

Erläuterungen zu den Folien zur Vorlesung „Vernetztes Lernen“

Margit Pohl

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 Bereich 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.

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 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 halbbewusste 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 Bereich 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 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.

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 meint, dass Sprache eine innere Struktur hat, die von Kinder 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 die Interpretation von 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.) und nicht komplizierte Figuren (Gesetz der guten Gestalt). Elemente, die einander ähnlich sind oder die nahe beieinander sind, werden als zusammengehörig betrachtet (Gesetz der Ähnlichkeit, Gesetz der Nähe). 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 (Aha-Erlebnis).

Die Gestaltpsychologie spielt heute beim Design von Interfaces eine große Rolle. Die Organisation von Bildschirminhalten 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 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 der jeweils eigenen Interessen konstruiert werden. Piaget geht davon aus, dass Kinder von Natur aus neugierig sind und aktiv nach Erkenntnis streben.

Piaget geht von 4 verschiedenen Entwicklungsstufen aus. 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. Kinder sind zunächst 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. Kinder internalisieren später geistige Leistungen (d.h. die Objekte müssen nicht mehr physisch anwesend sein, damit sie damit operieren). Auf der höchsten Stufe können Kinder dann komplexe abstrakte Operationen ausführen und systematisch Hypothesen bilden, die sie in organisierter Form untersuchen.

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

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.

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 geklärt, wie Lernen im Gehirn funktioniert.

Grundlage der Kognitionswissenschaft ist die sogenannte Computemetapher 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). 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.

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 ausdehnen.

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 stark 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.

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. 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. Es ist auch z.T. mit anderen derartigen Modellen vereinbar.

2.2. Human-Computer Interaction

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 ExperInnen 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.

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-Artifact 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 überwandern 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.

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. 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. 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.

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 Elemente 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.

Donald Norman, einer der bekanntesten Forscher im Bereich Human-Computer Interaction, geht von zwei Grundprinzipien der HCI aus: Sichtbarkeit (visibility) und Aufforderungscharakter (affordance). Sichtbarkeit bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die Funktion eines Instruments aus der äußeren Gestalt ableitbar ist. Das ist bei traditionellen Werkzeugen der Fall. Aus der Form eines Hammers lässt sich durch Ansehen und Ausprobieren heraus finden, wozu er gut sein könnte. 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.

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.

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 Lerntheorie von Ausubel dargestellt werden, die für die Diskussion von E-Learning ebenfalls sehr wichtig sind.

Die beiden anderen Ansätze (Konstruktivistische Lerntheorien, Instructional Design) beruhen auf unterschiedlichen philosophischen Ansätzen. Instructional Design ist eine objektivistische Theorie. Das bedeutet, dass sie davon ausgeht, 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 wider. 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 – bedeutungshaftes 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. Sinn ist nicht beobachtbar und für die Behavioristen daher nicht wissenschaftlich erforschbar. 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 also 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 Entdeckung 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. 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). Die Analyse von Aufgaben und die Vermittlungsmethode spielt also im ID eine große Rolle. Allerdings werden hier (im Gegensatz zu konstruktivistischen Ansätzen) individuelle Unterschiede nicht berücksichtigt. Eine bestimmte 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). Außerdem spielen nur kognitive Variablen eine Rolle. Motivation oder die Beziehung zwischen Lehrenden und Lernenden ist für das Lernen im ID nicht von Bedeutung.

3.3. Konstruktivistische Lerntheorien

siehe auch Kapitel über Jean Piaget

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 E-Learning 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 macht, 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 Buches 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.

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 auszunutzen. 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 anglo-amerikanische 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 E-Learning 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-to-face-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 E-Learning-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.