass sogar bildliche Darstellungen davon, wie ein Computer funktioniert, auf Unverständnis stoßen. Ein stark vereinfachtes Modell eines Computer mit beweglichen Teilen, die zeigen, wie Information im Computer weiter geleitet wird, kann da helfen (enactive representation).

Entdeckendes Lernen ist eine wesentliche Kategorie in Bruners Lerntheorie. Beim entdeckenden Lernen wird Information so umgeordnet, dass die Lernenden über die in der Ausgangsinformation gegebenen Fakten hinaus gehen können und eigenständig Wissen generieren. Dieser Vorgang ist sehr an die Vorstellungen über Problemlösen angelehnt. Entdeckendes Lernen ist kein zufälliger Vorgang, bei dem man ohne Plan und Ziel über

bestimmte Einsichten stolpert, sondern ein Vorgang, bei dem die Lernenden, aufbauend auf einem fundierten Vorwissen, systematisch nach Erkenntnissen suchen. Aufgrund ihres Vorwissens formulieren die Lernenden Hypothesen, die sie dann überprüfen. Bei diesem Prozess müssen auch mögliche Einschränkungen berücksichtigt werden.

3.3. Distributed Cognition

Distributed Cognition ist ein Ansatz, der nicht eindeutig den kognitivistischen Lerntheorien zuzuordnen ist, obwohl er auf dem Begriff der Kognition basiert. Er geht davon aus, dass Kognition mehr ist als das, womit sich kognitivistische Lerntheorien ursprünglich beschäftigen. Distributed Cognition kritisiert an kognitionswissenschaftlichen Ansätzen, dass bei diesen Kognition etwas ist, das ausschließlich im Gehirn individueller Menschen stattfindet. Distributed Cognition sieht dagegen Kognition bzw. Erkenntnis als etwas an, das in ein bestimmtes Umfeld eingebettet ist und von diesem nicht zu lösen ist. Wenn wir z.B. einen Taschenrechner benutzen, um eine bestimmte Berechnung durchzuführen, mag es auf den ersten Blick erscheinen, dass wir diese Tätigkeit allein und in unserem Kopf durchführen.

Ohne die Hilfe des Taschenrechners wären viele Berechnungen aber nicht möglich. Im Taschenrechner ist aber das Wissen zahlloser MathematikerInnen und auch der IngenieurInnen vergegenständlicht, die unsere Rechenprozesse überhaupt erst möglich machen. Unsere intellektuelle Leistung findet also in Interaktion mit dem Taschenrechner (und den Menschen, die den Taschenrechner erst möglich gemacht haben) statt. In diesem Zusammenhang spielt auch der Aufforderungscharakter eines bestimmten Geräts eine große Rolle, da die Qualität dieses Aufforderungscharakters die Interaktion wesentlich bestimmt. Es ist nicht nur die isolierte Tätigkeit eines individuellen Gehirns sondern Aktivität verteilt über eine Person und ein Gerät, das unsere intellektuellen Leistungen hervorbringt. Kognition ist also das Produkt eines Systems, das aus Person und Gerät besteht, und sie könnte nicht von einem der Elemente allein hervorgebracht werden. Oft verwenden wir auch externe Speichermedien, um bestimmte Zwischenergebnisse unserer intellektuellen Aktivitäten aufzuheben, wie etwa Papier oder den Computer. Wir externalisieren in gewisser Weise unsere kognitive Aktivität. In diesem Zusammenhang spielt die geschriebene Sprache eine ganz wichtige Rolle. Kognition kann allerdings nicht nur auf eine Person und ein Gerät verteilt sein sondern auch auf mehrere Personen. Kognitive Leistungen sind auch oft das Ergebnis der Kooperation von mehreren Personen, wobei deren Leistungen nicht als Addition der Leistungen der Einzelnen gesehen werden kann, sondern meistens durch die Gruppenarbeit eine neue Qualität zustande kommt. In diesem Zusammenhang spielen Gruppenprozesse eine große Rolle. Es gibt auch Wissen, das über eine Gruppe von Leuten verteilt ist. Das Wissen eines Individuums ist oft in isolierter Form eher nutzlos und kann erst sinnvoll in der Kooperation mit anderen angewendet werden.

Wissen kann auch über die Zeit hinweg verteilt sein. Das heißt, dass wir oft Wissen verwenden, das lange vor unserer Zeit entstanden ist. Ein solches Phänomen nennen wir Kultur. Wissen wird von einer Generation zur nächsten weiter gegeben und ist daher in der Geschichte "verteilt". Wissen wird z.T. über Gegenstände vermittelt (siehe oben), z.T. aber auch direkt über mündliche Überlieferung oder schriftliche Aufzeichnungen. Die Theorie der "Distributed Cognition" geht davon aus, dass kulturelle Gegebenheiten unsere Art zu denken beeinflussen. Wir können z.B. nur in der Sprache denken, die wir hauptsächlich gelernt haben. Sprache beeinflusst allerdings die Art, wie wir über unsere Welt reflektieren. Kultur stellt darüber hinaus Lösungsmodelle für bestimmte Arten von Probleme zur Verfügung, die unser Denken ebenfalls stark beeinflussen. In westlichen Kulturen neigen z.B. viele Leute (insbesondere im Bereich der Wissenschaft) dazu, für komplexe Probleme

Lösungen auf der Basis von mathematischen Modellen zu suchen. Das ist nicht in allen Regionen der Welt der Fall.

Die Theorie der Distributed Cognition hat natürlich Auswirkungen darauf, wie Lernen gesehen wird. Lernen ist hier ein Prozess, bei dem es wesentlich auf die Interaktion zwischen Artefakt und Menschen und auch auf die Interaktion der Menschen untereinander ankommt.

Es ist in ein bestimmtes kulturelles Umfeld eingebettet und nur auf der Grundlage dieses Umfelds verständlich.

Ein gutes Beispiel für so ein Artefakt sind Wikis. Wikis sind ein wesentlicher Teil von Web 2.0. Web 2.0 beschreibt die Tatsache, dass sich in den letzten Jahren neue Arten der Nutzung des Web heraus gebildet haben, die wesentlich durch ihren sozialen Aspekt gekennzeichnet sind. Inhalte werden nicht mehr nur durch einzelne BenutzerInnen ins Netz gestellt, sondern es kommt sehr wesentlich zu einem Austausch an Information durch eine große Zahl von NetzbenutzerInnen (z.B. über Tauschbörsen, Flickr, YouTube). Wikis sind Teil dieser Struktur, da hier eine große Enzyklopädie gemeinsam von den LeserInnen geschrieben wurde.

