

Programmierte Instruktion

Dr. med. V. Flörkemeier und Professor Dr. med. H. E. Renschler

Medizinische Universitätsklinik Köln
(Direktor: Professor Dr. R. Gross)

In den letzten Jahren sind wie zu jeder früheren Zeit viele Bemühungen unternommen worden, den medizinischen Unterricht zu verbessern und in großen Bereichen zu erneuern. Verschiedene Ursachen haben diese jetzigen Reformen eingeleitet:

- ① die allgemeine Diskussion über den angeblichen „Bildungsnotstand“ in Deutschland beim Vergleich mit anderen hochtechnisierten Völkern,
- ② die Wissensexplosion, besonders im medizinischen Bereich,
- ③ die Bestrebungen, die ärztlichen Grundaufgaben festzulegen (Ausbildung zum „Basic Doctor“).

Trotz einiger unterrichtstechnologischer Initiativen steht die ärztliche Ausbildung vor einem Dilemma. Durch die neue Approbationsordnung sind neue Realitäten geschaffen worden: Bei vermehrtem Wissensangebot in der Medizin ist die Ausbildungszeit deutlich verkürzt. Die feststehenden Termine lassen keinen weiteren Aufschub zu, da diejenigen Studenten, die das Examen nach der neuen Approbationsordnung ablegen, das klinische Studium bereits im Wintersemester 1973/74 beginnen werden. Die durch die Approbationsordnung festgelegten Aufgaben können allein durch Straffung und genaue Definition des Lehrplanes nur mühsam erfüllt werden. Neben intensiverem Einsatz moderner technischer Medien und Erweiterung des

Stellenplans für Lehrpersonal sollten in der ärztlichen Ausbildung auch pädagogische und psychologische Erkenntnisse, wie Lehren und Lernen intensiviert werden, stärkere Beachtung finden.

Im folgenden soll über eine neue Lehrmethode berichtet werden, die nach den bisher vorliegenden Erfahrungen und Untersuchungen die Effektivität des Lernprozesses zu steigern scheint, dem Lernenden mehr Freiheit zur Entwicklung eigener Aktivitäten gibt und den Lehrer von der reinen Faktenvermittlung befreit. Wir verwenden dafür den Ausdruck „programmierte Instruktion“ als Oberbegriff, wie er in Deutschland unabhängig von der Altersstufe der Lernenden eingeführt wurde. Die Weltgesundheitsorganisation spricht von „Individual Learning Program“.

Begriffsbestimmung der programmierten Instruktion

Folgt man der Definition Zifreunds, so ist die programmierte Instruktion „eine Form der Objektivierung von Lehrfunktionen, bei der dem Lernenden durch ein Lehrprogramm Informationen dargeboten, Aufgaben (Fragen, Auswahlantworten) vorgelegt und nach jedem Lernschritt Auskünfte über die Richtigkeit bzw. Fehlerhaftigkeit der gegebenen Antwort erteilt werden. Die programmierte Instruktion erlaubt eine Individualisierung des Lernprozesses und stellt jedem Lernenden gewissermaßen einen

Es handelt sich bei der programmierten Instruktion um eine neue Lehrmethode, die dem Lernenden eine Individualisierung in bezug auf Zeit und Weg – insbesondere beim Computer-unterstützten Unterricht – erlaubt, die die Selbsttätigkeit anregt und fortlaufende Möglichkeiten zur Eigenkontrolle bietet. Die programmierte Instruktion garantiert gleichbleibende Qualität des Unterrichts und stellt den Lehrer von der reinen Wissensvermittlung frei für die Vertiefung des Lehrstoffes in der Diskussion und für psychologische und soziale Aufgaben.

unterrichtstechnologischen Ersatz für einen Privatlehrer zur Verfügung.“

Die programmierte Instruktion ist auf unterschiedliche Medien übertragbar und kann in Form eines Lehrprogramm-buches, einer Tonbildschau, mit Hilfe mechanischer und elektromechanischer Lehrmaschinen sowie in Form des Computer-gesteuerten Unterrichts dargeboten werden.

