

2 Die Konzeption von E-Learning: Wissenschaftliche Theorien, Modelle und Befunde

Bei der Entwicklung von multimedialen Lernumgebungen sind vielfältige didaktische Entscheidungen zu treffen. Je nach Art der zu vermittelnden Lerninhalte und je nach vorliegenden Rahmenbedingungen ist die für den jeweiligen Zweck bestgeeignete Lernumgebung zu konzipieren. Instruktionsdesign als wissenschaftliche Disziplin beinhaltet technologische Aussagen zur effektiven Gestaltung von Lernumgebungen.

Nach erfolgreichem Durcharbeiten dieses Kapitels kennen Sie

Lehrziele

- Grundlagen und Geschichte des Instruktionsdesigns,
- ausgewählte Modelle des Instructional System Design zur Planung und Konzeption von Lernumgebungen,
- unterschiedliche Modelle der ersten Generation des Instruktionsdesigns,
- die wichtigsten Modelle der zweiten Generation des Instruktionsdesigns, die die aktive Rolle des Lernenden betonen, sowie
- ein revidiertes Modell zur Planung und Konzeption von Lernumgebungen, das die Wechselwirkung verschiedener Entscheidungen betont.

2.1 Instructional Design: Die Idee

Instruktionsdesign (instructional design, ID) hat sich seit den späten fünfziger Jahren in Nordamerika und später in den übrigen englischsprachigen Ländern, aber auch in den Niederlanden, Belgien und Finnland als wissenschaftlich-technologische Teildisziplin der pädagogischen Psychologie bzw. der empirischen Erziehungswissenschaft entwickelt. Die Grundidee war stets die systematische und vor allem die differenzierte Anwendung pädagogisch-psychologischer Prinzipien bei der Konzeption von Lerngelegenheiten bzw. Lernumgebungen.

„Instruktion“ bezeichnet jedes systematische Arrangement von Umgebungsbedingungen, das geeignet ist, Kompetenzen zu fördern (Resnick, 1987, S. 51). „Instruktion“ ist damit anders als im Deutschen deutlich weiter gefasst als „Unterricht“ oder „Lehre“.

Dem 2002 verstorbenen Robert M. Gagné (s. Abb. 2.1) – unbestrittener Vater der „Instructional Design“-Idee – ging es in erster Linie um die Ablösung von Vorstellun-



Abb. 2.1:
Robert M. Gagné
(1926 – 2002)



*Unterschiedliche
Bedingungen erfor-
dern unterschiedliches
Vorgehen*

gen von „der richtigen Lehrmethode“ durch eine Konzeption, die versucht, für unterschiedliche Kategorien von Lernaufgaben und unterschiedliche Lernvoraussetzungen und Rahmenbedingungen die jeweils (relativ) bestgeeignete Lernumgebung zu finden.

Offensichtlich ist die Proklamation „der einen richtigen“ Lernumgebung bis heute virulent. Anfang der neunziger Jahre wurden „konstruktivistische“ Lernumgebungen mit missionarischem Eifer propagiert, später sahen einige in „offenen Lernumgebungen“ die Lösung. Diese Konzepte sind dabei keineswegs generell ungeeignet, sie sind lediglich *nicht generell* geeignet.

Dass Lernprozesse stochastischen Gesetzmäßigkeiten unterliegen, wird wohl von keinem wissenschaftlich arbeitenden Psychologen in Zweifel gezogen. Gleichzeitig ist klar, dass die Funktionszusammenhänge zwischen den Variablen externer und interner (individueller) Lernvoraussetzungen hochkomplex sind und zu vielen Zusammenhängen ökologisch valide empirische Befunde fehlen. Deshalb aber auf eine Fundierung der Konzeption von Lernumgebungen durch Untersuchungsergebnisse der Kognitionswissenschaften und der Psychologie zu verzichten, wäre vergleichbar dem Verzicht auf Befunde aus Biologie, Chemie und Physik in der Medizin.

Empirische Befunde

Es gibt klare empirische Befunde aus systematisch kontrollierten und in der Regel replizierten Untersuchungen, die zeigen, dass z. B.

- beim Begriffslernen die Anzahl, Art und Zusammenstellung von Positiv- und Negativbeispielen des zu lernenden Begriffs die Qualität des Lernergebnisses beeinflussen und eine optimale Strategie für die Präsentation von Beispielen existiert (Tennyson & Park, 1980),
- die gleichzeitige Präsentation von gesprochenem und geschriebenem Text zur Erläuterung eines Sachverhalts, der durch eine Animation veranschaulicht wird, im Durchschnitt schlechtere Lernergebnisse zur Folge hat als lediglich gesprochener Text (Mayer, 2001; s. auch Kap. 16),
- das Zugrundelegen einer individuellen Bezugsnormorientierung bei Rückmeldungen die Lernmotivation von Schülern im Vergleich zur üblichen sozialen Bezugsnormorientierung im Mittel deutlich steigert (Mischo & Rheinberg, 1995; Rheinberg, Vollmeyer & Rollett, 2000; s. auch Kap. 22),

- Bilder, Animationen oder Geschichten, die nichts zur Erklärung der intendierten Sachverhalte beitragen, sondern lediglich „irgendwie motivieren“ sollen, das Behalten und Verstehen des Lehrstoffs eher behindern als fördern (Mayer, 2001; s. auch Kap. 17),
- die Platzierung erklärender Texte innerhalb des Abbildes eines technischen oder biologischen Gegenstandes im Durchschnitt zu deutlich besseren Lernerfolgen führt als die Platzierung außerhalb der Grafik (daneben, darunter, auf der vorgehenden oder der folgenden Seite), auch wenn letztere Variante meist als ästhetisch besser gilt und daher intuitiv vorgezogen wird (Sweller, 1999; s. auch Kap. 17).

Sofern nun weder Falsifikation noch theoretisch wohlbegründete Annahmen existieren, die diese Aussagen relativieren, ist es vernünftig, die entsprechenden Prinzipien der Bildung von Empfehlungen für die didaktischen Konzeption zugrunde zu legen und bis auf weiteres anzuwenden. Die Gültigkeit der deskriptiven Aussagen (aus der Grundlagenforschung) ersetzt dabei nicht die empirische Prüfung der Effektivität der „technologischen Regeln“. Solange dies nicht geschehen ist, handelt es sich lediglich um begründete hypothetische Annahmen.

Instructional-Design-Theorien bzw. -Modelle bestehen in ihrem Kern aus technologischen Aussagen, die beanspruchen, durch deskriptive, stochastisch-gesetzesmäßige Aussagen (meist aus der psychologischen Forschung) fundiert zu sein. Die wissenschaftstheoretische Diskussion zur „Anwendung“ nomothetischer bzw. gesetzesähnlicher stochastischer Aussagen kann hier nicht angemessen wiedergegeben werden. Wissenschaftstheoretisch interessierte Leser seien daher auf die Beiträge von Bunge (1998, 2001) und Herrmann (1994) verwiesen und speziell für die Erziehungswissenschaft auf die Beiträge in Krapp und Heiland, (1981) sowie das Werk von Alisch (1995). Ohne Rekurs auf diese oder andere einschlägige Arbeiten ist eine seriöse wissenschaftstheoretische Bewertung technologischer Theorieansätze in der pädagogischen Psychologie und der Erziehungswissenschaft nicht möglich. Die schlichte Behauptung, man könne aus nomothetischen Gesetzmäßigkeiten keine technologischen Hypothesen begründen, ist abwegig. Auch hier trägt die Analogie zur Medizin: Wahrscheinlich resultieren viele neue Ideen für Pharmaka und Therapiepläne aus der biologischen und chemischen angewandten Grundlagenforschung. Die Wirksamkeit der „technologisch transformierten“ Aussagen muss aber stets eigenen empirischen Überprüfungen standhalten.

Technologische Aussagen

Wenn z. B. ein Krankheitssymptom nachweislich auf dem Mangel an einem bestimmten Hormon beruht, so folgt daraus nicht unbedingt, dass die richtige Therapie darin besteht, einfach dieses Hormon zuzuführen. Man wird aber auf der Basis des grundlagenwissenschaftlichen Wissens eine Vorgehensweise suchen, die geeignet ist, den Hormonmangel mit möglichst geringen Nebenwirkungen auszugleichen.

Analogie zur Medizin als angewandte Wissenschaft

Die theoretische Orientierung an der Psychologie als Grundlagenwissenschaft bleibt auch bei neueren Forschungsstrategien wie den „Designexperimenten“ oder dem „Integrierten Forschungsparadigma“ (Fischer et al., 2003) erhalten. Diskutiert wird seit einigen Jahren, wie die Forschung organisiert werden kann, damit sich psychologische Laborforschung und empirisch-pädagogische Feldforschung optimal ergänzen.

Für die Einordnung von Instruktionsdesignmodellen bzw. zur Zuordnung der Empfehlungen innerhalb von ID-Modellen ist die Unterscheidung „inhaltlich-technologischer“ und „operativ-technologischer“ Aussagen wichtig.

Inhaltlich-technologische Aussagen geben u. a. an, wie etwas beschaffen sein muss oder was getan werden muss, wenn eine bestimmte Wirkung bezweckt wird. *Operativ-*

technologische Aussagen

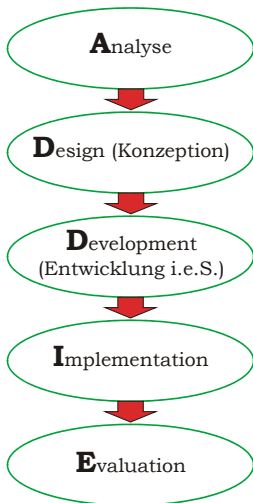


Abb. 2.2:
*Instructional System
 Design: ADDIE-
 Modell*

technologische Aussagen bzw. Theorien oder Modelle beziehen sich auf die Effizienz der Vorgehensweise in der Entwurfsphase.

Im Bereich der Planung und Konzeption von Lernumgebungen sind dies insbesondere „Instructional System Design“-Modelle, die seit Mitte der sechziger Jahre verwendet werden (Gustafson & Branch, 2002). Kern ist eine systematische Koordination der Entwicklungsphasen Analyse, Design (Konzeption), Entwicklung im engeren Sinne (Development), Implementierung sowie Evaluation (ADDIE), wobei die Evaluation sowohl formativ als auch summativ erfolgt. Vielleicht wäre es zweckmäßig, Evaluation heute durch „Qualitätssicherung“ als umfassenderen Begriff zu ersetzen.

Design (Konzeption) bezieht sich auf alle Situationen, in denen eine Entscheidung zur Gestaltung oder Vorgehensweise erforderlich ist. Die Lösung jedes Designproblems umfasst dabei zweckmäßigerweise die folgenden Schritte (vgl. Simon, 1996):

- Suche nach alternativen Möglichkeiten,
- Analyse jeder Lösungsalternative hinsichtlich Kosten, Nutzen, Konsequenzen (Seiteneffekte),
- Festlegung einer geeigneten Entscheidungsprozedur,
- Entscheidung für eine bestimmte Alternative.