Wikis als Lerntechnologie unterstützen ganz explizit die Verteilung von Wissen über ein System bestehend aus Artefakt und einer kooperierenden Gruppe von Menschen. Als Artefakt haben Wikis spezifische Eigenschaften, die, wenn sie geeignet in einen pädagogischen Kontext eingebettet sind, für das Lernen günstige Auswirkungen haben können. Wikis können dazu beitragen, die Kooperation unter Studierenden zu intensivieren, da sie die Vernetzung von Wissen fördern. Allerdings geschieht diese Kooperation nicht immer und in allen Zusammenhängen oder automatisch. Kulturelle Gegebenheiten können dazu führen, dass die Vorteile von Wikis nicht ausgenutzt werden (z.B. da kontroverse Diskussionen in unserem Schulsystem nicht gefördert werden und dass in unserem universitären System primär für die Erlangung guter Noten gelernt wird und die interessierte Diskussion mit anderen Studierenden wenig üblich ist).

In der Diskussion um Web 2.0 erscheint es manchmal so, dass dessen Eigenschaften ganz plötzlich in den letzten Jahren entstanden sind. Viele Phänomene, die in diesem Zusammenhang diskutiert werden, sind allerdings schon wesentlich älter. Nicht nur die Modularisierung von Wissen und die Strukturierung durch Links sind bereits Eigenschaften von Hypertext. Auch die Vernetzung des eigenen Wissens mit dem von anderen Personen ist etwas, das schon von Hypertext bekannt ist. George Landow spricht in diesem Zusammenhang bereits vom Verschwimmen der Grenze zwischen LeserIn und AutorIn (wreader). Schreiben wird dadurch demokratischer, da nicht mehr nur "richtige AutorInnen" publizieren können sondern jede und jeder. Allerdings wird in diesem Zusammenhang oft kritisiert, dass dadurch im Web eine große Fülle an sehr trivialer Information zu finden ist. Lesen und Schreiben als Aktivitäten finden hier eher gleichzeitig statt, während es sich im alten Modell um weitgehend getrennte Aktivitäten handelt. George Landow ließ seine Studierenden bereits in den frühen 1990er Jahren Hypertexte erstellen, die z.T. publiziert wurden und intensiv miteinander vernetzt waren. Die Vorstellung ist, dass dadurch die Studierenden wesentlich mehr dazu motiviert werden, vernetzt zu denken und Zusammenhänge zu anderen Gegenstandsbereichen zu reflektieren. Diese Art zu denken wird besonders durch die Eigenheiten des Mediums motiviert, da es in Hypertext notwendig ist, explizite Verbindungen (Links) zu anderem Material zu entwerfen. Der Zusammenhang zwischen vernetztem Denken und den Eigenschaften des Mediums lässt sich ebenfalls sehr gut durch die Theorie der Distributed Cognition erklären.

Wikis haben aber auch spezifische Eigenschaften, die in Hypertext so nicht zu finden sind. In einem Wiki können die eigenen Texte prinzipiell durch andere Personen ständig verändert werden. Ein Text hat nicht nur einen Autor/eine Autorin sondern viele

VerfasserInnen.

Insbesondere, wenn Themen kontrovers sind, müssen die Texte unter den AutorInnen ausgehandelt werden. In Wikipedia gibt es eine ganz bestimmte Etikette, wie dieser Aushandlungsprozess vor sich gehen sollte (siehe: http://de.wikipedia.org/wiki/Wikipedia#Entscheidungsfindung_und_Organisationsstruktur, last seen 9.12.2007). Oft werden in Wikis keine grundsätzlichen Inhalte durch andere AutorInnen geändert, sondern nur z.B. zusätzliche Quellen hinzugefügt oder kleine Details ausgebessert (Microcontent). Schreiben ist hier also nicht ein umfassender Prozess, der lange dauert und viel Überlegung erfordert, sondern ein Prozess, der rasch zwischendurch erledigt werden kann. Auch diese Eigenschaft von Wikis ist durch die Technologie gegeben und kann den Lernprozess wesentlich beeinflussen. Schwerpunkt des Lernprozesses liegt tendenziell nicht mehr bei umfassendem Wissen sondern eher bei einzelnen Details, die gelernt werden.

Es ist eine offene Frage, ob diese Art von Mikrolernen pädagogisch wünschenswert ist oder nicht. Den Studierenden geht dadurch möglicherweise der Gesamtzusammenhang zwischen Inhalten verloren.

Web 2.0 ist emergent in dem Sinn, dass es nicht eine Organisation gibt, die die Entwicklung leitet, sondern Web 2.0 entsteht durch die Aktivität der Menschen, die sich in einem bottomup Prozess an Web 2.0 beteiligen.

Es gibt bezüglich der Verwendung von Wikis im Unterricht noch eine Menge offene Fragen.

Unter anderem ist es noch ungeklärt, wie die oben beschriebenen Aushandlungsprozesse vor sich gehen und inwieweit derartige Prozesse einen pädagogischen Sinn haben. Man kann argumentieren, dass das Aushandeln von Wissen dazu führt, dass die Lernenden sich intensiver mit einem Gegenstand beschäftigen. Es gibt auch Hinweise darauf, dass manche StudentInnen eher von anderen StudentInnen lernen als von den Lehrenden. Andererseits gibt es auch Untersuchungen, die zeigen, dass Studierende dem Wissen ihrer KollegInnen eher misstrauen. Das Aushandeln von Wissen kostet außerdem Zeit. In Lernsituationen, die durch sehr strikte Studienpläne gekennzeichnet sind und in denen die Studierenden ihre Anstrengungen eher an dem Erwerb von Zeugnissen ausrichten, kann es passieren, dass es nicht zu kooperativen Anstrengungen kommt und die Studierenden ihre Wikis unabhängig von ihren KollegInnen machen (Einfluss des Kontexts). Falls Studierende miteinander kooperieren, werden sie vermutlich dafür sensibilisiert werden, dass es möglicherweise unterschiedliche Sichtweisen auf einen Gegenstand gibt oder dass verschiedene Lernende beim Lehrstoff unterschiedliche Akzente setzen. Allerdings ist auch das noch eine offene Frage.

