

Material zum sechsten Vorlesungstermin „Didaktik der Informatik“

Dr. Nicole Weicker
Universität Stuttgart
weicker@informatik.uni-stuttgart.de

3. Juni 2005

1 Lerntheorien

Definition 1 (Lernen) *Lernen* nennt man eine Veränderung im Verhalten oder im Verhaltenspotential eines Organismus in einer bestimmten Situation, die auf wiederholte Erfahrungen des Organismus in dieser Situation zurückgeht (Gudjons, 2001)

Lernen ist also – anders als Erziehung – ein *wertneutraler Begriff*. Es geht um die Kennzeichnung von Änderungen (nicht wie beim Erziehungsbegriff um Verbesserung) menschlicher Verhaltensdispositionen, die durch Verarbeitung von Erfahrungen erklärt werden können.

1.1 Behavioristisches Lernen

Eines der ersten lernpsychologischen Modelle stellt der Behaviorismus dar, den Watson (1913) von der Erklärung von Tierverhaltensweisen auf die menschliche Psychologie übertragen hat. Allein das beobachtbare Verhalten spielt für diese Lerntheorie eine Rolle, so dass Lernen sich auf die Veränderung von Verhalten aufgrund von Reizen und bedingten Reaktionen konzentriert.

Diese Sichtweise von Lernprozessen gilt aufgrund der Erkenntnisse des Kognitivismus und der Konstruktivismus inzwischen als überholt, prägt jedoch nach wie vor das Weltbild vieler Lehrender.

Das klassische Konditionieren (Pawlow) Zunächst wertneutrale Reize der Umwelt können durch eine wiederholte zeitliche und räumliche Verbindung mit Ereignissen zu Signalen werden, die eine bestimmte Reaktion hervorrufen. Dieser Prozess läuft unbewusst ab und wirkt in erster Linie auf die Emotionen des Lebewesens. Beispiele

hierzu: Speichelfluss eines Hundes beim Hören eines Glockenklang auch ohne dass Futter geboten wird (Pawlow); Kind hat Angst vor weißen Kitteln, weil es mehrfach eine Spritze von einem weißbekittelten Arzt bekommen hat.

Über die erste Verbindung neutralen Reizes mit einem Ereignis kann es zu einer Reizgeneralisierung (Angst bereits bei Sehen von weißer Kleidung) kommen oder zu bedingten Reaktionen zweiter Ordnung (Brechreiz infolge der Verkettung mit weiteren neutralen Signalen bei Prüfungssituationen, z.B. ernstes Gesicht des Lehrers). Die Verbindung kann bekräftigt werden, wenn der Zusammenhang sehr häufig auftritt. Sie kann auch gelöscht werden, wenn gegenteilige Erfahrungen gemacht werden. Eine Gegenkonditionierung kann entstehen, wenn eine negative Reaktion (z.B. Angst vor Spinnen) mit einem positiven Reiz gekoppelt wird (Anbieten einer Lieblingsspeise). Durch eine Gegenkonditionierung kann die negative Reaktion durch die Reaktion auf den positiven Reiz überwunden werden. Diese Techniken werden vor allem in der Verhaltenstherapie eingesetzt.

Operantes Lernen (Skinner) Erweiterung der Reiz-Reaktions-Verbindung durch Skinner (und Thorndike) bei der gelernt wird, dass eigenes Verhalten einen bestimmten Effekt haben kann. Lernen am Erfolg und durch Verstärkung (positive Verstärkung durch Lob, Belohnung, oder negative Verstärkung durch den Entzug einer unangenehmen Konsequenz) gehört in den Bereich des operanten Lernens. Bestrafung führt zu keiner Verstärkung eines gewünschten Verhaltens sondern nur zu einer Unterdrückung des unerwünschten Verhaltens. Nicht-Bekräftigung führt zum Löschen der Reiz-Reaktions-Verbindung. Skinners Theorie wird auch als Theorie der Verstärkungskontingenzen bezeichnet. Einsatz in der Tierdressur, in der Werbung, im Programmieren Lernen und in der Verhaltenstherapie.