Andere Modelle geben Empfehlungen, wie der Designprozess zu handhaben ist, z. B. die sukzessive Durchführung von Bedarfsanalyse, Wissensanalyse, Adressaten- und Kontextanalyse, die anschließende Definition von Zielen, die Entwicklung von Evaluationsinstrumenten und die Berücksichtigung der Beziehungen zwischen den Resultaten der durchgeführten Analysen und den weiteren Ebenen der Designentscheidungen.

Sowohl die Betonung der Differenzierung didaktischer Entscheidungen nach Merkmalen der Aufgabenstellung wie auch der hohe Stellenwert der Lernvoraussetzungen (Berücksichtigung des erforderlichen Vorwissens, erforderlicher Fähigkeiten) erfordern zwingend eine systematische und stets aufwendige Wissens- bzw. Aufgabenanalyse – ein Erfordernis, das in der Praxis viel zu oft missachtet wird. Im Folgenden skizzieren wir einige Instruktionsdesignmodelle.

2.2 Modelle des Instructional Design: Das Urmodell

Im „Urmodell“ des Instruktionsdesigns von Gagné sind beide Arten technologischer Theorien vereinigt: Grundprinzipien des Instruktionsdesigns nach Gagné, Briggs und Wager (1988) sind die Sicherung der Lernvoraussetzungen für die jeweils folgenden Lehrinhalte einerseits und die Differenzierung der didaktischen Prozesse nach unterschiedlichen Lehrzielkategorien andererseits.

„Lernvoraussetzungen“ stehen hier insbesondere für das Wissen, das notwendigerweise bereits erworben sein muss, um einen neuen Lehrinhalt erlernen zu können: So ist z. B. die Kenntnis der Addition und der Subtraktion erforderlich, um die Multiplikation und die Division zu erlernen. Das Verstehen einer Problemlösestrategie erfordert die Kenntnis bestimmter Regeln oder Prinzipien.

Von einem bestimmten Lehrziel aus rückwärts gehend, lässt sich eine Hierarchie von Lernvoraussetzungen konstruieren, wobei jede noch nicht beherrschte Lernvoraussetzung selbst ein Lehrziel darstellt, das zwingend vor dem übergeordneten Lehrziel vermittelt

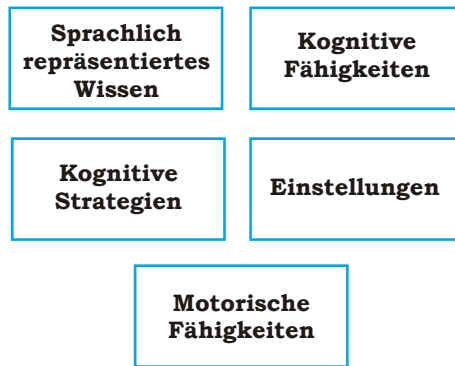


Abb. 2.3:
Fünf Lehrzielkategorien nach Gagné, Briggs & Wager (1988)

werden muss (Lehrzielhierarchie). Eine solche Vorgehensweise erfordert eine Kategorisierung der zu erwerbenden Fähigkeiten. Gagné (1985) unterschied fünf Lehrzielkategorien: Sprachlich repräsentiertes Wissen, kognitive Fähigkeiten, kognitive Strategien (mit fünf Unterkategorien), Einstellungen und motorische Fähigkeiten (s. Abb. 2.3).

Zu Beginn jeder Planung und Entwicklung von Lernumgebungen müssen die zu vermittelnden Fähigkeiten anhand dieser Kategorien analysiert werden, da die Art der empfohlenen Vorgehensweise (Lehrschritte) je nach Kategorie variiert.

Nach Kategorisierung der erwünschten Lernresultate werden die jeweils geeigneten Lehrmethoden empfohlen. Entsprechend den Phasen eines Lernprozesses unterschieden Gagné (1985) bzw. Gagné, Briggs und Wager (1988) eine spezifische Abfolge von „events of instruction“ (Lehrereignissen), im Folgenden als „Lehrschritte“ bezeichnet.

Für Gagné repräsentieren diese Lehrschritte die inneren und äußeren Lernbedingungen, die erforderlich sind, um sich die verschiedenen Arten erlernbarer Fähigkeiten anzueignen: Aufmerksamkeit gewinnen, Informieren über die Lehrziele, Vorwissen aktivieren, Darstellung des Lehrstoffs mit den charakteristischen Merkmalen, Lernen anleiten, Ausführen bzw. Anwenden lassen, informative Rückmeldung geben, Leistung kontrollieren und beurteilen, Behalten und Transfer sichern (s. Abb. 2.4). Eine für die Praxis wichtige Weiterentwicklung des Modells publizierten Dick und Carey (1996).

Innere und äußere Lernbedingungen

Die Instruktionsdesigntheorie von Gagné, Briggs und Wager sowie das ID-Modell von Dick und Carey wurden ohne spezielle Berücksichtigung des Lehrens und Lernens mit Medien entwickelt, sie enthalten daher keine Hinweise für medienspezifische Designentscheidungen. Beide Ansätze eignen sich jedoch auch für die Entwicklung multi-

Einschätzung der ID-Theorien von Gagné, Briggs und Wager

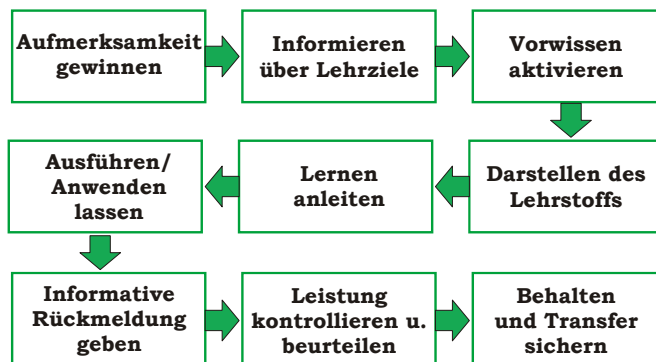


Abb. 2.4:
Die neun Lehrschritte nach Gagné, Briggs und Wager (1988)

medialer Kurse, insbesondere wenn Lernende neu in einen Lehrstoff eingeführt werden sollen. Möglich ist auch eine Kombination mit einem situationistischen Modell: In einem EU-Projekt zur Ausbildung von Katastrophenschutz-Fachleuten wurden z. B. die Lehrschritte 4 (Darstellung der Lehrinhalte) bis 7 (Informative Rückmeldung) durch ein computerbasiertes Szenario realisiert.

Es hat sich gezeigt, dass eine ausschließlich hierarchisch orientierte Sequenzierung des Lehrstoffs nicht immer optimal ist. In einer empirischen Vergleichsstudie mit einer alternativen ID-Theorie (Case, 1978), bei der das Vermeiden einer Überlastung des Arbeitsgedächtnisses im Vordergrund stand, erwies sich letztere als überlegen (Sander, 1986). Weitere Ausführungen zur Sequenzierung finden sich in Kap. 13.

2.3 Weitere Modelle der ersten Generation

In den siebziger Jahren wurde eine ganze Reihe von Instruktionsdesignmodellen entwickelt, von denen die meisten heute lediglich historische Bedeutung haben. Auf eine Darstellung kann daher hier verzichtet werden.

Viele Modelle hatten nicht den gesamten Designprozess im Visier, sondern zielten auf bestimmte Teilaspekte: die Sequenzierung der Inhalte, das Lehren von Begriffen, das Vermitteln von Regeln u. ä. Bis heute bedeutsam ist das ARCS-Modell von J. Keller mit systematischen Empfehlungen zur Motivierung Lernender, auf das später ausführlicher eingegangen wird (s. Kap. 25).

Eine ausführliche Zusammenstellung der Theorien und Modelle der „ersten Generation“ des Instructional Design bietet ein Sammelband von (C. M. Reigeluth, 1983). Eine interessante Ergänzung dazu ist ein Sammelband des gleichen Autors, in dem die Autoren eines Teils der Ansätze gebeten wurden, zu einem vorgegebenen, für alle gleichen Thema (Lichtbrechung, Prismen) jeweils einen Unterrichtsentwurf auf der Basis ihres Modells zu entwickeln (Reigeluth, 1987). 1999 veröffentlichte Reigeluth unter gleichem Haupttitel einen Sammelband, in dem neben den älteren ID-Modellen auch die neueren ID-Modelle der „zweiten Generation“ dargestellt sind (Reigeluth, 1999).

2.4 Zweite Generation und „situationistische Modelle“

2.4.1 Kritik am Instructional Design

Ende der achtziger Jahre gerieten die bis dahin entwickelten Instruktionsdesignmodelle in die Kritik. Die wichtigsten Vorwürfe betrafen (a) eine zu hohe Rigidität der Empfehlungen, welche die didaktische Kreativität der Autoren einschränke, und (b) die Produktion „trägen Wissens“.

Gegen den ersten Kritikpunkt kann eingewandt werden, dass niemand gezwungen ist, die Modelle quasi wörtlich umzusetzen. Auch eine Kombination der Elemente unterschiedlicher Modelle war stets möglich.

Schwerwiegender war der zweite Vorwurf. Tatsächlich empfahlen die seinerzeit vorliegenden Modelle nahezu ausschließlich Formen direkter Instruktion und sahen Formen des kooperativen Lernens nicht vor. Wissen, das abstrahiert dargeboten wird, kann von den Lernenden oft nicht ohne weiteres beim Lösen von Problemen angewendet werden, es handelt sich um „träges Wissen“ (Renkl, 1996); oft wird gar nicht erkannt, dass man grundsätzlich über einschlägiges Wissen verfügt.

Träges Wissen

In der Folgezeit wurden einerseits neue didaktische Modelle entwickelt, die auf selbstständiges Entdecken, Aktivitäten der Lernenden, unmittelbare Rückmeldung, multiperspektivische Sichtweisen und kooperatives bzw. kollaboratives Lernen abzielten.

Revision älterer ID-Modelle

Andererseits wurden aber auch einige der älteren Modelle revidiert. Da es sich bei diesen Modellen oft um „lokale Modelle“ handelt, die lediglich bestimmte Aspekte des Instruktionsdesign thematisieren, sind Kombinationen von Modellkomponenten möglich. Außerdem gibt es gute Gründe, Modelle „direkter Instruktion“ unter geeigneten Bedingungen weiterhin einzusetzen. Es lohnt sich daher, sich auch mit einigen der älteren Modelle vertraut zu machen.

2.4.2

Merrills Instructional-Transaction-Theorie

Die Instructional Transaction-Theorie (ITT) ist eine Weiterentwicklung der von M. David Merrill seit den siebziger Jahren entwickelten Component Display Theory (CDT, Merrill, 1983). In dieser Theorie ging es darum, die Komponenten zu identifizieren, aus denen Lehrstrategien konstruiert werden können. Sie lieferte Strategieempfehlungen für unterschiedliche (kognitive) Lehrzielkategorien im Sinne jeweils optimaler Kombinationen der angesprochenen Komponenten.