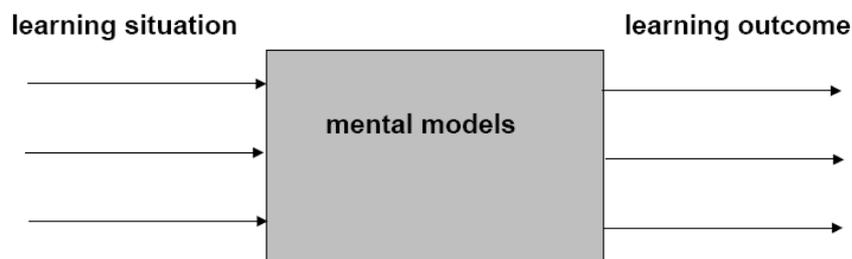
Wikis ermöglichen besseres Feedback nicht nur durch die Lehrenden, sondern auch durch andere Studierende. Wenn andere StudentInnen die eigenen Beiträge überarbeiten, ist man dazu motiviert darüber nachzudenken, ob die eigenen Formulierungen Sinn machen oder nicht. Die Lehrenden haben auch einen besseren Überblick darüber, welche Mitglieder einer Lerngruppe mehr arbeiten und welche nichts tun. Das sollte im Prinzip zu besseren Lernerfolgen führen. Allerdings ist es eine offene Frage, ob das tatsächlich motivierend ist oder die Studierenden sich dadurch nicht massiv kontrolliert fühlen. Studierende könnten genau das nicht machen, was man eigentlich durch den Einsatz von Computern erreichen will – nämlich herumprobieren und experimentieren, da sie beständig Angst haben müssen, dass ihnen Lehrende oder KollegInnen über die Schulter sehen und ihre Aktivitäten kritisch kommentieren.

Distributed Cognition als Theorie versucht, den Lernprozess auf andere Art und Weise zu

analysieren, als das andere Lerntheorien tun. Wesentlich ist hier der Einfluss der verwendeten Artefakte. Hypertext bzw. Wikis unterstützen modularisiertes, vernetztes Denken und das Aushandeln von Wissen und Wissensstrukturen. Wikis (wie Lernmanagementsysteme generell) ermöglichen eine wesentlich striktere Kontrolle der Tätigkeit der Studierenden als das früher der Fall war. Darüber hinaus richtet die Theorie der Distributed Cognition die Aufmerksamkeit auch auf Fragen des institutionellen Kontext. Es ist z.B. ungeklärt, ob moderne Lerntechnologie ihre Potentiale im Kontext klassischer Universitäten tatsächlich entfalten können. Lernformen, die von diesen Technologien unterstützt werden (kooperatives Lernen, kritische Diskussion,...) werden im Schulsystem selten unterstützt und gelernt. Daher werden diese Lernformen von den Studierenden oft auch nicht angenommen.

3.4. Instructional Design (ID)

Instructional Design beruht auf einer Kombination von Behaviorismus und Kognitiver Psychologie, auch wenn das zunächst problematisch erscheint (siehe die Kontroverse zwischen Behaviorismus und Kognitiver Psychologie).



Instructional Design beschäftigt sich sehr intensiv mit dem Zusammenhang von Lernstoff und dessen Präsentation und den Lernergebnissen. Als Ergebnisse des Lernprozesses zählen nur beobachtbare und messbare Ergebnisse im Sinn einer Prüfung. Allerdings berücksichtigt das ID auch die Natur mentaler Modelle, die Lernende haben können. Die inhaltliche Struktur und die Art der Präsentation des Lernstoffs kann im ID also durchaus Auswirkungen auf das Lernergebnis haben (für den Behaviorismus wäre das irrelevant).

Prinzipien des ID:

Die **Analyse** von Aufgaben und die Vermittlungsmethode spielt also im ID eine große Rolle. Allerdings werden hier (im Gegensatz zu konstruktivistischen Ansätzen) individuelle Unterschiede kaum berücksichtigt. Eine bestimmte Methode (**Auswahl der Methode**) erzielt idealtypischerweise immer dasselbe Ergebnis. Die **Evaluation** der Lernergebnisse ist im ID relativ einfach, da es einen autoritativen Text gibt, der gelernt und dann wiedergegeben werden muss. Prüfung können daher „objektiv“ beurteilt werden.

Das ID ist eine sehr komplexe Methode, die schwierig zu erlernen ist. Im Einzelnen gibt es allerdings zum Teil interessante Ansätze zur Vermittlung von Lernstoff.

Ein wichtiger Aspekt im ID besteht darin, dass die Ergebnisse des Lernprozesses klar definierbar und messbar sein müssen. Lerninhalte wie z.B. guter Sprachstil, der auch auf subjektivem Geschmack oder Zugehörigkeit zu einer bestimmte stilistischen Schule beruht, können durch ID-Programme nicht gelehrt werden.

Kritik am ID besagt u.a., dass das Vorgehen in diesem Ansatz zu atomistisch ist (ein Vorwurf, der schon gegenüber dem programmierten Unterricht erhoben wurde – Lernmaterial wird in einzelne Komponenten zerlegt). Außerdem spielen nur kognitive Variablen eine Rolle (Motivation oder die Beziehung zwischen Lehrenden und Lernenden

ist für das Lernen im ID nicht von Bedeutung). Ein weiterer Kritikpunkt ist der, dass das Lehrmaterial und die Lernziele völlig vorgegeben ist und so kein Raum für autonome Lernprozesse der Studierenden gegeben ist.

3.5. Konstruktivistische Lerntheorien

KonstruktivistInnen gehen im Unterricht davon aus, dass es zumindest unterschiedliche Sichtweisen auf die Lerninhalte geben kann (es gibt allerdings unter den KonstruktivistInnen unterschiedliche Ansichten darüber, wie weit das geht). Außerdem betonen sie die Eigenaktivität und Verantwortung der Lernenden und die Bedeutung des Bezugs zur Alltagsaktivität der Lernenden. Lernen ist ein Prozess, bei dem Wissen nicht passiv aufgenommen wird, sondern aktiv gesucht und konstruiert wird. Lernende erzeugen ihre jeweils eigene Sicht auf die Realität.

Im Gegensatz zum ID gibt es keinen anerkannten „Kanon“ von Lerninhalten. Bestenfalls gibt es etwas wie die „core knowledge domain“, also einen Kernbestand an Wissen, der gelernt werden muss und einen weiten Bereich an Inhalten, die von den Lernenden entsprechend ihrer spezifischen Sichtweise gestaltet werden. In der Geschichte gibt es z.B. bestimmte historische Fakten, die unbestritten sind. Andererseits gibt es viele Themen, wo unter HistorikerInnen keine Einigkeit besteht. Es wird zum Beispiel diskutiert, ob in der Geschichte einzelne bedeutende Persönlichkeiten eine größere Rolle spielen oder das Verhalten der Masse der Bevölkerung im Alltagsleben. Dazu müssen sich die GeschichtsstudentInnen jeweils ihre eigene (natürlich wissenschaftlich fundierte) Meinung bilden. Diese individuellen Sichtweisen sind nicht beliebig, sondern müssen natürlich wissenschaftlichen Kriterien genügen. Es ist z.B. keine historisch fundierte Ansicht, dass sich die Menschheit durch den Einfluss von Aliens weiter entwickelt hat (auch wenn viele Menschen diese Ansicht vertreten).