Welche Medien und welche Programmieretechnik man auch immer anwendet, einige typische Merkmale haben die meisten Lehrprogramme gemeinsam (Blizard 1971; Correll 1965; Chidester 1967; Gerlach 1970; Meyer, Markle 1968; Lyssaught und Mitarbeiter 1964, Weiss und Green 1962; Williams 1967):

- ▶ Es wird eine genaue Lernzielbeschreibung vor Abfassen des Programms vorgenommen.
- ▶ Der Lehrstoff ist in Lernschritte gegliedert, wobei im allgemeinen jeweils nur wenig neue Informationen pro Lernschritt hinzukommen.
- ▶ Ein Lernschritt folgt dem nächsten in einer bestimmten logischen

Programmierte Instruktion

Ordnung, wobei jeder Lernschritt mit einer Aufgabe abgeschlossen wird.

► Der Lernende steht durch die fortlaufende aktive Beantwortung der Aufgaben in einer ständigen Wechselbeziehung zum Lehrprogramm.

► Der Lernende hat die Möglichkeit, unmittelbar nach Beantwortung der Aufgabe die Richtigkeit oder Fehlerhaftigkeit zu überprüfen (Rückkoppelung).

► Der Lernvorgang kann durch Verzweigungen im Lehrprogramm an die unterschiedlichen Voraussetzungen und Lerngewohnheiten heterogener Lernender angepaßt werden.

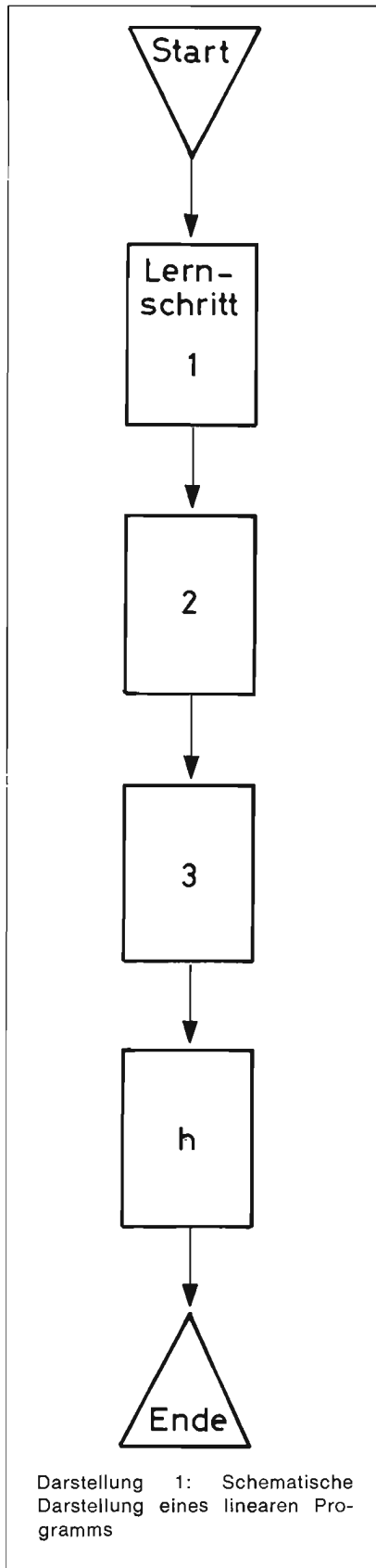
► Der Lernende kann sein individuelles Lerntempo bestimmen.

► Der Lernerfolg – und damit die Qualität des Lehrprogramms – kann überprüft und reproduziert werden.

► Das Lehrprogramm wird unter Verwendung der objektivierten Lernerfolge ständig verbessert und dem wissenschaftlichen Fortschritt angepaßt.