Die Instructional Transaction Theory (Merrill, 1999) beschränkt sich wie ihre Vorläuferin auf kognitive Lehrziele. Sie ist ganzheitlicher und weniger analytisch orientiert als die CDT. Als „instructional transaction“ bezeichnet Merrill eine Instruktionsstrategie, die alle Bedingungen des Lernens im Gagné'schen Sinne für eine bestimmte Zielkategorie erfüllt.

Nur kognitive Lehrziele

Besonders wichtig ist jeweils eine umfassende und exakte Wissensanalyse. Vier grundlegende Typen von „Wissensobjekten“ werden unterschieden: Entitäten (entities), Eigenschaften, Aktivitäten und Prozesse. „Entitäten“ repräsentieren Objekte der realen Welt z. B. Personen, Tiere, Geräte, Plätze, Symbole usw. wie auch abstrakte Begriffe (z. B. Demokratie, Pressefreiheit, Unendlichkeit). „Eigenschaften“ repräsentieren qualitative oder quantitative Merkmalausprägungen der Entitäten. „Aktivitäten“ sind Handlungen, die ein Lerner ausführen kann, um Objekte zu manipulieren. „Prozesse“ stehen für Ereignisse, die zu Veränderungen der Eigenschaften von Entitäten führen. Prozesse können durch Aktivitäten oder andere Prozesse beeinflusst werden.

Wissensanalyse

Merrill unterscheidet 13 Klassen von Transaktionen (ausführliche Erklärungen in Merrill, Li, Jones & Hancock, 1991):

13 Klassen von Transaktionen

- Identifizieren (identify): Teile einer Entität erinnern und benennen;
- Ausführen (execute): Schritte einer Aktivität erinnern und ausführen;
- Verstehen, Erklären (interpret): Erklären von Prozessen durch Gesetzmäßigkeiten (z. B. Naturgesetze);

- Urteilen (judge): Bewerten, Rangfolgen bilden;
- Klassifizieren (classify): Sortieren von Objekten, Beispielen (instances);
- Verallgemeinern (generalize): Klassen bilden, Gruppieren von Objekten, Beispielen (instances);
- Entscheiden (decide): Wählen zwischen Alternativen;
- Transfer (transfer): Übertragen auf neue Situationen;
- Ausbreiten (propagate): Erwerb von Fertigkeiten im Kontext des Erwerbs anderer Fertigkeiten; Generalisieren von Fertigkeiten;
- Analogien (analogize): Erwerb von Wissen oder Können in Bezug auf Aktivitäten, Ereignissen oder Aktivitäten anhand der Ähnlichkeit zu anderen Aktivitäten usw.;
- Ersetzen (substitute): Erweiterung einer bestimmten Aktivität, um eine andere Aktivität zu erlernen;
- Konzipieren (design): Eine neue Aktivität erfinden, einführen;
- Entdecken (discover): Einen neuen Prozess entdecken.

Öffentlich demonstrierte Beispiele von Lernprogrammen, die auf der Basis der ITT erzeugt worden waren, beziehen sich insbesondere auf Wissen und Fertigkeiten im Zusammenhang mit der Bedienung, Wartung und Reparatur von Maschinen und Anlagen; berichtet wird allerdings auch von einer Dorfsimulation.

Ziele von ITT

Die Ziele von ITT sind:

- wirksame Instruktion durch präzise Aussagen über die zum Erreichen eines bestimmten Lehrziels erforderlichen Interaktionen,
- effiziente Instruktionsentwicklung durch kürzere Entwicklungszeiten auf der Grundlage der algorithmischen Struktur der Theorie und Nutzung der entwickelten Softwarewerkzeuge,
- Entwicklung hochinteraktiver Lernumgebungen mit Simulationsmöglichkeiten und Anleitungen für die Lernenden sowie
- die Konzeption und Produktion wirklich individuell adaptiver Instruktion.

Begriffsnetzdarstellung

Bei der Entwicklung einer interaktiven Lernumgebung wird zunächst im Rahmen der Wissensanalyse eine Art Begriffsnetz der Prozesse, Entitäten (mit ihren Eigenschaften und deren Wertigkeiten) und Aktivitäten (PEAnet) entwickelt. Eine solche PEAnet-Darstellung ermöglicht es, einen Simulationsalgorithmus zu entwerfen (Simulation Engine), der die Grundlage aller Lernumgebungen sein kann, die auf einer entsprechenden PEAnet-Repräsentation basieren. Der Simulationsalgorithmus bzw. die Simulation Engine überwacht die Handlungen (meist Mausaktivitäten), interpretiert diese, prüft die Bedingungen des Prozesses, der durch die jeweilige Aktivität beeinflusst wird, und führt gegebenenfalls den Prozess aus. Die geänderten Eigenschaftsausprägungen werden auf dem Bildschirm in geeigneter Form dargestellt. Die so entwickelten Simulationen erlauben den Lernern sowohl schwerwiegende Fehler als auch ein Rückgängigmachen von Handlungen. Da sich bloßes Explorieren jedoch als ineffizient erwiesen hat, werden unterschiedliche Formen von Anleitung und Beratung implementiert: propädeutische Instruktion, Demonstration, Handlungsunterstützung (scaffolding) sowie Erklärungen

zu exploratorischem Lernverhalten; Lernende können auch Fragen stellen. Schließlich werden Fähigkeiten zur Fehlererkennung und Fehlerbeseitigung (trouble-shooting skills) gefördert. Durch Konzeption unterschiedlicher Lehrstrategien für unterschiedliche Lernermerkmale (Motivation, Interesse, Vorwissen usw.) kann eine Lernumgebung, die auf der Basis der Instructional Transaction Theory entwickelt wurde, adaptiv gestaltet werden.

Merrills Modell steht historisch in enger Beziehung zur Entwicklung des computerbasierten Trainings (CBT), u. a. wurden eine Reihe von CBTs für die Aus- und Fortbildung von Militärangehörigen anhand dieses Modells entwickelt und erfolgreich eingesetzt; bevorzugte Lehrstoffe waren die Bedienung, Wartung und Reparatur von Maschinen und elektronischen Geräten sowie Klassifizierungsaufgaben (z. B. Erkennen von Schiffs- und Flugzeugtypen). Für solche Lehrstoffe kann Merrills Ansatz sehr effizient sein. Eine Entwicklung umfassender Lernumgebungen nach diesem Ansatz ist nicht bekannt. Das Modell besticht durch die Stringenz und Klarheit seiner Empfehlungen. Die andere Seite der Medaille ist jedoch eine gewisse Rigidität, die allerdings nur dann von Nachteil ist, wenn dadurch bessere Alternativen verhindert werden.

Merrills Methode der Wissensanalyse kann auch beim Instruktionsdesign, das sich an anderen Theorien oder Modellen orientiert, sehr nützlich sein.

Einschätzung von ITT

2.4.3

Projektmethode – multimedial und an Geschichten verankert

Ein inzwischen vielfach bewährter Ansatz explorativen Instruktionsdesigns wurde Anfang der neunziger Jahre unter der Bezeichnung „Anchored Instruction“ bekannt: Ein Modell, das im Wesentlichen von der Forschergruppe um Bransford (Bransford et al., 1990) bzw. der Cognition and Technology Group at Vanderbilt (Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1991b, 1997) entwickelt wurde. Ausgangspunkt war wie beim Cognitive Apprenticeship-Modell (s. u.) unmittelbar die Kritik an der Produktion „trägen Wissens“ durch den typischen lehrerzentrierten Unterricht, der überwiegend abstraktes Wissen, getrennt von Anwendungssituationen, lehrt.

Das Konzept des Anchored-Instruction-Modells stellt den Versuch dar, die Anwendbarkeit von Wissen zu verbessern, wobei zentrales Merkmal ein narrativer Anker ist, der Interesse wecken und die Aufmerksamkeit auf das Wahrnehmen und Verstehen der gestellten Probleme lenken soll. Die gegebenen Problemsituationen stellen dabei komplexe, aber nachvollziehbare Kontexte in narrativer Form dar, die unterschiedliche Fachbereiche tangieren und variable Perspektiven bieten.

Erste wissenschaftliche Untersuchungen zur Lernwirksamkeit solcher Lernumgebungen wurden mit Hilfe der Abenteuergeschichten des Jasper Woodbury durchgeführt (Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1991a). Diese Geschichten sind jeweils Bestandteil einer technologiebasierten Lernumgebung zur Lösung mathematischer und anderer Problemstellungen und wurden im Wesentlichen nach sieben Gestaltungsprinzipien konzipiert:

- Verwendung von audiovisuellen Medien (Videofilm)
- Narrative Struktur (Einbettung der Aufgaben und Problemstellungen in eine zusammenhängende Geschichte)

Anchored Instruction

„Jasper Woodbury Geschichten“

Sieben Gestaltungsprinzipien

- Das Lösen komplexer, oft interdisziplinär konstruierter Probleme
- Einbettung aller relevanten Informationen in die Geschichte
- Sinnvolle Komplexität
- Jeweils zwei Geschichten zur gleichen Thematik zwecks Förderung des Abstrahierens
- Herstellung von Verknüpfungen zwischen verschiedenen Wissensdomänen

Untersuchungsergebnisse zeigen, dass der Medieneinsatz geeignete Bedingungen dafür schaffen kann, realitätsnahe Probleme erfolgreich zu bearbeiten, neue Situationen zu entdecken und selbstgesteuert neue Fertigkeiten und Fähigkeiten zu erwerben. In Bezug zu herkömmlichen Unterrichtsmethoden erinnert das Anchored-Instruction-Modell stark an den Projektunterricht in seiner didaktisch sinnvollen Form, wobei durch den Medieneinsatz auch Erfahrungsbereiche erschlossen werden können, die den Lernenden sonst nicht verfügbar sind.

Weiterentwicklung

Das ursprüngliche Modell wurde weiterentwickelt und präzisiert zu einem Modell für die Entwicklung flexibel adaptiver Lernumgebungen (Schwartz, Lin, Brophy & Bransford, 1999).