Lernen am Modell (Bandura) Bandura hat über Experimente nachgewiesen, dass der Mensch durch Beobachtung lernt. Dabei liegt zwischen der Anregung des Verhaltens durch ein Modell und der Ausführung des Verhaltens erhebliche kognitive Verarbeitungsprozesse:

- Aufmerksamkeitszuwendung
- Behaltensphase
- Reproduktionsphase
- motivationale Phase (Bewertung und Entscheidung darüber, ob das Verhalten wiederholt wird)

Wichtige Faktoren für die Imitation von Verhalten sind

- wird das entsprechende Verhalten bewusst wahrgenommen

- welche Reaktion der Umwelt auf das Verhalten wird erwartet (antizipierte äußere Verstärkung)
- hat das Modell mit seinem Verhalten Erfolg (stellvertretende Verstärkung)
- betrachtet der Beobachter das Verhalten als gut oder nützlich (Selbstregulation)

1.2 Kognitivistisches Lernen

Kognitives Lernen – Neurobiologische Grundlagen Das Gehirn ordnet Informationen, die es speichert, zu komplexen Netzen. Von größter Bedeutung ist, dass das Gehirn neben einzelner Bausteine (z.B. eines Ereignisses) jeweils auch deren Kontext speichert, also wo, wann und unter welchen Umständen dieses Ereignis stattgefunden hat. Das gilt vor allem auch für die emotionalen Begleitumstände: eindruckliche emotionale Begleitumstände fördern nachweislich die Gedächtnisleistung.

Neben der Abspeicherung von aus der Umwelt eingehenden Reizen, werden den Reizen im Gehirn Bedeutungen zugemessen. Die Konstituierung von Bedeutungen ist rein individuell. Gedächtnissystem und Bewertungssystem hängen untrennbar zusammen, Gedächtnis ist ohne Bewertung nicht möglich und jede Bewertung geschieht wiederum aufgrund des Gedächtnisses, also früherer Erfahrungen und Bewertungen.

Dabei ist das Gehirn selbstreferentiell. Das bedeutet: das Gehirn muss seine Kriterien, nach denen es seine eigene Aktivität bewertet, selbst entwickeln, und zwar aufgrund früherer interner Bewertungen der Eigenaktivität. Wahrnehmung ist keine direkte Abbildung der vorhandenen Wirklichkeit, vielmehr sind auch Wahrnehmung und Erkenntnis konstruktive Vorgänge, in denen wir neutralen Signalen Bedeutung geben. Zugespielt formuliert: Die Wirklichkeit wird vom Menschen nicht *ge-*, sondern *erfunden*. Das ist die erkenntnisbiologische Grundlage des Konstruktivismus.

Im Gehirn gibt es eine enge Koppelung zwischen dem Gedächtnissystem, das im Hippocampus und Teilen der Großhirnrinde untergebracht ist, und dem limbischen System, das alles bewertet, was von den äußeren Sinnesorganen und dem Gehirn wahrgenommen wird. Das limbische System ist für die emotionale Tönung der Denkprozesse verantwortlich. Durch die enge Kopplung des limbischen Systems mit dem Gedächtnissystem wird verständlich, dass Menschen sich an Ereignisse, die mit starken Gefühlen verbunden sind, leichter erinnern als an solche, die den Menschen gefühlsmäßig kalt lassen.

Lernen ist gehirnpfysiologisch gleichbedeutend mit dem Aufbau oder der Umstrukturierung von neuronalen Netzwerken.

Das Gedächtnissystem wird unterschieden in

- das Wiedererkennungsgedächtnis
- das Arbeitsgedächtnis – die Instanz, die von Moment zu Moment die wache Aufmerksamkeit mit passenden Informationen aus dem im Gehirn gespeicherten Wissensschatz zusammenbringt.

- das Assoziationsgedächtnis – ruft Informationen ab, die im
- Langzeitgedächtnis abgelegt sind. Dieses lässt sich gliedern in
- das deklarative oder explizite Gedächtnis, das alles umfasst, was an bewusstem Wissen verfügbar ist, und
- das prozedurale oder implizite Gedächtnis, das alle Fertigkeiten umfasst, die eingeübt sind und beherrscht werden, ohne dass ein genaues Wissen oder eine Bewusstheit notwendig ist.

Je stärker eine im Gedächtnis abgelegte Information verknüpft ist, also je mehr Sinnzusammenhänge zwischen dieser Information und anderem abgelegten Wissen vorhanden ist, desto leichter kann auf diese Information zugegriffen werden. Wenn dagegen einem Lerner der Bezug zum relevanten Kontext fehlt, ist die Information für ihn wenig bedeutsam und wird zum „trägen Wissen“.