Grundlagen der programmierten Instruktion

Bevor nun die einzelnen Verfahren der programmierten Instruktion aufgezeigt werden, muß das sogenannte Erfolgsgesetz des amerikanischen Psychologen Thorndike interpretiert werden (Schieferle und Huber, 1970). Es besagt, daß ein Lernprozeß dann besonders nachhaltig ist, wenn der Lernende erfährt, daß seine Antwort richtig, das heißt erfolgreich, war; wenn er den Lernstoff oft genug wiederholen und wenn er Fehler machen kann, die aber sofort korrigiert werden. Die Bestätigung einer richtigen Antwort wirkt als Verstärkung, wodurch die Wahrscheinlichkeit, unter ähnlichen Bedingungen erneut zur richtigen Antwort zu kommen,



erhöht wird. Im normalen, auf den Lehrer bezogenen Frontalunterricht besteht nicht die Möglichkeit, jede richtige Antwort zu bestätigen. Darüber hinaus kann im Massenunterricht – aber auch nur schwerlich im Gruppenunterricht – nicht nach Leistungsfähigkeit und Arbeitstempo differenziert werden. Ein weiterer Nachteil des Massenunterrichts ist das Fehlen jeglicher Eigentätigkeit des einzelnen.

Unter diesen Vorbemerkungen ist die Skinnersche Programmiertechnik (1954) verständlich, die zusammengefaßt folgende Merkmale aufweist (Martens, 1970):

- ❶ kleine Lernschritte (ein bis zwei Sätze);
- ❷ leichte Fragen;
- ❸ häufige Wiederholungen.

Das Skinnersche Programm ist linear, das heißt, es gibt nur *einen* Lernweg. Jeder Lernschritt enthält jeweils drei immer nach dem gleichen Schema wiederkehrende Positionen (Darstellung 1):

- ❶ die Antwort auf die Frage des vorangegangenen Lernschrittes;
- ❷ die nächste Information (Lehrquant);
- ❸ die auf die soeben gegebene Information bezogene Aufgabe.

Bei der Skinnerschen oder linearen Programmiertechnik muß jeder Lernende den gleichen Lernweg zurücklegen, eine Individualisierung ist somit nur bezüglich der Lernzeit möglich. Im Skinnerschen Programm sind, wie bereits gesagt, die Informationen eines Lehrquants bewußt klein gehalten, damit (mit 95 Prozent Wahrscheinlichkeit) die Frage richtig beantwortet und dadurch die Antwort verstärkt wird.

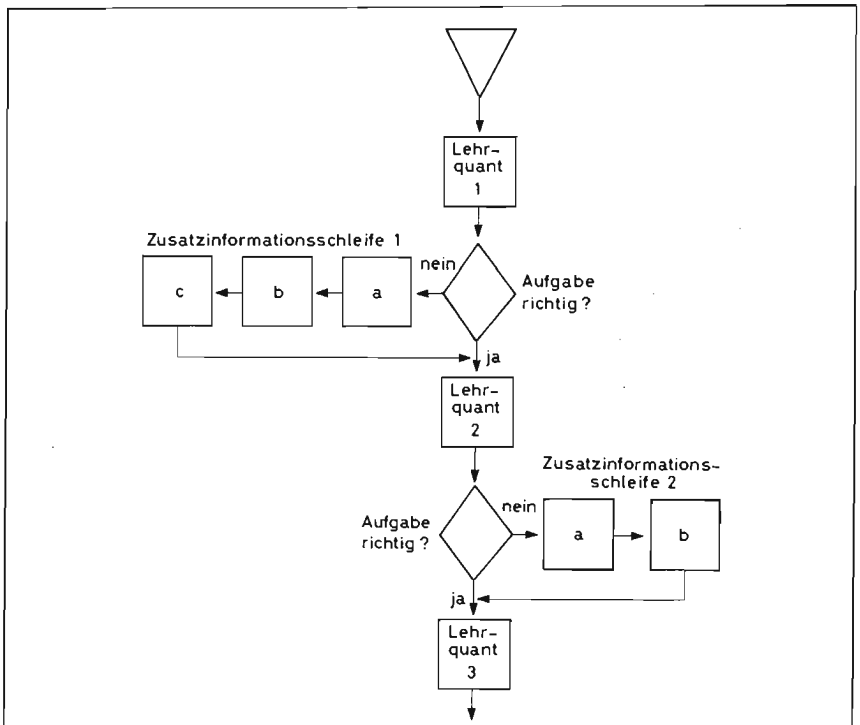
Der amerikanische Verhaltensforscher M. A. Crowder und seine Schule hatten dagegen eine unterschiedliche Auffassung vom Irrtum für den Lernprozeß. Um zu kontrollieren, ob der Lehrstoff verstanden