Ziel des Ansatzes ist es, ein tiefes Verständnis für die jeweiligen Fachdisziplinen zu erreichen und gleichzeitig Problemlösefähigkeit sowie Kooperations- und Kommunikationsfähigkeit zu fördern. Diese Ziele sollen erreicht werden durch die Anwendung von „problembasiertem Lernen“, gefolgt von offenerem „projektbasiertem Lernen“. Im Einzelnen liegen der Konzeption folgende Zielvorstellungen zugrunde:

Ziele von Anchored Instruction

- Hilfen für Lernende und Lehrende beim Verständnis des Wesentlichen,
- Individuelle Anpassung der Lehrmaßnahmen an das vorhandene Vorwissen der Lernenden,
- Vermittlung unterschiedlicher Sicht- und Herangehensweisen in Bezug auf die jeweiligen Lehrinhalte,
- Verwendung von Methoden, die einerseits mit lern- und instruktionspsychologischen Prinzipien übereinstimmen, andererseits hinreichend flexibel sind: Lehrende sollen im Rahmen dieser Prinzipien Lehrmethoden so zuschneiden können, dass sie ihren eigenen Stärken, den Bedürfnissen der Lernenden und den Ansprüchen der Gesellschaft gleichermaßen genügen,
- Erhöhung der Ambiguitätstoleranz der Lernenden, d. h. der Fähigkeit, scheinbar oder tatsächlich Widersprüchliches zu ertragen; z. B. das Nebeneinanderbestehen unterschiedlicher Theorien,
- „Aufhängen“ neuer Lehreinheiten an subjektiv sinnvollen, möglichst authentischen Aufgabenstellungen,
- Förderung der Setzung eigener Ziele seitens der Lernenden, selbstregulierte Exploration und Revision in Lernen und Instruktion,
- Motivieren durch Anregung der Neugier und Induktion von Erwartungshaltungen; motivieren zu ständiger Revision und Verbesserung der Lernleistungen,
- Hilfe für Lernende, ihre Lernfortschritte zu erkennen und zu reflektieren,
- Ständige Weiterentwicklung der Lehrmethoden,

- Orientierung der Instruktionmethoden an Lernfunktionen, nicht an den verfügbaren Medien,
- Lernergruppe unterstützen, ein gemeinsames (shared) mentales Modell des jeweiligen Lerngegenstands zu entwickeln,
- Lernende überzeugen, ihre Ideen explizit mitzuteilen,
- Instruktiondesign in Kooperation mit Lehrenden und Lernenden entwickeln.

Sowohl als Anleitung als auch als Sammlung von Werkzeugen für die Verwendung des Designmodells wurde eine anpassungsfähige Softwareumgebung entwickelt („STAR LEGACY“) (Schwartz et al., 1999, S. 190 ff.).

Die Methodik des Ansatzes umfasst insbesondere folgende Phasen und Prinzipien:

1. Vorausschau und rückblickende Reflexion. Ziele, Kontext und Anforderungen des Unterrichts sollen von allen verstanden werden. Die Lernumgebung muss Gelegenheiten bieten, vorhandenes Wissen und vorhandene Fähigkeiten in der Lehr-Lern-Situation auszuprobieren. Die Aufgabenstellungen und ihre Bearbeitung sollen auch Möglichkeiten für die Lernenden bieten, über sich selbst zu reflektieren und sich selbst zu bewerten. Bestandteil der ersten Phase sind auch interessante Folgen von Bildern, Erzählungen und offenen Fragen. Die Lernumgebung soll Lernenden helfen, das spezielle Problem als Prototyp einer Kategorie von Problemen zu begreifen.
2. Konfrontation mit dem Einstiegsproblem (initial challenge). Das Einstiegsproblem soll so gewählt werden, dass Lernende ein gemeinsames mentales Modell des Lerngegenstands entwickeln können. Die Aufgabenstellung muss hinreichend interessant und geeignet sein, eigene Ideen der Lernenden anzuregen.
3. Ideenproduktion. Nach der Konfrontation mit dem Einstiegsproblem werden Ideen gesammelt und aufgeschrieben; ein spezielles Softwareprogramm kann hierbei helfen. Es kommt insbesondere darauf an, dass (a) die Lernenden ihr Denken explizit machen, (b) erkennen, was andere denken, (c) ermutigt werden, eigene Gedanken in der Lerngruppe mitzuteilen, (d) die Lehrenden den Wissensstand der Lernenden leichter diagnostizieren können und (e) die Lernenden selbst Grundlagen für das Erkennen ihrer eigenen Lernfortschritte entwickeln.
4. Multiple Perspektiven. Es muss deutlich werden, dass es in dem jeweiligen Fachgebiet unterschiedliche Sichtweisen gibt. Lernenden soll die Möglichkeit geboten werden, die Terminologie und die Denkweise von Experten kennen zu lernen und ihre eigenen Ideen damit zu vergleichen. Auch die Vermittlung realistischer Leistungsstandards wird angestrebt.
5. Recherchieren, explorieren und verbessern. Wichtig ist die Nutzung unterschiedlicher Informationsquellen, die Zusammenarbeit mit anderen Lernenden und die Verwendung der Arbeitsergebnisse anderer. In dieser Phase können unterschiedlichste Instruktionmethoden eingesetzt werden, vom Lehrvortrag über Gruppenarbeit, Leitprogramme, Videos bis zum webbasierten kooperativen Lernen.
6. Selbsttests. Sobald Lernende sich dem gewachsen fühlen, sollen sie ihren Leistungsstand testen können. Dazu sollten vielfältige Testformen angeboten werden: Multiple-Choice-Tests, Kurzaufsätze, Gelegenheiten, eigene Problemlösungsansätze zu erproben, etc. Die Rückmeldungen müssen Vorschläge zum lückenschließenden Lernen

Methodik

beinhalten. Zur Selbstbewertung (z. B. bei Essays) können Checklisten und Musterlösungen angeboten werden. Lernende sollen dazu angehalten werden, zu recherchieren und ihre Arbeiten zu verbessern. Etwas zu verbessern soll nicht als Strafe für Fehler, sondern als normaler Bestandteil alltäglichen Arbeitens, auch von Experten, begriffen werden. Feedback soll stets motivierend sein.

7. Öffentliche Darstellung. Wenn Selbsttests hinreichende Fähigkeiten gezeigt haben, sollen Arbeitsergebnisse präsentiert werden. Zwei Möglichkeiten: (a) Präsentieren der besten Lösungen (Darstellung im Netz, Erstellen einer gemeinsamen Multimedialpräsentation, mündlicher Vortrag); (b) Erstellen einer Dokumentation mit Tipps und Ideen für Lernende, die das gleiche Projekt später bearbeiten werden.
8. Fortschreitende Vertiefung. Es gibt jeweils drei thematisch aufeinander bezogene, aufeinander aufbauende Problemaufgaben zunehmender Schwierigkeit. Am Ende kann zum Beispiel eine komplexe Projektaufgabe stehen. Innerhalb jeder Aufgabe wird methodisch der gleiche Lernzyklus durchlaufen (Punkte 2 bis 7).
9. Allgemeine Reflexion und Entscheidungen über Dokumentationen. Nach Durchlaufen der drei Lernzyklen erfolgt ein Rückblick auf den Lernprozess; u. a. wird dabei auf die Ideensammlungen zu Beginn jedes Zyklus zurückgegriffen, um den Lernenden ihre Lernfortschritte deutlich zu machen. Die Lernenden können sich so selbst als erfolgreiche Lerner erleben. Gerade anfangs verwirrende und frustrierende Situationen sollen reflektiert werden; im Zusammenhang mit späteren Erfolgen zeigen sie, dass es sich gelohnt hat, durchzuhalten. Auf dieser Grundlage können die Lernenden dann entscheiden, welche Erfahrungen sie für spätere Lernergenerationen auf einer CD-ROM dokumentieren möchten. Auch Lehrende sollten ihre Eindrücke, Erfahrungen und Lernergebnisse dokumentieren.

Einschätzung des Ansatzes

Das Modell eines anpassungsfähigen Instruktionsdesigns mit einem Softwaresystem, das anleitet und Hilfen gibt, ist neu. Die Autoren berichten jedoch von sehr positiver Resonanz sowohl bei Lehrern und Schülern beim Einsatz in allgemeinbildenden Schulen wie auch bei Weiterbildungsfachleuten aus Betrieben und Instruktionsdesignern. Die Entwicklung einer derartigen Lernumgebung ist allerdings sehr aufwendig, was aber für alle situationistischen Lernumgebungen gilt. Das Modell scheint besonders gut geeignet für schulische Bereiche, eventuell auch für die berufliche Erstausbildung, vor allem dann, wenn Lehrinhalte aus unterschiedlichen Domänen miteinander verknüpft vermittelt werden sollen (Idee des fachübergreifenden Projektunterrichts).

2.4.4

Cognitive Apprenticeship – Lernen von den (alten) Meistern

Meisterlehre – Übertragung auf Schulstoff

Wegen der Analogie ihres Modells zur traditionellen Handwerkslehre haben Brown und Duguid (Brown, Collins & Duguid, 1989) ihr Modell als „Cognitive Apprenticeship“-Ansatz bezeichnet. Sie gehen davon aus, dass die Lernenden nach anfänglicher starker Stützung durch einen Lehrer oder Tutor (Meister) Schritt für Schritt mehr in die eigene Selbstständigkeit entlassen werden. Damit soll sichergestellt werden, dass zu Anfang das neue Wissen oder neue Verhalten adäquat erworben und dann aber auch selbstgesteuert und selbstkontrolliert genutzt bzw. ausgeführt werden kann.

Die konkrete Vorgehensweise setzt sich aus sechs Lehrschritten zusammen. Die ersten drei Schritte umfassen „Modeling“, „Coaching“ und „Scaffolding“ und dienen im Einzelnen dazu, neues Wissen und neue Verhaltensweisen zu erwerben. Die zwei nächsten sind „Articulation“ und „Reflection“. Sie dienen dazu, in bewusster und kontrollierter Weise mit dem neu Gelernten auch schon selbstgesteuert umzugehen. Der letzte Schritt „Exploration“ betont vor allem die Autonomie der Lernenden in der Vorgehensweise sowie in der Definition und Formulierung von Problemen.

Die Schritte im Einzelnen:

Schritte

- *Modeling*. Hier führt ein Experte eine Problemlösung, Vorgehensweise usw. so vor, dass er von den Lernenden dabei umfassend beobachtet werden kann. Dabei wird erwartet, dass die Lernenden auf dieser Basis ein eigenes konzeptuelles Modell der erforderlichen Schritte und Prozesse entwickeln, das es ihnen später erlaubt, die Handlungen selbst auszuführen. Zu den Aufgaben des Experten gehört es auch, über die sonst nur intern ablaufenden Strategien und Prozesse zu berichten und sie zu begründen.
- *Coaching*. Führen die Lernenden im nächsten Schritt die Verhaltensweisen selbst aus, werden sie von einem Experten direkt betreut. Er prüft ihr Vorgehen, gibt ihnen Rückmeldungen, aber auch Tipps, erinnert sie an fehlende Komponenten und macht gelegentlich auch einzelne Schritte noch einmal vor. Er agiert ähnlich wie ein guter Trainer oder Coach im Sport.
- *Scaffolding*. Dieser Schritt setzt voraus, dass der Experte bzw. Lehrer in der Lage ist, die beim Lernenden bereits entwickelte Fähigkeit sehr genau einschätzen zu können, um zu beurteilen, wie viel die Lernenden schon selbst können und wie viel noch übernommen oder unterstützt werden muss. Das heißt, hier geht es um eine Kooperation zwischen Lehrer und Schüler, die dem Schüler bereits so viel Selbstständigkeit wie möglich zubilligt. Zu dieser Methode gehört daher auch, dass der Lehrer/Experte sich Schritt für Schritt zurückzieht oder ausblendet (Fading).
- *Articulation*. Artikulation bedeutet, dass all das gefördert wird, was dazu dienen kann, das eigene Wissen, Denken und konkrete problemlösende Vorgehen frei zu artikulieren. Dazu können gezielte Fragen dienen, aber auch die Aufforderung, etwas neu zu definieren (Redefining) oder mit eigenen Worten wiederzugeben.
- *Reflection*. Die Reflektion soll Lernende in die Lage versetzen, ihr eigenes Wissen, ihre eigene Vorgehensweise im Vergleich zu einem Experten oder anderen Lernenden zu bewerten. Dazu ist es häufig erforderlich, sich das eigene Wissen oder Vorgehen bewusst zu machen und diesen Prozess durch geeignete Betrachtungstechniken – zu denen auch Videoaufzeichnungen gehören können – zu unterstützen.
- *Exploration*. Selbstständige Exploration stellt in gewisser Weise das Endstadium des „Cognitive Apprenticeship“-Ansatzes dar, nachdem sich der Lehrer/Experte komplett ausgeblendet, also zurückgezogen hat. Der Lernende sollte jetzt in der Lage sein, zu einem Sachverhalt die richtigen Fragen zu stellen, den richtigen Bezugsrahmen zu finden und die richtigen Antworten zu generieren.