Kognitives Lernen – Lernen als Informationsverarbeitung Die drei Klassiker zu den Theorien über den Aufbau kognitiver Strukturen sind Gagné (1970) (Begriffe als Bausteine des Wissens beim Regellernen), Ausubel (1974) (sinnvolles rezeptives Lernen durch Angliederung des neuen Lernstoffes an das Vorwissen) und Bruner (1974) (Erwerb von Problemlösefähigkeiten und intuitivem Denken durch entdeckendes Lernen).

Neuere Theorien begreifen Lernen (vom Wissenserwerb bis zur Begriffsbildung und zum Problemlösen) als Informationsverarbeitung in Analogie zum „Elektronengehirn“, dem Computer. (Obwohl: Gehirn ist Produzent, Computer ist Produkt!). Entscheidend ist, dass Reize nicht direkt zu Verhalten führen, sondern in einem komplizierten Prozess verarbeitet, umgestaltet und verändert werden. Für eine Verankerung von Informationen (Fakten oder Verhalten) im Langzeitgedächtnis ist neben der Aufnahme, der Aufmerksamkeit, der positiven Entscheidung der Kontrollinstanz zur vorübergehenden Speicherung im Kurzzeitgedächtnis eine eventuell mehrfache Wiederholung sowie eine Verknüpfung und Integration in bestehende Gedächtnisstrukturen notwendig. Ohne eine solche Verbindung der neuen Information mit bereits bestehenden Wissen kann auf die neue Information nur in sehr begrenztem Umfang zugegriffen werden. Besonders wichtig zur Schaffung eines guten Ankergrundes sind die folgenden Faktoren:

- logische Ordnungen oder hierarchische Organisation des Lernmaterials
- explizite Verbindungen mit bereits bekannten Wissensinhalten Ausubel (1974)
- Eigenaktivität des Lernenden (Aebli, 1980, „Denken geht aus dem Handeln hervor, und es trägt – als echtes, d.h. noch nicht dualistisch pervertiertes Denken – noch grundlegende Züge des Handelns, insbesondere seine Zielgerichtetheit und Konstruktivität“) Lernpsychologisch ist daher nicht allein der Wissenserwerb wichtig, sondern vor allem auch der Aufbau von Handlungskompetenz.

- Sinn des zu Lernenden

Die beste kognitive Strategie der Informationsverarbeitung oder der Problemlösung nützt nichts, wenn die Lernenden nicht motiviert sind. Motivation ist eine der entscheidenden Bedingungen des Lernens überhaupt. Dabei hängen Motivation, Emotion und Kognition äußerst eng zusammen.

Die neuere kognitive Psychologie fasst Lernen als *bedeutungsvollen* Prozess der Informationsverarbeitung auf. Lernen wird vom Subjekt und seinen Motiven her als Erweiterung subjektiver Erfahrungs- und Lebensmöglichkeiten, als expansives Lernen verstanden Holzkamp (1993).

(Krapp and Weidenmann, 2001, Seite 603ff) Unterricht als eine Situation, in der mit pädagogischer Absicht und in organisierter Weise von Lehrenden Lernprozesse initiiert, gefördert und erleichtert werden, ist nur ein Angebot. Dabei werden Erfahrungsmöglichkeiten bereitgestellt, die den aktiven Aneignungsprozess der Lernenden unterstützen. Die zugrundeliegende pädagogische Grundorientierung bestimmt dabei wesentlich, wie eine entsprechende Lernumgebung (Unterrichtsmethoden, -techniken, Lernmaterialien und Medien) gestaltet werden kann. Im weiteren werden drei puristische Positionen zum Lehren und Lernen vorgestellt. Dabei handelt es sich

- um die behavioristisch geprägte Auffassung und die Gestaltung von verhaltenorientierten Lernumgebungen.
- um die kognitivistisch geprägte Auffassung und die Gestaltung von gegenstands-zentrierten Lernumgebungen.
- um die konstruktivistisch geprägte Auffassung und die Gestaltung von situierten Lernumgebungen.

Folgerungen für die Lehre Die übliche Vorgehensweise des Lehrens teilt dem Lehrenden eine aktive Rolle zu, während der Lernende den passiven Part übernimmt. Systematisch-schrittweises Vorgehen, Frontalunterricht, strenge Fächergrenzen und strikte Lernerfolgskontrollen sind typische Merkmale für einen gegenstandsorientierten Unterricht. Lernen wird dabei als ein Prozess des Wissenserwerbs betrachtet, der streng regelhaft ablaufen und erfolgreich gesteuert werden kann. Das Ziel einer solchen Lehrstrategie ist es, den Lerngegenstand als fertiges System zu vermitteln, so dass der Lernende am Ende des Wissenstransports den vermittelten Wissensausschnitt in ähnlicher Form besitzt wie der Lehrende.