Für den Konstruktivismus spielt die Anbindung an die Realität eine große Rolle. Er kritisiert die Realitätsferne der Wissenschaft im akademischen Elfenbeinturm. In diesem Zusammenhang vertreten KonstruktivistInnen die Ansicht, dass Studierende authentische Aufgaben lösen sollten. Im Bereich der Medizin würde das bedeuten, dass StudentInnen nicht die Namen von Knochen auswendig lernen sollten, sondern im Krankenhaus mit echten PatientInnen konfrontiert werden sollten. In diesem Zusammenhang vertreten KonstruktivistInnen das cognitive-apprenticeship-Modell, also eine Art kognitiver Lehrlingsausbildung (MedizinstudentInnen machen Praktikum oder Lehrausbildung im Krankenhaus, wo sie unter Anleitung von fertigen ÄrztInnen Diagnose und Behandlungsmethoden lernen). Im konstruktivistischen Lernprozess spielt auch das Aushandeln von Wissen eine große Rolle. Im Lernprogramm über die Wiedereinführung des Wolfs in den Rocky Mountains gibt es eine Vielzahl von (legitimen) Sichtweisen zu diesem Problem. Im realen Leben ebenso wie in studentischen Lerngruppen können Einstellungen dazu demokratisch ausgehandelt werden.

Im Gegensatz zum ID ist bei konstruktivistischen Ansätzen das Problem der Evaluation nicht leicht zu lösen, da nicht ein festgelegter Wissenskanon abgefragt wird und es oft schwierig ist, zu entscheiden, was noch eine legitime Sichtweise ist und was nicht. Ein möglicher Ansatz ist es, nicht das Ergebnis des Wissenserwerbs zu beurteilen sondern den Prozess. Bei einer Diplomarbeit könnte man sich also eher darauf konzentrieren, ob die wissenschaftliche Literatur umfassend und systematisch aufgearbeitet wurde und wissenschaftliche Methoden adäquat verwendet wurden.

Gewisse **Arten von Lernprogrammen** eignen sich besonders gut für die Umsetzung der pädagogischen Ideen des Konstruktivismus – z.B. **Mikrowelten** und **Hypertext**. Ein bekanntes Beispiel für eine Mikrowelt ist die Programmiersprache Logo, die für die Vermittlung von mathematischem Wissen an Kinder entwickelt wurde. Bei Logo lernen

Kinder, eine „Schildkröte“ (ein virtuelles Objekt am Bildschirm) so zu programmieren, dass geometrische Körper gezeichnet werden. Auf diese Weise lernen Kinder anschaulich und durch eigenes Erproben die Eigenschaften von geometrischen Körpern wie etwa dem Kreis oder dem Quadrat.

Hypertext, also nicht-linearer, verteilter Text, eignet sich besonders gut für die Darstellung von unterschiedlichen Sichtweisen auf einen bestimmten Gegenstand (siehe auch die Beispielprogramme im Netz). Im Hypertext können verschiedene Blickwinkel unmittelbar gegenüber gestellt werden, da das mühsame Blättern in Büchern entfällt.

E-Learning wird häufig als sinnvolle Alternative zum traditionellen Lernen in Schulen und Universitäten angepriesen. In diesem Zusammenhang ist es allerdings wichtig zu argumentieren, warum und wie E-Learning eigentlich bessere Ergebnisse erzielen soll. Viele Lernprogramme auf CD-ROM oder im WWW unterscheiden sich nur marginal von Lehrbüchern. Es ist auch nicht einsichtig, warum Diskussionen über Chat stattfinden sollen, wenn Lehrende und Lernende sich ohnehin am selben Ort befinden. Die Einführung von Elearning muss also gut argumentiert sein, da die Entwicklung von derartigen Systemen in der Regel viel Zeit und Geld kostet. Dazu muss man sich ansehen, was denn spezifisch am Medium Computer ist, das von einem anderen Medium nicht geleistet werden kann.

Es gibt **verschiedene Medien des Schreibens** und Lesens, die spezifische Vor- und Nachteile haben. **Schriftrollen** sind z.B. eher unhandlich und unstrukturiert. Es ist relativ schwer, bestimmte Textstellen zu finden. **Handschriftliche Bücher** (Manuskripte) sind schon effizienter, da es leichter ist, in einem Buch zu blättern als eine Schriftrolle aufzurollen. Es gibt in Manuskripten auch schon eine bessere Struktur (z.B. durch sog. Initialen, also die verzierten Anfangsbuchstaben eines Absatzes, die es leichter machen, bestimmte Textstellen zu finden). Das **gedruckte Buch** ist die Grundlage der modernen Wissenschaft, da erst durch den Buchdruck die Produktion von einer großen Zahl von völlig gleichartigen Exemplaren eines Textes möglich war. Unterschiedliche Manuskripte desselben Textes unterscheiden sich oft noch, da Schreiber unterschiedliche Schriften verwendeten und die Seitengliederung daher variierte. Erst mit dem Buchdruck setzte sich die Verwendung von Seitennummerierung, Inhaltsverzeichnissen und Indices durch. **Elektronische Texte (Hypertexte)** lösen die Struktur der gedruckten Bücher wieder auf. Es gibt keine Seitennummerierung mehr, allerdings gibt es wesentlich komplexere Möglichkeiten der Gliederung und der Suche (z.B. Volltextsuche). Es ist eine offene Frage, wie sich dieser Prozess auf die Wissenschaft auswirken wird.

Unterschiede zwischen Text und Hypertext:

Es gibt vier wesentliche Unterschiede zwischen gedruckten Büchern und elektronischem Text (Hypertext). Gedruckte Bücher sind im Wesentlichen linear, d.h. sie werden in der Regel von der ersten bis zur letzten Seite gelesen. Niemand würde allerdings auf die Idee kommen, das WWW von der ersten bis zur letzten Seite zu lesen, weil auch gar nicht klar ist, was die erste Seite ist. Die Struktur von gedruckten Büchern und Hypertext ist also unterschiedlich. Elektronische Texte sind auch offener als gedruckte Bücher, in dem Sinn, dass es möglich ist, immer wieder eine neue Version eines Texts zu veröffentlichen, während ein gedrucktes Buch ein für alle Mal fertig ist, wenn es aus der Druckerpresse heraus kommt. Ein weiteres Merkmal von elektronischem „Text“ besteht darin, dass der Computer große Möglichkeiten der Interaktivität zur Verfügung stellt. Insbesondere in Simulationen und Computerspielen (Edutainment) können diese Möglichkeiten der Interaktion verwendet werden. Interaktivität ist eine interessante neue Möglichkeit, die der Computer bietet, die aber im E-Learning noch zu wenig genutzt wird. Es ist allerdings sehr aufwändig, interaktive Elemente zu programmieren, daher sollte die Aufnahme von

derartigen Möglichkeiten gut überlegt sein.