Der gesamte Einsatz dieser sechs Lehrschritte ist im Zusammenhang mit anderen Vorgehensweisen zu sehen. So spielt sicherlich die richtige praxisbezogene „Situierung“ hier eine wichtige Rolle und auch die Nutzung unterschiedlicher Perspektiven und Kontexte ist wichtig.

Sequenzierung

Explizit angesprochen wird im „Cognitive Apprenticeship“-Ansatz auch ein Aspekt der Sequenzierung des Lehrstoffs. Danach sollte die Komplexität des zu erwerbenden Wissens bzw. der zu erwerbenden Fähigkeiten stetig ansteigen. Das bedeutet, dass mit geringer Komplexität begonnen wird. Das Gleiche gilt für die Variabilität von Vorgehensweisen, Strategien und Fähigkeiten, die es zu lernen gilt. Damit soll eine zu enge kontextuelle Bindung verhindert und die Transferwahrscheinlichkeit verbessert werden. Die letzte Empfehlung bezieht sich auf die zeitlich voranzustellende Präsentation einer globalen Perspektive – ähnlich wie in der Elaborationstheorie („zooming“) –, bevor dann eher lokale Aspekte beachtet werden. Die globale Perspektive soll helfen, zuerst ein integratives konzeptuelles Modell des betreffenden gesamten Wissens oder der gesamten Handlung aufzubauen. Dadurch wird auch gewährleistet, dass das Zusammenspiel der einzelnen Teilkomponenten richtig gesehen werden kann.

Einschätzung des Ansatzes

„Cognitive Apprenticeship“ (CA) ist vermutlich das international meistbeachtete ID-Modell. Es handelt sich nicht um einen rein explorativen Ansatz, CA beginnt stets expositorisch. Eine Reihe von multimedialen Lernumgebungen wurde nach diesem Modell entwickelt (z. B. Al-Diban & Seel, 1999), obwohl es zunächst für den lehrerorientierten Unterricht entwickelt wurde. „Cognitive Apprenticeship“ gilt als empirisch bewährt. Besonders geeignet ist das Modell für die Einführung in neue Lehrstoffe, vor allem wenn kognitiv-prozedurales Lernen im Vordergrund steht. Die Freiheitsgrade der Lernenden sind zu Beginn des Lernprozesses relativ gering, jedoch wird die externe Steuerung sukzessive zurückgenommen.

2.4.5

„Learning by doing“ in „Goal-Based Scenarios“

Lerner als Rollenspieler mit Auftrag

Ziel der Methode der „Goal-Based Scenarios“ (GBS) ist die Förderung von Fertigkeiten (Können) und der Erwerb von Faktenwissen im Kontext möglicher Anwendungen. Dazu werden Aufgabenstellungen entwickelt, die den realen Problemstellungen, mit denen Lernende außerhalb der Lernumgebung zu tun haben werden, (zumindest strukturell) ähnlich sind.

Theoretischer Hintergrund der Konzeption sind die früheren Forschungsarbeiten von Schank (z. B. Schank, 1982, 1990) im Bereich von Kognitionspsychologie und „Künstlicher Intelligenz“, insbesondere zur Bedeutung von „stories“ für die Gedächtnisorganisation. „Stories“ sind Berichte über typisierte Handlungsabläufe und dabei auftretende unerwartete oder erwartungswidrige Ereignisse (Schank, 1998). Besonders nachhaltige Lernprozesse werden ausgelöst, wenn Erwartungen, wie sie bei der Verfolgung eines Handlungsziels bzw. der entsprechenden Handlungsplanung generiert werden, enttäuscht werden („expectation failures“): Das Bedürfnis nach einer Erklärung ist dann besonders stark und die Bedingungen für effektives Lernen demzufolge besonders günstig. Bei späteren Versuchen, ein ähnliches Problem zu lösen, bewahrt die Erinnerung an einen Fall früheren Scheiterns und die Erklärung dafür oft vor weiteren Fehlschlägen („Learning by doing“). Lernwirksam ist allerdings auch, wenn Lernende einen möglichen Fehler antizipieren und zum richtigen Zeitpunkt die richtigen Fragen stellen (Schank et al., 1999; 170 ff.).

Sieben Komponenten

Das Instruktionsdesignmodell „Goal-Based Szenarios“ umfasst sieben wesentliche Komponenten:

1. *Lernziele*. Unterschieden werden: (a) prozedurales Wissen (process knowledge) und (b) Inhaltswissen (content knowledge). Unabdingbar ist seitens der Designer eine klare Vorstellung von dem, was gelernt werden soll: Was sollen Lernende am Ende *können* und welches Wissen benötigen sie dazu?
2. *Ein (Arbeits- oder Erkundungs-)Auftrag* (mission). Der Auftrag wird erteilt, um eine Situation zu konstruieren, in der Lernende ein Ziel verfolgen und Pläne machen. Die entsprechende Aufgabe soll für die Lernenden attraktiv (interessant) und halbwegs realistisch sein.
3. *Eine Cover Story* (Rahmenhandlung). Sie muss den Kontext für den Auftrag (mission) liefern und die Relevanz der Aufgabenstellung vermitteln. Im Verlauf der Cover Story müssen hinreichend Gelegenheiten geboten werden, um Fertigkeiten zu üben, und Anreize, sich Information zu beschaffen (Wissen erwerben). Auch die Cover Story muss für die Lernenden hinreichend interessant sein.
4. *Die Rolle, die dem Lernenden im Rahmen der Cover Story zugeordnet ist*. Sie muss so konzipiert werden, dass die notwendigen Fertigkeiten und das Wissen im Verlauf des Rollenhandelns benutzt werden. Jede Rolle eines Lernenden muss motivierend sein, d. h. interessant und hinreichend attraktiv.
5. *Die Szenario-Handlungen, die der Lernende ausführt*. Alle Handlungen müssen eng auf den Auftrag (mission) und die Ziele bezogen sein. Der Handlungsverlauf muss Entscheidungen vorsehen, deren jeweilige Konsequenzen deutlich dargestellt werden. In den Handlungsfolgen sollen für den Lernenden Fortschritte im Hinblick auf die Auftragserfüllung erkennbar sein. Bei negativen Konsequenzen muss klar sein, dass es sich um unerwartete oder erwartungswidrige Ereignisse handelt. Wichtig ist auch, dass das Szenario nicht zu wenige Handlungen von den Lernenden fordert; allerdings sollten auch nicht mehr Handlungen enthalten sein, als die Zielerreichung erfordert d. h., auf rein ausschmückende Handlungsalternativen sollte verzichtet werden.
6. *Die Ressourcen*. Alle Informationen, die Lernende benötigen, um den Auftrag auszuführen, müssen zur Verfügung gestellt werden. Sie müssen gut strukturiert und leicht zugänglich sein. Informationen werden wiederum am besten in Form von Geschichten (stories) angeboten; Wissen und Fertigkeiten werden so am günstigsten registriert; die verwendeten „stories“ sollten jeweils als Besonderheiten bekannter Handlungsabläufe verständlich sein.
7. *Rückmeldungen (Feedback)*. Diese müssen situationsbezogen und „just-in-time“ gegeben werden, damit erwartungswidrige Ereignisse mit den relevanten Kontextbedingungen entsprechend verknüpft werden können und Lernende sie im Handlungsverlauf sogleich berücksichtigen können. Rückmeldungen können auf dreierlei Arten gegeben werden: (a) durch Konfrontation mit den Handlungsfolgen (man sieht z. B., dass etwas wie erwartet funktioniert bzw. dass das Erwartete nicht eintritt); (b) durch multimedial präsentierte „Coaches“ (bei einem Fehler startet eine Videosequenz, in der ein Experte erläutert, weshalb z. B. eine eingeschlagene Vorgehensweise nicht zum Erfolg führen kann bzw. weshalb der Weg richtig ist) und (c) durch Berichte von Inhaltsexperten über ähnliche Erfahrungen (Videosequenz oder auch angezeigter Text).

Das GBS-Modell liefert Anleitungen zu wesentlichen Aspekten multimedialen projektbasierten Lernens. Schank und seine Mitarbeiter haben auf der Basis dieses Modells

*Einschätzung
des Ansatzes*

eine Reihe multimedialer Lernumgebungen für Unternehmen, Organisationen und Universitäten entwickelt (Schank, 2002). Die publizierten Berichte sprechen von positiv verlaufenen Evaluationen. Im Vergleich zu „Anchored Instruction“ ist beim GBS-Modell das Ausmaß an Führung (Anleitung) durch das Medium deutlich höher, wobei die Einschränkungen der Selbstregulation funktional begründet sind. Das Modell ist besonders geeignet für die Hochschullehre und die berufliche Weiterbildung in kognitiv anspruchsvollen Domänen. Interessant ist aber auch, weil es eine Reihe herauslösbarer didaktischer Designideen enthält, z. B.

- fragenbasierte Navigation; es gibt in vielen GBS keinen „Weiter“-Button, d. h., Lernende müssen sich jeweils überlegen, zu welcher der angebotenen Fragen sie gerne Informationen hätten,
- die Vermittlung des für die Problemlösungen erforderlichen Wissens durch virtuelle Experteninterviews (Videsequenzen),
- verschiedene Ideen zur Verbesserung der Interaktion.