worden ist, bietet er nach einem (größerem als bei Skinner) Lehrquant mehrere Antworten an, wovon eine oder auch mehrere richtig sind. Dann wird jedoch nicht nur die falsche Antwort korrigiert, sondern es werden zusätzliche Informationen gegeben, so daß auch der zur falschen Antwort führende Lernweg korrigiert wird. Die Qualität eines verzweigten Programms zeigt sich darin, wie gut der Lernende zu einer Einsicht durch seine Fehler gebracht wird. Gelingt es, freie Antworten der Lernenden – etwa mit Hilfe eines Computers – zu analysieren, so kommt ein solches System dem sokratischen Lehrgespräch nahe.

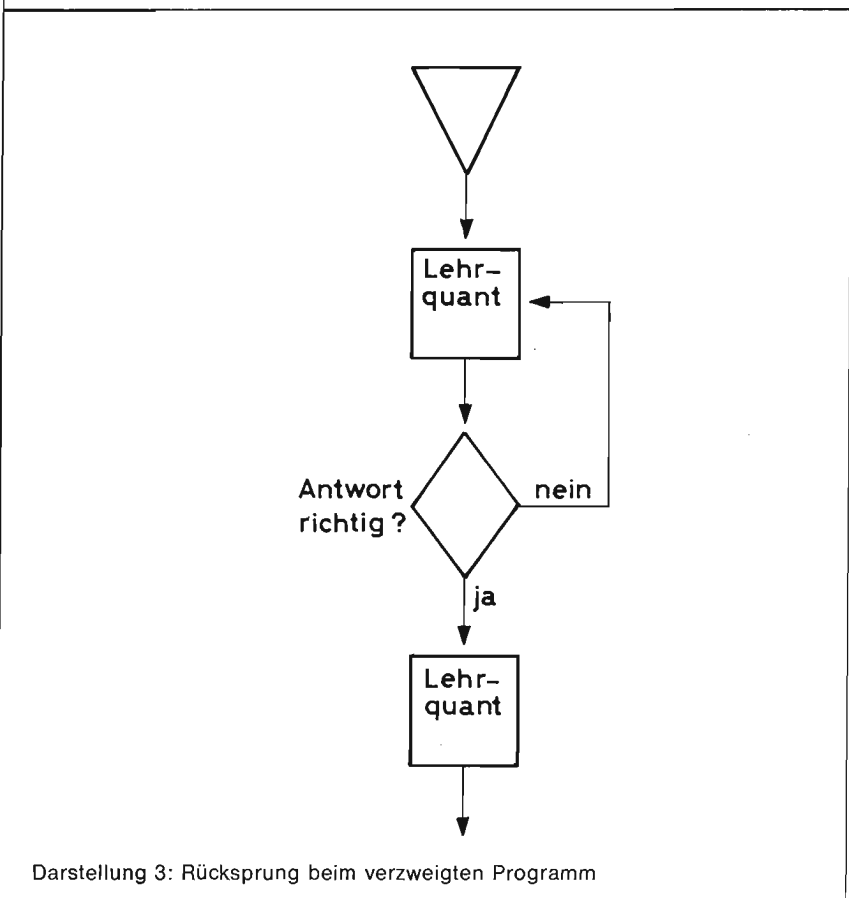
Die Darstellung 2 zeigt nur die Möglichkeit der Antwort „ja oder nein“. Aus praktischen Bedingungen werden jedoch Fragen mit Auswahlantworten gestellt. Es sind somit nach jedem Lehrquant mehrere Wege des Fortschreitens möglich, wobei aber nur einer richtig ist; die anderen sind falsch und werden korrigiert. Die wichtigsten Einwände gegen die Skinnersche Programmiermethode werden damit ausgeglichen.

Beim verzweigten Programm besteht auch noch die Möglichkeit, über eine Schleife zusätzliche Informationen zu erhalten oder durch „Rücksprung“ bei einer falschen Antwort den oder die letzten Lernschritte noch einmal zu wiederholen (Darstellung 3). Häufig wird beim Programmieren die lineare mit der verzweigten Technik kombiniert, wobei versucht wird, die dem Lehrgegenstand am besten entsprechende Methode zu wählen (Darstellung 4).