Der wesentliche Schwerpunkt liegt auf der Planung, Organisation und Steuerung des Unterrichts mit dem Ziel die präsentierten Wissensinhalte in ihrer Systematik verständlich und für den Lernenden entsprechend dieser Struktur aneignbar zu gestalten. Der Lernerfolg kann dabei bestimmt und gemessen werden.

Durch diese Konzentration auf instruktionale Aktivitäten übernimmt der Lehrende eine aktive Rolle als Wissensvermittler, der präsentiert, erklärt, die Lernenden anleitet

und den Lernerfolg überwacht. Die Rolle der Lernenden dagegen ist eher passiv. Eine eigene Strukturierung der Lehrinhalte ist wegen der „optimalen“ Aufbereitung nicht mehr notwendig.

Von Bedeutung ist in dieser gegenstandsorientierten Lehrstrategie die Evaluation also die Überprüfung, zu welchen Lernergebnissen die Instruktion geführt hat.

1.3 Konstruktivistisches Lernen

Im konstruktivistischen Ansatz wird Wissen als individuelle Konstruktion aufgefasst. Lernen ist vor diesem Hintergrund ein aktiver, konstruktiver Prozess in einem bestimmten Handlungskontext. Dazu hat die Lernumgebung vor allem Situationen anzubieten, in denen der Lernende eigene Konstruktionsleistungen erbringen kann. Unterrichten bedeutet in diesem Kontext mehr Unterstützen, Anregen und Beraten. Der Lehrende tritt in einer reaktiven Rolle hinter der aktiven Rolle des Lernenden zurück.

Das Ziel situierter Lernumgebungen ist es, dass die Lernenden neue Inhalte verstehen, die erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten flexibel anwenden und darüberhinaus Problemlösefähigkeiten und andere kognitive Strategien entwickeln können.

Evaluation im konstruktivistischen Lehren beurteilt den Prozess des Lernens mehr als das Lernergebnis. Es werden weder vergleichende Lernerfolgskontrollen noch Voraussagen von Lernergebnissen für wichtig erachtet.

Stellenwert des Konstruktivismus im Vergleich Die Wende vom Instruktionismus (dessen Basis sowohl behavioristische als auch kognitivistische Elemente umfasst) zum Konstruktivismus wird von Schulmeister (2002) als Paradigmenwechsel bezeichnet.

Es geht dem Konstruktivismus nicht nur darum, dem Lernenden „etwas mehr“ Verantwortlichkeit zuzuschieben, sondern den fundamentalen Wechsel von der Instruktion zum Lernen zu vollziehen. Der Lehrer ist nicht mehr der Steuermann und der Polizist des Unterrichts, sondern Ressource und Faciliator für den lernprozess. Der Lernende ist seine eigene Kontrolle. Die Abgabe des Verantwortung an den Lernenden ist kein bloßer motivationspsychologischer Trick des allmächtigen Lehrers, um den Lernenden besser manipulieren zu können. Es geht um den Lernenden selbst, als autopoietischem [(selbstgestaltendem)] Wesen, das fähig ist, selbsttätig zu lernen. (Schulmeister, 2002)

Die Frage ist weniger, wie Wissen vermittelt werden kann als vielmehr, wie Wissen konstruiert wird und in welcher Verbindung Wissen und Handeln stehen.

1.4 Vergleich der verschiedenen Lernmodelle

Kategorie	Behaviorismus	Kognitivismus	Konstruktivismus
Das Gehirn ist ein	passiver Behälter	Computer	informationell geschlossenes System
Wissen wird	abgelagert	verarbeitet	konstruiert
Wissen ist	eine korrekte Input-Output-Relation	ein adäquater interner Verarbeitungsprozess	mit einer Situation operieren zu können
Lernziele	richtige Antworten	richtige Methoden zur Antwortfindung	komplexe Situationen bewältigen
Paradigma	Stimulus-Response	Problemlösung	Konstruktion
Strategie	lehren	beobachten und helfen	kooperieren
Die Lehrperson ist	Autorität	Tutor	Coach, Spieler, Trainer
Feedback wird	extern vorgegeben	extern modelliert	intern modelliert