2.4.6 Das Vier-Komponenten-Instruktionsdesignmodell (4C/ID) für das Training komplexer Fähigkeiten

Problemlösen lernen

Speziell für das Training komplexer kognitiver Fähigkeiten, z. B. in technischen Fachbereichen und im Management, entwickelten van Merriënboer und Dijkstra ein Instruktionsdesignmodell (van Merriënboer, 1997; van Merriënboer & Dijkstra, 1997). Komplexe kognitive Fähigkeiten zeichnen sich dadurch aus, dass der Aufbau entsprechender Expertise relativ lange Zeit benötigt und sich Fachleute in diesen Bereichen sehr deutlich von Laien unterscheiden; typische Beispiele sind die Fähigkeiten von Fluglotsen, professionellen Softwareentwicklern oder – ganz spezifisch – die Fähigkeit von Ärzten, Diagnosen anhand bildgebender Verfahren, z. B. CT, fMRT, US, durchzuführen. Das Modell bezieht sich explizit auf Training, d. h., im Vordergrund steht die Vermittlung von Handlungswissen. Der Erwerb von Wissen ist dem funktional untergeordnet: Wissen wird dabei nicht um seiner selbst willen vermittelt.

*kognitionspsychologische Fundierung:
vier Ebenen*

Das Modell basiert auf kognitionspsychologischen Theorien des Lernens und Denkens. Die Vorgehensweise umfasst jeweils vier Schritte oder Ebenen:

1. Dekomposition (Zerlegung) der zu vermittelnden Fähigkeit (Kompetenz) in ihre konstitutiven Teilfähigkeiten (Teilkompetenzen),
2. Analyse der konstitutiven Fähigkeiten und das entsprechende Wissen, das erforderlich ist, um die einzelnen Fähigkeiten anwenden zu können,
3. Auswahl von Instruktionmethoden sowohl für das Üben der Teilaufgaben und der kompletten Aufgaben wie auch für die Vermittlung des erforderlichen Wissens,
4. Komposition (Zusammenstellung) der Trainingsstrategie bzw. die Entwicklung der Lernumgebung.

Analyse von Teilfragen

Auf jeder Ebene sind analytisch oder konzeptionell jeweils vier Designkomponenten (daher der Name) zu berücksichtigen:

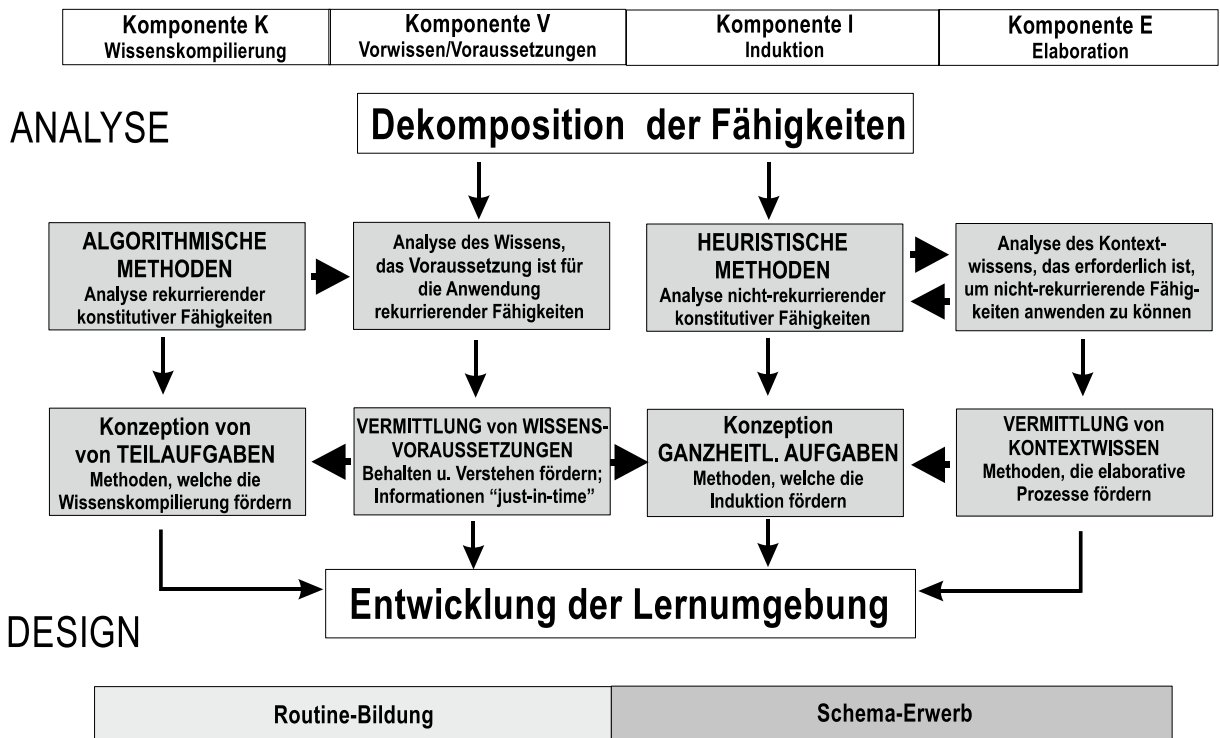


Abb. 2.5:
Vier-Komponenten-Modell des Instruktionsdesigns von van Merriënboer (1997)

- Die Analyse von Teilfähigkeiten, die bei entsprechend komplexen Aufgaben routinemäßig immer wieder (rekurrrend) angewandt werden müssen und deren „Kompilierung“ (automatische Ausführung, die wenig kognitive Ressourcen beansprucht) erreicht werden soll. Auf der Basis dieser Analyse erfolgt dann die Konzeption von Teilaufgaben, deren Übung die Routinebildung fördert.
- Die Analyse des Wissens, das Voraussetzung ist für die routinemäßig auszuführenden Tätigkeiten, sowohl beim Üben von Teilaufgaben als auch beim Üben der gesamten komplexen Aufgaben. Auf der Grundlage der Wissensanalyse erfolgt die Konzeption von Instruktionsbedingungen (Methoden), die für die Vermittlung dieses Wissens förderlich sind. Dieses Wissen soll jeweils „just-in-time“ vermittelt werden bzw. verfügbar sein, d. h. genau dann, wenn es bei der Bewältigung der Übungen benötigt wird.
- Aufgabenanalysen hinsichtlich der heuristischen Fähigkeiten, d. h. solcher Fähigkeiten, die sich auf die Bewältigung von Teilaufgaben beziehen, die nicht routinemäßig ausgeführt werden können (komplexe Problemlösungen, heuristische Fähigkeiten); darauf aufbauend erfolgt die Konzeption umfassender, ganzheitlicher Übungsaufgaben. Das Training soll dabei den Erwerb (Aufbau) kognitiver Schemata durch Elaboration der entsprechenden Informationen fördern (Anregen eigener Beispiele, Verknüpfung der neuen Informationen mit vorhandenem Wissen usw.). Bei der Konzeption eines multimedialen Trainings nach dem 4C/ID-Modell steht am Anfang die systematische Dekomposition der zu vermittelnden Fähigkeit: Die Teilfähigkeiten,

Wissensanalyse für routinemäßig auftretende Tätigkeiten

Aufgabenanalyse bzgl. heuristischer Fähigkeiten

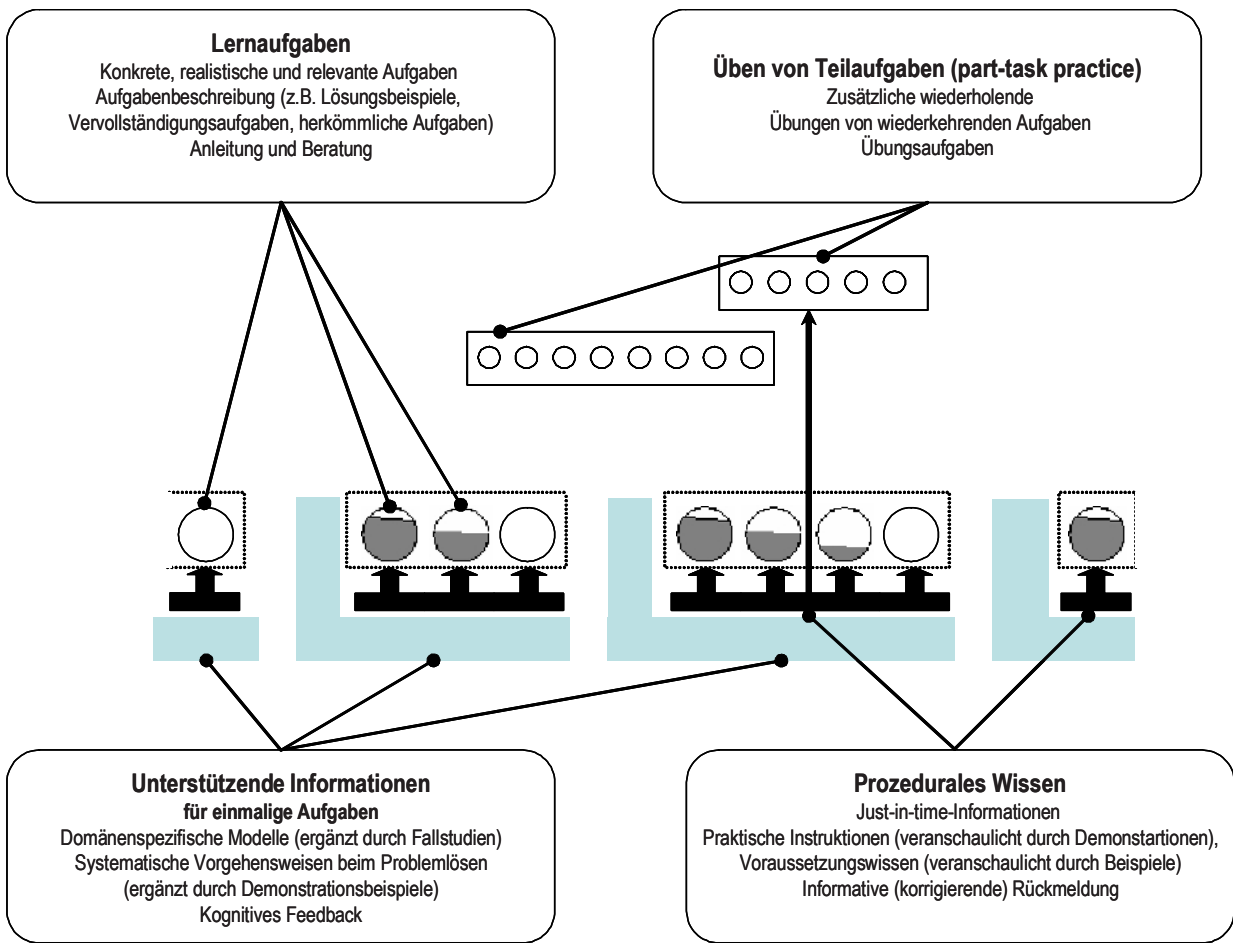


Abb. 2.6:
Schematische Übersicht über die vier Komponenten des 4C/ID-Modells (van Merriënboer & Kester, 2005)

aus denen sich die komplexe Fähigkeit (z. B. objektorientierte Programmierung von Anwenderprogrammen) konstituiert, werden einschließlich ihrer hierarchischen Beziehungen untereinander identifiziert: Auch die Teilfähigkeiten (Problemanalyse, Informatisierung des Problems, Entwurf von Algorithmen usw.) setzen sich aus Teilfähigkeiten niedriger Ordnung zusammen. In einem zweiten Schritt müssen die einzelnen Teilfähigkeiten hinreichend detailliert und klar beschrieben werden. Auf der Grundlage dieser Beschreibungen erfolgt eine Klassifikation der einzelnen Teilkompetenzen hinsichtlich ihrer Funktion in der Gesamtkompetenz (z. B. „bezieht sich auf rekurrende vs. nicht rekurrende Teilaufgaben“) und die Notwendigkeit eines expliziten Trainings. Als letzter Schritt der Dekomposition wird eine Makrosequenzierung festgelegt, für die u. a. zu analysieren ist, wie die Teilfähigkeiten innerhalb von Teilaufgaben (z. B. „Entwurf von Algorithmen“) bzw. innerhalb ganzheitlicher Anwendungsbeispiele geübt werden sollen und auch wie die Fähigkeit trainiert werden soll, die zunächst separat trainierten Teilkompetenzen im Kontext umfassender Problemaufgaben anzuwenden.