Außerdem ermöglicht der Computer die Integration von neuen Medien, zunächst einmal Bild, Ton und Video/Animation. In Bücher kann man im Prinzip auch Bilder verwenden, allerdings sind das im klassischen Buchdruck zwei unterschiedliche technische Verfahren. Im Computer wird alles durch Pixel dargestellt, daher wachsen Bild und Text zusammen und lassen sich wesentlich leichter integrieren als in Büchern (diagrammatischer Raum). Im E-Learning ist es insbesondere wichtig, die neuen Möglichkeiten des Mediums Computer auszunützen. Ein Mathematik-Lernprogramm am Computer sollte also nicht nur ein elektronisches Skriptum sein, sondern z.B. interaktiv lösbar Beispiele enthalten, die auf hypertextuelle Weise mit Erklärungen zu diesen Beispielen verbunden sind, die den Lernenden umfängliches Blättern ersparen. Bilder und Animationen sollten eingesetzt werden, um den Lehrstoff anschaulicher zu machen. Allerdings ist auch hier Vorsicht geboten, weil Bilder und Animationen leicht als kindisch angesehen werden und professionell gestaltet werden sollten.

4. Distance Education/E-Learning

Im Bereich Distance Education/E-Learning gibt es sehr viele unterschiedliche Begriffe, die zum Teil überlappend verwendet werden. In den letzten Jahren hat sich E-Learning als Oberbegriff für alle Arten des Lernens mit dem Computer durchgesetzt, obwohl es primär Lernen über das Internet bezeichnet. Distance Education ist Fernunterricht über das Internet.

Fernunterricht gibt es schon sehr lange (ca. seit der zweiten Hälfte des 19.Jhdts). Der Fernunterricht verwendete bis vor Kurzem hauptsächlich Skripten, die mit der Post verschickt wurden. Später kam auch Fernunterricht über das Fernsehen dazu.

Fernunterricht beruht darauf, dass Lehrende und Lernende sich nicht zur selben Zeit am selben Ort befinden (im Gegensatz zum traditionellen Unterricht).

Die Popularität von Distance Education hängt auch mit der politischen Situation zusammen, die durch die Deregulierung der Wirtschaft gekennzeichnet ist. In dieser deregulierten Situation werden staatliche Aktivitäten wie etwa Bildung zunehmend als möglicher Markt für Privatunternehmen angesehen. Insbesondere große Medienunternehmen (wie etwa Time Warner oder der Bertelsmann-Konzern) sind an diesem Markt außerordentlich interessiert.

Das Internet ermöglicht es, weltweit Ausbildungsprogramme anzubieten. Nur diese Situation macht es für große Konzerne interessant, in diesen Markt einzusteigen. So können grundsätzlich qualitativ hochwertige Ausbildungsprogramme erstellt werden. Andererseits wird gegen diese Tendenz häufig eingewandt, dass in Zukunft vermutlich angloamerikanische Anbieter den Markt dominieren werden und dass daher kulturelle Spezifika kleinerer, schwächerer Länder in globalisierter Bildung nicht berücksichtigt werden. Bereits bestehende virtuelle Universitäten wie etwa die Phoenix University lassen vermuten, dass auch die Qualität der Bildung durch die Ausrichtung an möglichst hohen Gewinnen leidet. Dieser gesellschaftliche Kontext erklärt zum Teil, warum E-Learning im Moment so außerordentlich populär ist.

E-Learning ist nicht grundsätzlich besser als traditionelles Lernen. So wie traditionelle Lernformen kann auch E-Learning von hochmotivierten Lehrpersonen mit qualitativ hochwertigem Material betrieben werden oder auch von wenig motivierten Lehrpersonen mit schlechtem Material. Grundsätzlich bedeutet E-Learning, dass die Lernenden wesentlich autonomer werden. Das ist sicher positiv, bedeutet aber auch, dass die

Lernenden außerordentlich motiviert sein müssen, um einen Kurs zu beenden. Viele Lernende ziehen es vor, in einer stärker strukturierten Umgebung zu lernen (z.B. mit regelmäßigen Vorlesung, festgelegten Prüfungsterminen etc.), da es ihnen so leichter fällt, diszipliniert zu lernen. Im gewissen Ausmaß kommt es beim E-Learning zu einem Bedeutungsverlust der Lehrenden, da diese nicht mehr die wichtigste Quelle der inhaltlichen Autorität sind. Wichtiger ist das Unterrichtsmaterial und die Erkenntnisse, die die Lernenden für sich selbst gewinnen.

Allerdings spielen die Lehrenden als Betreuungspersonen noch immer eine sehr große Rolle.

Sie unterstützen die Lernenden darin, wie wissenschaftliche Arbeit durchgeführt werden sollte und geben ihnen Ratschläge, wie sie lernen sollen und wo sie Material finden. Beim Elearning und insbesondere bei Distance Education spielt physische Präsenz nur mehr eine untergeordnete Rolle. Man trifft die Lehrpersonen und anderen Lernenden nicht mehr persönlich sondern nur mehr bei Chats oder in Diskussionsforen im Internet. Von einigen Beteiligten wird das bedauert. In empirischer Forschung kann auch gezeigt werden, dass es in Arbeitsgruppen oft relativ schwierig ist, über das Internet zusammen zu arbeiten, da die Verbindlichkeit der Interaktion über das Internet wesentlich geringer ist als in der face-toface-Kommunikation. Eine Möglichkeit, diese Probleme zumindest teilweise zu überwinden ist eine Kombination von Präsenzlehre und von Distance Education (Blended Learning).

Von einigen WissenschaftlerInnen wird bezweifelt, dass das verwendete Medium (also entweder Schulklasse mit Tafel oder Fernsehen oder Internet) eine besonders starke Auswirkung auf die Lernsituation hat. Empirische Forschung zeigt, dass insbesondere das Engagement und der Stil der Lehrenden einen wesentlich größeren Einfluss auf das Unterrichtsgeschehen hat als das verwendete Medium. Wissenschaftler wie Clark oder Finn meinen daher, dass es mehr auf die Qualität der Inhalte und den gesellschaftlichen Kontext ankommt als auf das verwendete Medium.

Die Kosten für E-Learning bzw. Distance Education (wenn sie tatsächlich qualitativ hochwertig sein soll) sind in der Regel sehr hoch.

Grundsätzlich sollte E-Learning bzw. Distance Education nicht abgelehnt werden.

Allerdings werden diese Unterrichtsmethoden oft eher unkritisch betrachtet. Es ist daher wichtig, auch die Probleme, die damit einher gehen, aufzuzeigen. Manche dieser Probleme können überwunden werden, andere sind im Medium angelegt.