1.5 Wissensbasierter Konstruktivismus

Wissensbasierter Konstruktivismus verbindet den Kognitivismus (Instruktivismus) und des Konstruktivismus. Dabei wird Lernen als eine persönliche Konstruktion von Bedeutungen interpretiert, die allerdings nur dann gelingt, wenn eine ausreichende Wissensbasis zur Verfügung steht. *Wer nichts weiss, der kann auch nicht vernetzt denken.*

Fünf Prozessmerkmale des Lernens Reinmann-Rothmeier and Mandl (2001)

- „Lernen ist ein *aktiver* Prozess.“ Effektives Lernen ist nur bei aktiver Beteiligung der Lernenden möglich. Dabei ist Voraussetzung, dass sie Motivation und ein situatives Interesse entwickeln.

- „Lernen ist ein *selbstgesteuerter* Prozess.“ Wissenserwerb unterliegt stets einer gewissen Steuerung, Kontrolle und Verantwortung durch den Lernenden, auch wenn das Ausmaß sehr unterschiedlich ist. Aber Wissenserwerb *ohne* jeglichen Selbststeuerungsanteil ist nicht denkbar.
- „Lernen ist ein *konstruktiver* Prozess.“ Lernen baut aber stets auf vorhandenen Kenntnissen und Fähigkeiten auf. Ohne einen hinreichenden Erfahrungs- und Wissenshintergrund sind solche Aufbauleistungen als eigene Konstruktionen nicht möglich, es ergeben sich keine kognitiven Prozesse, die wirklich dauerhaft das eigene Können und Wissen stabilisieren.
- „Lernen ist ein *situativer* Prozess.“ Lernen erfolgt immer in spezifischen Kontexten. Diese kontextuellen Bezüge liefern den Interpretationshintergrund für die Bewertung der Lerninhalte. Sie ermöglichen und begrenzen zugleich die konkreten Lernerfahrungen.
- „Lernen ist ein *sozialer* Prozess.“ Aus der Eingebundenheit des Einzelnen in eine Gemeinschaft ergibt sich, dass Wissen zugleich auch aus sozialen Aushandlungsprozessen erwächst. Kooperative Situationen kommt daher eine erhebliche Bedeutung zu.

Literatur

- Hans Aebli. *Denken: das Ordnen des Tuns*. Klett-Cotta, Stuttgart, 1980. Band 1: Kognitive Aspekte der Handlungstheorie.
- David P. Ausubel. *Psychologie des Unterrichts*. Beltz, Weinheim, 1974.
- Rüdiger Baumann. *Didaktik der Informatik*. Klett, Stuttgart, 1996.
- Jerome S. Bruner. *Entwurf einer Unterrichtstheorie*. Berlin-Verlag, Berlin, 1974.
- Franz Eberle. *Didaktik der Informatik bzw. einer informationstechnologischen und kommunikationstechnologischen Bildung auf der Sekunda*. Sauerländer GmbH Verlag, Aarau, 1996.
- Robert Mills Gagné. *Die Bedingungen des menschlichen Lernens*. Schroedel, Hannover, 2. edition, 1970.
- Herbert Gudjons. *Pädagogisches Grundwissen*. Klinkhardt, Bad Heilbrunn, 7. edition, 2001.
- Klaus Holzkamp. *Lernen: subjektwissenschaftliche Grundlegung*. Campus-Verlag, Frankfurt am Main, 1993.
- Peter Hubwieser. *Didaktik der Informatik: Grundlagen, Konzepte, Beispiele*. Springer, Berlin, 2000.

- Andreas Krapp and Bernd Weidenmann. *Pädagogische Psychologie*. Beltz, Weinheim, 4 edition, 2001.
- G. Reinmann-Rothmeier and H. Mandl. Unterrichten und lernumgebungen gestalten. In A. krapp and B. Weidenmann, editors, *Pädagogische Psychologie*, pages 601–646. Beltz, Weinheim, 4 edition, 2001.
- Sigrid Schubert and Andreas Schwill. *Didaktik der Informatik*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, 2004.
- Rolf Schulmeister. *Grundlagen hypermedialer Lernsysteme. Theorie - Didaktik - Design*. Oldenbourg, München, Wien, 2002.
- J.B. Watson. Psychology as the behaviorist views it. *Psychological Review*, 20:157–158, 1913.