- Die Analyse des Wissens, das nützlich und wichtig ist für die Anwendung der nicht routinisierten Fähigkeiten (begriffliche Modelle, Ziel-Mittel-Hierarchien, Kausalmodelle, mentale Modelle) und Konzeption von Instruktionmethoden, um dieses Wissen im Kontext des Übens ganzheitlicher Aufgaben zu vermitteln. Das Training soll dabei den induktiven Erwerb (Aufbau) kognitiver Schemata durch die Konfrontation mit den konkreten Problemen und Beispielen fördern. Die Lernenden sollen ein tiefes Verständnis für die funktionalen Zusammenhänge im Kontext der jeweiligen Domäne entwickeln.

*Nicht routinisierbare
Fähigkeiten*

Für die weiteren vier Analysefunktionen des Modells werden jeweils geeignete Kategorisierungen sowie Methoden der Aufgaben- und Wissensanalyse empfohlen und beschrieben. Innerhalb der Designaufgaben wird generell unterschieden zwischen der Konzeption der Wissensvermittlung und der Konzeption von Übungs- und Anwendungsaufgaben. Das Herz des 4C/ID-Modells ist die Konzeption umfassender Übungs- und Anwendungsaufgaben im Sinne von Problemstellungen, Fall- und Projektaufgaben und schließlich die Entwicklung von Lernumgebungen im Sinne eines Arrangements von Situationen, in denen komplexe kognitive Fähigkeiten ganzheitlich vermittelt und geübt werden können.

Besondere Beachtung wurde dabei jeweils dem Aspekt der kognitiven (Über-)Belastung (cognitive load) gewidmet, die bei manchen Methoden des problem- oder projekt-basierten Lernens nachhaltige Effekte verhindert.

Cognitive (over) load

Es werden folgende Problemformate unterschieden:

Produktorientierte Problemformate

Bei produktorientierten Problemformaten liegt die Betonung auf der Lösung, weniger auf dem speziellen Lösungsweg.

- Konventionelle Probleme: Gegeben sind die Ausgangssituation mit den möglichen Mitteln bzw. Rahmenbedingungen sowie die Ziele; zu finden ist jeweils die Lösung, d. h. der Weg, das Verfahren, welches zur Zielerreichung führt.
- Lösungsbeispiele (worked-out examples): Sie enthalten eine Beschreibung der Ausgangssituation, der Ziele und einen guten Lösungsweg; zusätzlich wird evtl. noch auf Eigenarten des Problems hingewiesen. Lernende studieren intensiv den Lösungsweg. Eine Vielzahl von Untersuchungen belegt mittlerweile die Effizienz des Lernens anhand von Lösungsbeispielen (van Merriënboer, 1997, S. 179 ff.; Reimann, 1997).
- Vervollständigungsprobleme (completion problems): Bei diesem Format sind ebenfalls Ausgangssituation und Ziele gegeben, die Lösung jedoch nur teilweise; Lernende sollen den beschriebenen Lösungsweg studieren und die Lücken überbrücken. Vervollständigungsprobleme eignen sich insbesondere für Entwurfsaufgaben (z. B. Softwareentwicklung, Architektur).
- „Umgekehrte Probleme“ (reverse problems): Hier werden das Ziel und die Lösung angeboten, zu finden sind mögliche Ausgangsbedingungen. Nützlich können sie vor allem bei dem Training fehlerdiagnostischer Fähigkeiten sein: Lernenden wird z. B. gesagt, dass eine bestimmte Komponente in einem Schaltkreis defekt sei, ihre Aufgabe ist es dann, das Verhalten des Geräts unter bestimmten Bedingungen vorherzusagen.
- Zielfreie Probleme (goal-free problems): Gemeint sind Probleme, bei denen nicht ein bestimmtes Ziel zu erreichen ist. Ein Beispiel wäre die Aufgabe, für ein komplexes

Softwaresystem alle möglichen Fehler aufzulisten, die als Ursachen für ein bestimmtes Systemverhalten in Frage kommen könnten. Dieses Format erlaubt keine Rückwärtsstrategie des Problemlösens vom Ziel aus, sondern erzwingt eine Vorwärtsstrategie. Es liegen Befunde vor, die zeigen, dass derartige Probleme Transferleistungen und Schemaerwerb besser fördern können als konventionelle Probleme (van Merriënboer, 1997, S. 182).

- Imitationsprobleme (imitation problems): Es handelt sich bei diesem Format um eine Variante des Typs „Lösungsbeispiel“. Dargeboten wird ein konventionelles Problem, wobei den Lernenden jedoch eine genaue Beschreibung des Lösungswegs (z. B. auch durch ein Video oder eine Animation) an die Hand gegeben wird. Die Lernenden lösen das Problem, indem sie den Lösungsweg imitieren. Empirische Befunde haben die Wirksamkeit des Formats bestätigt (van Merriënboer, 1997, S. 183).

Prozessorientierte Problemformate

Bei prozessorientierten Problemformaten liegt die Betonung auf dem Lösungsweg. Dieser dient der Förderung des Transfers bzw. der Fähigkeit, heuristische Lösungswege zu finden.

- Konventionelle Probleme: Das Format unterscheidet sich nicht von produktorientierten Problemen, jedoch liegt hier der Fokus auf Qualitäten des Lösungswegs.
- Modellfälle (modeling examples): Fallbeispiele, die eine Beschreibung und/oder Erklärung der Lösung beinhalten bzw. in denen ein Experte den Lösungsweg vorführt bzw. erläutert. Auch hier besteht der Unterschied zu Lösungsbeispielen (worked-out examples) vor allem in der Betonung des Lösungsprozesses (van Merriënboer, 1997, S. 184, 223 f., 242 ff.).
- Probleme mit Ausführungsbeschränkungen (performance constraints): Die Besonderheit dieses Formats sind Auflagen oder Einschränkungen, welche die Lernenden bei der Problemlösung zu beachten haben; z. B. müssen bei der Lösung eines Programmierproblems bestimmte formale Regeln – etwa Erstellung eines Fluss- oder eines Nassi-Shneiderman-Diagramms – streng eingehalten werden. Für die Wirksamkeit des Formats gibt es empirische Belege (van Merriënboer, 1997, S. 184 f.).
- Probleme, kombiniert mit kognitiven Werkzeugen oder Arbeitsblättern (process worksheets and cognitive tools): Ähnlich wie bei dem vorangegangenen Format erfolgt auch hier eine Intervention hinsichtlich der Lösungsprozesse, allerdings weniger einschränkend. Arbeits- bzw. Rechenblätter (Papier oder online) oder andere Formen von kognitiven Werkzeugen (z. B. ein Mindmap-Programm) werden den Lernenden eher als Hilfen für die Problemlösung an die Hand gegeben.
- Kombinierte Problemformate: Die verschiedenen prozessorientierten Problemformate können mit der produktorientierten Lösung konventioneller Probleme kombiniert werden, zumal sich die beiden Kategorien nicht ausschließen, sondern ergänzen. Aus der Kombination ergeben sich dann zum Teil völlig neue Problemformate (van Merriënboer, 1997, S. 185 ff.).

Einschätzung des Modells

Das 4C/ID-Modell gilt derzeit international als wichtigstes Modell für das Training komplexer kognitiver Fähigkeiten. Es liefert u. a. jeweils Kriterien für die Wahl eines bestimmten Problemformats. Lernmedien stehen nicht im Vordergrund, es ist jedoch

klar, dass bei der Realisierung des Ansatzes die Verwendung digitaler Medien oft eine wichtige Rolle spielt. Darüber hinaus fokussiert das Modell insbesondere die Relation der einzelnen Komponenten (Vermittlung der unterschiedlichen Wissensarten, Entwurf von Teilübungsaufgaben, Entwurf ganzheitlicher Problemaufgaben) bei der Entwicklung der gesamten Lernumgebung. Neuere Weiterentwicklungen enthalten u. a. Prinzipien für eine Adaptierung an unterschiedliche Lernervoraussetzungen (de Crook et al., 2002; van Gerven et al., 2002; van Merriënboer, Clark & de Croock, 2002). Das Modell beinhaltet Anleitungen zur Entwicklung von problembasierten Lernumgebungen und Curricula mit Phasen direkter Instruktion.

2.4.7

Weitere praktische Theorien

Die Reihe der hier aufgeführten Theorien ist nicht annähernd erschöpfend. Es handelt sich um die international prominentesten der aktuellen Instruktionsdesigntheorien. Wesentliches Auswahlkriterium war die Relevanz für die Konzeption multimedialer Lernumgebungen. Dies erlaubt jedoch nicht den Umkehrschluss, dass die hier nicht vorgestellten Theorieansätze irrelevant seien für die Konzeption multimedialer Lernumgebungen. Es sollen daher weitere Theorien und Modelle kurz angesprochen werden, wobei auch diese Aufzählung nicht vollständig sein kann.

Ein Modell für die Entwicklung offener Lernumgebungen, deren Ziel es ist, auch divergentes Denken und die Gewinnung multipler Perspektiven besonders zu fördern, haben Hannafin und seine Mitarbeiter entwickelt. Es eignet sich vor allem für „weiche“ Domänen mit „unscharfen“ Problemstellungen. Methodische Empfehlungen beziehen sich auf die Konzeption multimedial unterstützter Lernprojekte (analog zum GBS-Modell, s.o.), hier als „enabling contexts“ bezeichnet. Dazu werden Informationsangebote konzipiert und Werkzeuge (tools) für die Lernenden entwickelt (zum Suchen, Sammeln, Organisieren, Integrieren, zur Manipulation von Inhalten sowie zur Kommunikation). Eine besondere Rolle spielt die Entwicklung von begrifflichen, metakognitiven, prozeduralen und strategischen Lernhilfen (scaffolds), die während des Lernens in offenen Lernumgebungen angeboten werden. Konkrete Beispiele für z. B. webbasierte Lernumgebungen, die nach diesem Modell entwickelt wurden, liegen vor (Hannafin, Land & Oliver, 1999). Ganz ähnlich in Zielsetzung und Vorgehen ist Jonassens Theorie für die Konzeption „konstruktivistischer“ Lernumgebungen (Jonassen, 1999); auch hier spielen tools, coaching und scaffolding bei der Bearbeitung ganzheitlicher Probleme und Fallaufgaben eine tragende Rolle.