Viele E-Learning-Programme werden nicht von PädagogInnen erstellt. Die Qualität ist daher nicht sehr hoch, da diese Personen meist eher schlichte Vorstellungen davon haben, wie Menschen lernen. Das heißt nicht, dass von PädagogInnen erstellte Programme automatisch gut sind, aber die Wahrscheinlichkeit, dass auf die Bedürfnisse der Lernenden Rücksicht genommen wird, ist wesentlich größer. Kulturelle Probleme entstehen dann, wenn Elearning-Programme weltweit angeboten werden. Hier ist schon die Sprache ein großes Problem, da die Standard-Sprache im Internet Englisch ist. Dadurch sind Menschen, deren Muttersprache nicht Englisch ist, automatisch benachteiligt. Außerdem sind die Unterrichtsmethoden in unterschiedlichen Ländern sehr verschieden. Globalisierte Bildung ebnet diese Unterschiede ein und betrachtet die pädagogischen Ansätze der entwickelten westlichen Länder als die einzig möglichen. Technische Probleme spielen noch immer eine große Rolle. Viele Menschen (auch in Europa oder den USA) haben entweder überhaupt keinen Internetanschluss oder nur einen sehr langsamen Anschluss, sodass sie viele fortgeschrittene Angebote gar nicht nutzen können. Viele Technologien sind auch noch nicht so ausgereift, dass sie für einen

Masseneinsatz geeignet wären (z.B. Videoconferencing).

Trotzdem kann E-Learning in vielen Fällen sinnvoll eingesetzt werden. Allerdings muss dieser Einsatz gut geplant und mit den Betroffenen koordiniert sein.

4.1. Anwendungsbeispiel Ecodesign

Ecodesign ist ein Lernprogramm für nachhaltiges Produktdesign, das an der TU Wien entwickelt wurde. Durch dieses Programm sollen Kenntnisse darüber erworben werden, wie Produkte möglichst ökologisch produziert werden können. In diesem Zusammenhang sind nicht nur die verwendeten Materialien wichtig, sondern auch die Frage, wie lange die Transportwege der verwendeten Materialien sind oder ob es für ein Produkt ein sinnvolles Recycling-Verfahren gibt. Der Kurs wurde zwei Jahre lang an der TU Wien angeboten. Zielgruppe waren Industrieangestellte aus ganz Österreich, daher wurde der Kurs in der Form von Blended Learning angeboten (Blended Learning bedeutet, dass es sowohl Präsenzunterricht als auch Phasen des Online-Learning gibt).

Der Kurs richtet sich primär an ProduktentwicklerInnen, aber auch an MitarbeiterInnen in Marketingabteilungen oder vergleichbare Berufsgruppen. In der Regel verfügen diese Personen über eine längere Berufserfahrung, aber eine eher geringe Computer Literacy, insbesondere was E-Learning-Systeme betrifft. Die meisten von ihnen haben E-mail schon verwendet, sind aber mit Chat oder elektronischen Diskussionsforen nicht vertraut und stehen diesen Kommunikationsformen eher skeptisch gegenüber.

Der Ecodesign E-Learning-Kurs ist stark beispielorientiert aufgebaut. Die TeilnehmerInnen müssen, auf der Grundlage des elektronisch bereitgestellten Materials, sieben Beispiele lösen.

Diese Beispiele werden dann mit den TrainerInnen diskutiert. Zu den Beispielen finden jeweils Chats mit den TrainerInnen statt, die von alle TeilnehmerInnen besucht werden sollten. Die TeilnehmerInnen können in einem elektronischen Forum auch Fragen zu den Beispielen stellen. Da das selbständige und selbstgesteuerte Online-Lernen erfahrungsgemäß störungsanfällig ist, findet über den gesamten Kurs eine aktive Lernbegleitung durch Online-TutorInnen statt. Ziel ist neben der Unterstützung bei Präsenzphasen und der Motivation der TeilnehmerInnen, eine lernförderliche Situation in der Online-Lernumgebung zu schaffen (active tutoring). Im Ecodesign-Kurs stand den TeilnehmerInnen eine Online-Tutorin zur Verfügung, die erste Ansprechpartnerin bei allen Problemen war, die Chats organisierte und im Zweifelsfall säumige TeilnehmerInnen an die Abgabe der Beispiele erinnerte.

Begleitend zum Ecodesign-Kurs wurde eine Evaluation durchgeführt. Wichtige Ergebnisse werden im Folgenden kurz dargestellt.

Probleme:

- mangelhafte technische Ausstattung der Lernenden

Die meisten TeilnehmerInnen nahmen am Kurs über eine private Internetanbindung teil. Viele TeilnehmerInnen konnten wegen der firmeninternen Firewalls und der Nichtverfügbarkeit der nötigen Software auf den firmeninternen Rechnern auf das System nicht zugreifen. Die privaten Internetverbindungen waren häufig sehr langsam und für ein effizientes Lernen hinderlich. Videos und Animationen wurden daher auf einer CD-ROM mitgeliefert.

- Probleme mit Hypertext

Die Verwendung von Hypertext wurde sowohl von einigen EntwicklerInnen als auch von den TeilnehmerInnen eher abgelehnt. Die TeilnehmerInnen gingen davon aus, dass sie den gesamten Stoff lernen mussten und waren durch die hypertextuelle Organisation des Lernstoffs verwirrt. Einige KursteilnehmerInnen deuteten auf Befragen auch auf den wesentlichen Unterschied zwischen dem WWW (wo nur einzelne Seiten gesucht werden) und dem Ecodesign-Lernsystem hin (das in seiner Gesamtheit studiert werden muss). Die hypertextuelle Organisation spielte erst bei der Bearbeitung der Aufgaben eine Rolle, wo die KursteilnehmerInnen dann gezielt über den Hypertext in den Akten und in der Bibliothek suchten.

Die Einstellungen zur Sitemap, die im System enthalten war, waren sehr kontroversiell. Manche KursteilnehmerInnen fanden dieses Feature sehr positiv, da es ihnen einen guten Überblick über das System gäbe, andere meinten, dass Sitemaps völlig chaotisch wären und sie nichts damit anfangen könnten. Auch die Personen, die eine positive Einstellung zu Sitemaps hatten, navigierten nicht damit, sondern verwendeten sie eher, um einen Überblick zu bekommen. Die Links im Text wurden nur von einigen Personen benutzt. Querverweise im Text, die in einen anderen Teil des Dokuments führen, wurden von einigen Personen völlig abgelehnt, von anderen dagegen als positiv empfunden. Links, die zur logisch nächsten Seite führen (die also eine quasi lineare Struktur erzeugen), wurden von allen KursteilnehmerInnen als hilfreich beschrieben.