In Tabelle 1 sind die Unterschiede der Programmiermethoden nach Skinner und Crowder gegenübergestellt. Die Tabelle entnehmen wir einer Arbeit von J. U. Martens (1971). Eine Wertung, welche der beiden Programmiermethoden für die Praxis die bessere ist, soll hier nicht vorgenommen werden. Stark vereinfacht kann man die Verwen-

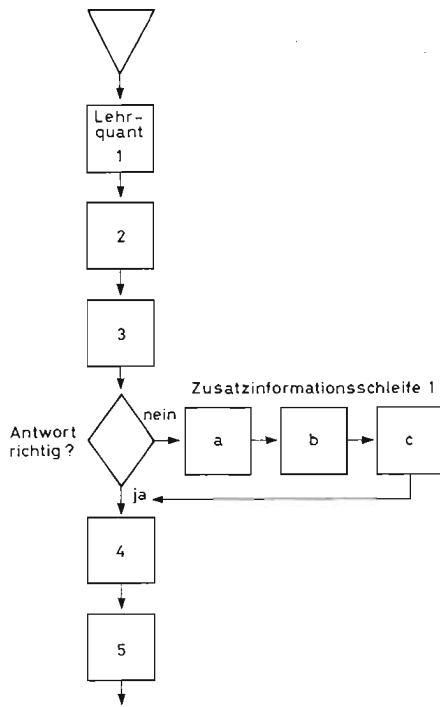


Darstellung 2: Schematische Darstellung eines verzweigten Programms



Darstellung 3: Rücksprung beim verzweigten Programm

Programmierte Instruktion



Darstellung 4: Schematische Darstellung eines kombinierten Programms

dungsmöglichkeiten der einzelnen Methoden jedoch so formulieren (Martens, 1971): ein lineares Programm ist eher für das Lernen von Begriffen und Fakten geeignet, wobei an den Lernenden relativ geringe Anforderungen gestellt werden. Ein verzweigtes Lehrprogramm kann, da es verschiedene Lernwege zuläßt, einem Kreis von Lernenden mit unterschiedlichen Vorkenntnissen angeboten werden (zum Beispiel Erste-Hilfe-Kurs). Die beiden Methoden werden jedoch häufig miteinander kombiniert.

Neben diesen beschriebenen Programmieretechniken sind noch weitere (die Methode Presseys, Gilberts „Mathetics“ Methode, die Gestaltungspsychologische Methode) entwickelt worden, die sich jedoch in der Programmierungspraxis nicht derart durchgesetzt haben wie die Methoden nach Skinner und Crowder. Eine Gegenüberstellung dieser Methoden findet man bei Martens, 1971. In Deutschland wurde von Frank (1969) und seiner Schule die sogenannte „w-t-Didaktik“ entwickelt, wobei jedem Lernschritt ein festgelegter Informationsgehalt zugemessen wird und – vom Basaltext ausgehend – vorbestimmte Wiederholungen den Lern-erfolg sichern.

Tabelle 1: Gegenüberstellung der Programmieretechniken von Skinner und Crowder

	Skinner: extern gesteuertes (lineares) Programm	Crowder: intern gesteuertes (verzweigtes) Programm
Lernprozeß	Lernen durch aktives Reagieren	Lernreiz geht vom Stoff aus
Lernschritte	klein (1 bis 2 Sätze)	groß (bis zu einer Seite)
Form der Antwort	Aktivantwort	Mehrfachwahlantwort
Art der Antwortbestätigung	Erfolgsmeldung (Verstärkung)	Rückmeldung (Korrektur)
Behandlung des Fehlers	Vermeidung von Fehlern	Korrektur der Fehler
Lernweg	gradlinig (straffe Führung)	verzweigt (mehrere Lernwege)
Individualisierung	nur im Lerntempo	im Lerntempo und der Wahl der Lernwege