Speziell für die Konzeption webbasierter Lernumgebungen, die ein kooperatives bzw. kollaboratives Problemlösen ermöglichen sollen, hat Nelson (1999) ein theoretisches Modell (collaborative problem solving, CPS) entwickelt.

Das Modell basiert auf einer Synthese vieler empirischer Befunde zum kooperativen Lernen bzw. kollaborativen Problemlösen und liefert konkrete Empfehlungen zur Organisation entsprechender Lerngruppen und zur Prozessunterstützung.

Auch bei der Vermittlung psychomotorischer Fähigkeiten können multimediale Lernumgebungen zumindest partiell eingesetzt werden; hierzu kann auf eine operative Theorie von Romiszowski (1999) zurückgegriffen werden. Die wichtigsten Methoden umfassen: Vermittlung des Wissens, was getan werden soll, schrittweiser Aufbau von Grundfertigkeiten, Entwicklung der psychomotorischen Kompetenz (Routinisierung,

*ID für „weitere“
Domänen*

Problemlöseförderung

*Kollaboratives
Problemlösen*

*Psychomotorische
Fähigkeiten*

Generalisierung) durch Demonstrieren ggfs. Erläutern, Förderung mentaler Repräsentationen des Bewegungsablaufs, verbale Hinweise, unterschiedliche Formen des Übungsaufbaus, Rückmeldungen, Transferförderung, Verbesserung von Schnelligkeit und Exaktheit bis hin zu Maßnahmen zur Förderung des Selbstwerts der Lernenden (Romiszowski, 1999).

2.5 Zusammenfassung

Instruktionsdesign ist seit den späten fünfziger Jahren wichtige Teildisziplin der pädagogischen Psychologie. Es wurde ursprünglich nicht speziell für multimedial gestützte Instruktion entwickelt, sondern generell für jedes systematische Arrangement von Umgebungsbedingungen, das geeignet ist, Kompetenzen zu fördern. Medienbasierte Lernangebote erfordern allerdings stets eine systematische Planung und Konzeption, so dass Instruktionsdesign hier besonders wichtig ist.

Aktuelle Instruktionsdesignmodelle sind weniger auf direkte Instruktion ausgerichtet als die erste Generation von Instruktionsdesignmodellen. Die zweite Generation von Instruktionsdesignmodellen entstand ab Ende der achtziger Jahre – es handelt sich dabei um situationistische Modelle, die stärker das selbstständige Lernen und die aktive Rolle des Lernenden fokussieren. Außerdem betonen diese Modelle oft Möglichkeiten des kooperativen bzw. kollaborativen Lernens. Zu den wichtigsten Modellen der zweiten Generation gehören „Anchored Instruction“, „Cognitive Apprenticeship“, „Goal-Based Scenarios“ sowie das 4C/ID-Modell für das Training komplexer Fähigkeiten. Darüber hinaus gibt es eine Reihe weiterer Modelle für spezielle Domänen oder Kategorien von Lehrzielen bzw. Lernaufgaben.

Literatur

- Al-Diban, S., & Seel, N. (1999). Evaluation als Forschungsaufgabe von Instruktionsdesign. *Unterrichtswissenschaft*, 27(1), 29–60.
- Alisch, L.-M. (1995). *Grundlagenanalyse der Pädagogik als strenge praktische Wissenschaft*. Berlin: Duncker & Humblot.
- Bransford, J. D., Sherwood, R. D., Hasselbring, T. S., Kinzer, C. K., & Williams, S. M. (1990). Anchored instruction: Why we need it and how technology can help. In D. Nix & R. Spiro (Eds.), *Cognition, education, and multimedia: Exploring ideas in high technology*. (pp. 115–141). Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Brown, J. S., Collins, A. & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18, 32–41.
- Bunge, M. (1998). *Philosophy of Science: From Problem to Theory* (revised edition. ed. Vol. vol. 1). New Brunswick, London.
- Case, R. (1978). A developmentally based theory and technology of instruction. *Review of Educational Research*, 48, 439–463.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt. (1991a). Limitations of first generation instructional design. *Educational Technology*, January, 7–11.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt. (1991b). Technology and the design of generative learning environments. *Educational Technology*, May, 34–40.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt. (1997). *The Jasper project. Lessons in curriculum, instruction, assessment, and professional development*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- de Crook, M. B. M., Paas, F., Schlanbusch, H., & van Merriënboer, J. J. G. (2002). ADAPT^{IT}: Tools for training design and evaluation. *Educational Technology Research and Development*, 50(4), 47–58.

- Dick, W., & Carey, L. (1996). *The systematic design of instruction*. New York: HarperCollins/College Publishers.
- Fischer, F., Bouillion, L., Mandl, H., & Gomez, L. (2003). Scientific principles in Pasteur's quadrant: integrating goals of understanding and use in learning environments research. In B. Wasson, S. Ludvigsen & U. Hoppe (Eds.), *Designing for change in networked learning environments* (pp. 493–502). Dordrecht: Kluwer.
- Gagné, R. M. (1985). *The conditions of learning and theory of instruction*. 4. Aufl. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Gagné, R. M., Briggs, L. J., & Wager, W. W. (1987). *Principles of instructional design* (3 ed.). New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Gustafson, K. L., & Branch, R. M. (2002). What is instructional design? In R. A. Reiser & J. V. Dempsey (Eds.), *Trends and issues in instructional design and technology* (pp. 16–25). Upper Saddle River, NJ/Columbus, OH: Merrill/Prentice Hall.
- Hannafin, M., Land, S., & Oliver, K. (1999). Open learning environments: Foundations, methods, and models. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models. A new paradigm of instructional theory* (pp. 115–140). Mahwah, NJ: L. Erlbaum.
- Herrmann, T. (1994). Forschungsprogramme. In T. Herrmann & W. H. Tack (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie, Themenbereich B, Serie I, Bd. I: Methodologische Grundlagen der Psychologie* (S. 251–294). Göttingen: Hogrefe.
- Jonassen, D. (1999). Designing constructivist learning environments. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models. A new paradigm of instructional theory* (pp. 215–239). Mahwah, NJ: L. Erlbaum.
- Krapp, A., & Heiland, A. (Hrsg.). (1981). *Theorieanwendung und rationales Handeln* (Bd. 4). Braunschweig: TU Braunschweig.
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Merrill, M. D. (1983). Component display theory. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional design theories and models: An overview of their current status* (pp. 279–333). Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Merrill, M. D. (1999). Instructional transaction theory (ITT): Instructional design based on knowledge objects. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design – Theories and models. A new paradigm of instructional theory* (S. 397–424). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Merrill, M. D., Li, Z., Jones, M. J., & Hancock, S. W. (1991). Instructional transaction theory: Transaction shells.
- Mischo, C., & Rheinberg, F. (1995). Erziehungsziele von Lehrern und individuelle Bezugsnormen der Leistungsbewertung. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 9(3/4), 139–151.
- Nelson, L. M. (1999). Collaborative problem solving. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models. A new paradigm of instructional theory* (S. 241–267). Mahwah, NJ: L. Erlbaum.
- Reigeluth, C. M. (Ed.). (1999). *Instructional-design theories and models. A new paradigm of instructional theory*. Mahwah, NJ: L. Erlbaum Associates, Publishers.
- Reigeluth, C., M. (Ed.). (1987). *Instructional theories in action*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Reigeluth, C. M. (Ed.). (1983). *Instructional-design theories and models: An overview of their current status*. Hillsdale, NJ: L. Erlbaum.
- Reimann, P. (1997). *Lernprozesse beim Wissenserwerb aus Beispielen. Analyse, Modellierung, Förderung*. Bern: Hans Huber.
- Renkl, A. (1996). Träges Wissen. Wenn Erlerntes nicht genutzt wird. *Psychologische Rundschau*, 47(1), 78–92.
- Resnick, L. B. (1987). Task analysis in instructional design: Some cases from mathematics. In D. Klahr (Ed.), *Cognition and instruction* (pp. 51–80). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Rheinberg, F., Vollmeyer, R., & Rollett, W. (2000). Motivation and action in self-regulated learning. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 503–529). San Diego, San Francisco, New York: Academic Press.
- Romisowski, A. J. (1999). The development of physical skills: Introduction in the psychomotor domain. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models. A new paradigm of instructional theory* (pp. 457–481). Mahwah, NJ: L. Erlbaum.
- Sander, E. (1986). *Lernhierarchien und kognitive Lernförderung*. Göttingen, Toronto, Zürich: Hogrefe.
- Schank, R. C. (1982). *Dynamic memory: a theory of reminding and learning in computers and people*. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- Schank, R. C. (1990). *Tell me a story: a new look at real and artificial memory*. New York: Scribner.

- Schank, R. C. (1998). *Tell me a story. Narrative and intelligence* (2nd printing). Evanston, Illinois: Northwestern University Press.
- Schank, R. C. (2002). *Designing world-class e-learning*. New York, Chicago: McGraw-Hill.
- Schank, R. C., Berman, T. R., & Macpherson, K. A. (1999). Learning by doing. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design – Theories and models. A new paradigm of instructional theory* (pp. 161–182). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Schwartz, D. L., Lin, X., Brophy, S., & Bransford, J. D. (1999). Toward the development of flexible adaptive instructional designs. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design – Theories and models. A new paradigm of instructional theory* (pp. 183–213). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Simon, H. A. (1996). *The sciences of the artificial* (3rd ed.). Cambridge, Mass.: The MIT Press.
- Sweller, J. (1999). *Instructional design in technical areas*. Camberwell, Vic: ACER Press.
- Tennyson, R. D., & Park, O.-C. (1980). The teaching of concepts. A review of instructional design research literature. *Review of Educational Research*, 50(1), 55–70.
- Van Gerven, P. W. M., Paas, F. G. W. C., van Merriënboer, J. J. G., & Schmidt, H. G. (2002). Cognitive load theory and aging: effects of worked examples on training efficiency. *Learning and Instruction*, 12(1), 87–105.
- van Merriënboer, J. J. G., Clark, R. E., & de Croock, M. B. M. (2002). Blueprints for complex learning: The 4C/ID-Model. *Educational Technology Research & Development*, 50(2), 39–64.
- van Merriënboer, J. J. G., & Kester, L. (2005). The four-component instructional design model: Multimedia principles in environments for complex learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 71–93). Cambridge, New York: Cambridge University Press.