- Probleme mit Chat

Die TeilnehmerInnen kritisierten, dass Chats zu chaotisch seien, dass die Antworten im Zusammenhang mit einer Lernsituation nicht ausführlich genug seien und dass die Zeitverzögerungen bei den Antworten verwirrend seien. Diskussionsforen wurden dagegen eher als positiv angesehen. Von den sieben zu lösenden Beispielen sollte das letzte von den TeilnehmerInnen in Kleingruppen behandelt werden. Dabei wurden fast überhaupt keine Mittel der elektronischen Kommunikation verwendet, insbesondere nicht der im Rahmen des Ecodesign-Systems bereit gestellte Chat für die Kleingruppen. Die Interviews zeigten auch, dass die KursteilnehmerInnen praktisch keine Erfahrungen mit Chats hatten und dass einige mehr persönliche Kommunikation vorgezogen hätten. Andererseits sprachen sich insbesondere die KursteilnehmerInnen, die nicht in Wien wohnten, eher für mehr elektronische Kommunikation aus.

- Probleme mit Videos und Animationen

Die Meinung der KursteilnehmerInnen zu Bildern, Videos und Animationen waren recht einheitlich. Die meisten von ihnen fanden die Bilder gut und meinten, dass sie aus ihnen gelernt hätten. Die Videos dagegen wurden von der überwiegenden Mehrheit eher abgelehnt. Die generelle Aussage war, dass der Informationsgehalt im Vergleich zur Download-Zeit gering war. Die Videos wurden auch auf einer CD-ROM zur Verfügung gestellt, aber offenbar war es für einige der InterviewpartnerInnen zu mühsam, die CD-ROM anzusehen. Die meisten meinten auch, dass die Videos für die Bearbeitung der gestellten Aufgaben nicht notwendig wären.

- wichtig: Integration der Bilder in den Text

Grundsätzlich fanden die TeilnehmerInnen das Angebot an Abbildungen positiv. Bei einigen eher komplizierten Abbildungen wurde allerdings kritisiert, dass sie nicht sehr ausführlich beschrieben wurden und daher unverständlich waren. Manche Abbildungen waren auch schlecht in den Text integriert, sodass die TeilnehmerInnen nur mit Mühe abschätzen konnten, wo diese Abbildungen sinngemäß hinpassten.

4.2. Forschung zu Distance Education

Es gibt inzwischen eine sehr umfangreiche Forschung im Bereich E-Learning/Distance Education. Trotzdem ist die Diskussion in diesem Bereich oft nicht wissenschaftlich fundiert.

Das kann dazu führen, dass Probleme und Möglichkeiten bei der Einführung von E-Learning falsch eingeschätzt werden. Bei einer übereilten und schlechten Einführung von E-Learning kann es zu einer Vergeudung von Ressourcen und menschlicher Arbeitszeit kommen. Es ist daher sinnvoll, sich vor der Einführung von E-Learning Systemen darüber zu informieren, welche konkreten Erfahrungen es in diesem Bereich bereits gibt.

In diesem Zusammenhang sind mehrere Aspekte wesentlich. Ich möchte hier drei herausgreifen:

1. Einstellung der Lernenden
2. Eigenschaften der Lernenden
3. Kommunikation.

ad 1. Einstellung der Lernenden

Die Einstellung der Lernenden ist ein wichtiger Aspekt beim E-Learning, da sonst die Motivation fehlt, sich mit den über den Computer vermittelten Inhalten auseinander zu setzen.

Die Zufriedenheit der Lernenden hängt sehr stark von den Möglichkeiten zur Interaktion ab (Fast 1995). Wenn sie den Lehrenden Fragen stellen können und ins Unterrichtsgeschehen integriert sind, dann steigt auch die positive Einstellung zu Distance Education.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Einstellung der Lernenden zu Distance Education stark mit der allgemeinen Zufriedenheit der Studierenden, mit der Möglichkeit zur Kommunikation und mit der Wahrnehmung des Lernprozesses zusammenhängt. Die Zufriedenheit der Lernenden korreliert hauptsächlich mit organisatorischen Aspekten des Lernens (organisatorische Unterstützung durch Ausbildungsorganisation, etc.). Es gibt identifizierbare Faktoren, die die Einstellung der Lernenden und ihre Ansicht darüber, wie effektiv sie lernen, beeinflussen. Diese Faktoren sind ähnlich den Faktoren, die auch traditionell Lernende beeinflussen.

ad 2. Eigenschaften der Lernenden

Es gibt relativ deutliche Hinweise darauf, dass bestimmte Eigenschaften der Lernenden einen positiven Einfluss auf den Erfolg in Distance Education-Ausbildungen haben. Eine wesentliche Variable in diesem Zusammenhang ist die Frage, ob eine Distance-Education-Ausbildung beendet wird oder nicht. Zwischen Lernenden, die eine solche Ausbildung beenden und solchen, die das nicht tun, gibt es wesentliche Unterschiede. Generell sind Lernende mit einem höheren Bildungsniveau bevorzugt. Eine große Rolle spielt auch die Motivation und die Fähigkeit, das eigene Lernen eigenständig zu organisieren (z.B. durch ein gutes Zeitmanagement, durch konzentriertes Lernen etc). Lernende, die den dezidierten Wunsch haben, einen Abschluss zu erwerben, sind bei Distance Education erfolgreicher.

Wichtig ist auch, dass die Motivationen einem inneren Bedürfnis entspringt und Ziele nicht von außen (z.B. von LehrveranstaltungsleiterInnen) gesetzt werden. In diesem Zusammenhang sind auch ein höheres Gehalt oder eine erfolgreiche Karriere weniger wichtig als die Wahrnehmung persönlicher Herausforderungen. Der individuelle Lernstil als Solches ist weniger wichtig. Die Untersuchung geschlechtsspezifischer Unterschiede hat keine eindeutigen Unterschiede gezeigt.

ad 3. Kommunikation

Es gibt keine eindeutigen Hinweise, dass verstärkte Kommunikation die Zufriedenheit von Lernenden oder ihren Studienerfolg erhöht. Es gibt Situationen, in denen Lernende es vorziehen, allein zu lernen, da sie ihre Zeitpläne (wegen Berufstätigkeit, Kinderbetreuung etc.) nicht auf andere Personen abstimmen können. Solchen Lernenden geht Kommunikation auch nicht ab. Unter anderen Umständen kann Kommunikation aber auch zu einer stärkeren Gruppenzusammengehörigkeit führen.

4.3. Game-based Learning

Spielen ist für Kinder eine sehr wesentliche Aktivität, durch die sie sich Kenntnisse über die Welt aneignen, Regeln erlernen und Verhaltensweisen ausprobieren. Spielen stellt eine sehr natürliche Art des Lernens dar. Allerdings wird oft unterschiedlich definiert, was Spielen überhaupt ist. Von dieser Definition hängt jedoch ab, wie Spiele gestaltet werden sollten und wo Spiele eingesetzt werden können. Häufig wird argumentiert, dass Spiele ihren Zweck in sich tragen. Dadurch unterscheiden sich Spiele von Arbeit, die immer eine bestimmte Zielsetzung hat, die von außen gegeben ist. Spiele werden jedoch um ihrer selbst willen gespielt, und nicht, um etwas zu erreichen. Der Grund dafür ist, dass Spiele Spaß machen (oder es zumindest machen sollten). Spiele ermöglichen oft auch ein Heraustreten aus der Realität. Kinder haben bei Spielen einen gewissen Freiraum, in dem sie Verhaltensweisen erproben können. Auch für Erwachsene ermöglicht das Spielen manchmal das Ausprobieren anderer Rollen, die sie in der Realität nicht übernehmen könnten (z.B. bei Online-Rollenspielen). Spiele können allein durchgeführt werden (z.B. Solitaire), oft sind sie aber auch eine gemeinsame Unternehmung. In solchen Spielen lernen Kinder, nach welchen Regeln menschliche Zusammenarbeit funktioniert und wie man sich in einer Gruppe verhalten sollte. Spiele gehorchen immer bestimmten Regeln, die eingehalten werden müssen. Diese Regelbasiertheit unterscheidet Spiele von der Realität, wo es zwar Regeln gibt, die aber nicht immer befolgt werden (was oft zu Frustrationen führt). In manchen Definitionen von Spielen wird argumentiert, dass Spiele immer kompetitiv sind. Es gibt allerdings Spiele, die das nicht sind (Lego, manche Arten von Rollenspielen,...).

Die oben angeführten Charakteristika gelten im Wesentlichen auch für Computerspiele. Da Spielen eine natürliche Art des Lernens ist, liegt es nahe, diese auch im Unterricht einzusetzen. Es gibt allerdings Probleme, die dabei auftreten können. Eines der grundsätzlichen Probleme liegt darin, dass Spiele per definitionem zweckfrei sind. Das ist bei Lernprogrammen jedoch nicht der Fall. Diese folgen immer einem Zweck (nämlich dem Lernen bestimmter Inhalte). Dadurch können Widersprüche zwischen dem Spiel und dem Lernen entstehen.

Bestimmte Lerntheorien können mögliche positive Effekte von Game-based Learning besser erklären als andere, z.B. konstruktivistische Lerntheorien. In Computerspielen wird nicht bestimmtes abgegrenztes Lernmaterial präsentiert, sondern die Lernenden werden dazu motiviert, im Lauf des Spiels Erkenntnisse eigenständig zu erarbeiten. Die Lernenden lernen, indem sie das Spiel erkunden (exploratives Lernen). Lernen durch Entdecken zählt zwar eher zu den kognitivistischen Lerntheorien (siehe Lerntheorie von Bruner), spielt aber auch für konstruktivistische Lerntheorien eine große Rolle. In manchen Spielen kommt es auch zu "cognitive apprenticeship", also zu Lernen durch aktives Mitmachen mit ExpertInnen (z.B. in Online-Rollenspielen).

Ein wesentliches Argument für die positiven Effekte von Computer-based Learning ist, dass diese die Lernmotivation deutlich erhöhen. Lernspiele bedeuten Herausforderung, sie fördern die Neugier und die Phantasie der Lernenden, und sie ermöglichen es den Lernenden, ein Gefühl der Kontrolle über den eigenen Lernprozess zu entwickeln. Es gibt einige empirischen Untersuchungen zu möglichen positiven Effekten von Game-

based Learning, allerdings ergeben diese Untersuchungen noch kein völlig schlüssiges und widerspruchsfreies Bild. Das liegt unter anderem daran, dass diese Untersuchungen nicht immer sehr systematisch sind und ihre Darstellung in der Literatur oft viele Fragen offen lässt.

Es gibt aber bestimmte Hinweise darauf, dass manche Fähigkeiten durch Game-based Learning gefördert werden, u.a. visuelle Fähigkeiten (visuelle Aufmerksamkeit, Erkennen von visuellen Darstellungen etc.), Fähigkeiten zur Problemlösung und zum strategischen Denken, Computer Literacy (die Fähigkeit, mit Computern sinnvoll umgehen zu können), Meta-Kognition (die Fähigkeit, über die eigene Erkenntnistätigkeit nachzudenken und diese durch geeignete Maßnahmen zu verbessern, z.B. durch sinnvolle Lernstrategien,...) oder auch das Selbstbewusstsein (das kann dadurch gestärkt werden, dass Leute Kontrolle über ein Lernspiel erwerben).

Andererseits gibt es auch problematische Aspekte beim Entwickeln von Game-Based Learning. Oben wurde schon erwähnt, dass es zu Widersprüchen zwischen Spielen und Lernen kommen kann. Auf der einen Seite soll ein Spielziel erreicht werden, das Spaß macht, auf der anderen Seite soll über die Lerninhalte reflektiert werden. Oft lassen sich diese beiden Zielsetzungen nur schwer integrieren, da sie an sich widersprüchlich sind. Insbesondere in Lernspielen, bei denen es darauf ankommt, ein Ergebnis in einer bestimmten Zeit zu erreichen, ist Reflexion über die präsentierte Information sehr schwierig. Für ein sinnvolles Lernen ist Reflexion allerdings notwendig. Es ist auch eine offene Frage, ob Spiele für sich alleine stehen sollen oder von Lehrenden begleitet und erklärt werden sollen. Wenn es eine Begleitung durch Lehrende gibt, kann u.U. die Problematik abgefangen werden, die sich aus dem Widerspruch zwischen Spiel- und Lernziel ergibt. In moderierten Diskussionen über die Arbeit mit einem Lernspiel kann Reflexion unterstützt werden.

Darüber hinaus ist die Entwicklung von Lernspielen außerordentlich kostspielig, da sie den Standards von normalen Computerspielen entsprechen sollten. Ansonsten werden Lernspiele von den Lernenden nicht ernst genommen. Es ist auch schwierig, in Lernspielen eine gute Balance zwischen Herausforderung und Fähigkeiten der Lernenden zu finden (zu leichte Spiele sind langweilig, zu schwierige frustrierend).

Computerspielentwickler haben sich mit diesem Thema jahrelang beschäftigt und kennen gute Lösungen für dieses Problem. Für Lernspiele gibt es allerdings noch nicht so viele Erfahrungen. Bei Computerspielen gibt es auch große Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen, obwohl diese Unterschiede langsam aber doch tendenziell verschwinden. Mädchen spielen generell weniger Computerspiele.

Wenn sie spielen, dann bevorzugen sie oft andere Spiele als Jungen (Mädchen: Spiele mit eher sozialem Charakter, Jungen: Ego-Shooter).

Generell wird bei Computerspielen oft kritisiert, dass sie einerseits zu Suchtverhalten führen und andererseits häufig gewalttätiges Verhalten unterstützen. Auf beide Problemfelder kann im Rahmen der Vorlesung nicht näher eingegangen werden. Sie müssen aber bei Game-based Learning berücksichtigt werden.