Die Programm-Erstellung

Bisher wurden nur die Eigenarten und Techniken der programmierten Instruktion dargelegt. Wie kommt man zu einem qualitativ guten Programm? Wegen der Vielzahl der mit der Programm-Erstellung verbundenen Probleme ist ein „Ein-Mann-Verfahren“ nicht sinnvoll. Unter günstigen Bedingungen würden dagegen Pädagogen, Psychologen, Didaktiker, Programmierer, Fachwissenschaftler, Ton-techniker und Graphiker zusammenarbeiten. In der Regel werden jedoch nur Teams mit durchschnittlich drei Personen ein Programm produzieren. Grob vereinfacht würde der Arbeitsablauf bei der Programm-Erstellung wie folgt aussehen: ▶

A. Planungsphase:

1. Themenbesprechung (Formulierung des Groblehrziels)
2. Adressaten-Analyse (Lernende)
3. Lernzielbeschreibung (Aufgliederung des Lehrziels in Feinziele)

B. Gestaltungsphase:

1. Basistext-Erstellung
2. Lehrschrittgestaltung

C. Validierungsphase:

1. Fachgutachten und Teste an Einzellernenden
2. Revision des Lehrprogramms
3. Gruppenerprobung und statistische Erfolgskontrolle.

Diese einzelnen Punkte bedürfen noch einer genaueren Erklärung. Da sich die Beschäftigung mit programmierter Instruktion zur Zeit noch in der Forschungsphase befindet, wird die Themenauswahl für die programmierte Instruktion weniger vom Studienplan her geprägt, sondern sie unterliegt häufiger dem Zufall, dem speziellen Interesse der an der Programmgestaltung beteiligten Fachwissenschaftler oder der Tatsache, daß sich ein Stoff besonders gut eignet. Wenn die programmierte Instruktion in den kommenden Jahren ihren Platz als funktionsfähige und potente Unterrichtsmethode behauptet, wird bereits bei der Lehrplangestaltung entschieden werden, welche Bereiche des zu vermittelnden Wissens zu programmieren sind.

Zunächst werden die Programmiererteams ihr eigenes Thema festlegen und den Rahmen abstecken.

Angenommen, das Thema lautete: Erste-Hilfe-Kurs. Es ist dann notwendig, den Kreis derer, die mit dem Lehrprogramm Erste Hilfe lernen sollen, genau zu analysieren. Es ist beispielsweise festzustellen,

welche Vorbildung, welches Einstiegswissen und Einstiegskönnen erwartet werden können, welches Alter, welche Intelligenz und welchen Entwicklungsstand die Adressaten haben und ob es sich um eine Pflichtkurs handelt oder nicht.

Bringen diese gesammelten (oder geschätzten) Daten keine ausreichende Information, können zusätzlich auch Teste zur präzisen Feststellung des Eingangswissens durchgeführt werden. Nach Auswerten der Adressatendaten kann unter Umständen bereits die Entscheidung über die Programmier-technik fallen. Die Erstellung des Basistextes obliegt den Fachwissenschaftlern. Einer stellt das für den Kurs als notwendig erachtete Material zusammen und läßt es dann von einem anderen Fachwissenschaftler begutachten. Danach wird der Stoff geordnet (Fluß-Diagramm) und der methodische Weg festgelegt. Wichtige Informationen müssen entsprechend gekennzeichnet sein, so daß sie bei der Programmgestaltung auch oft genug wiederholt werden, um im Gedächtnis zu haften. So werden beispielsweise bei der „w-t-Didaktik“ nach Frank (1969) bereits vor der Programmierung die Wiederholungszahlen der Basalwörter bestimmt.

Die nun folgende Lernzielbeschreibung bedeutet eine Aufgliederung der Grobziele in nicht mehr teilbare Feinziele. Es handelt sich hierbei jedoch nicht um einen detaillierten Themenkatalog; es muß vielmehr ganz genau definiert und festgelegt werden, welches beobachtbare und überprüfbare Verhalten der Lernende nach dem Lernprozeß zeigen soll. Nach Mager (1969) muß das Programmier-Team das Endverhalten, das heißt, das, was der Lernende tun wird, beschreiben sowie die Bedingungen, unter denen das Verhalten erreicht werden soll (etwa welche Hilfsmittel benutzt werden dürfen, welche Einschränkungen auferlegt werden und wie der Lernerfolg gemessen wird).

► Mit anderen Worten: Ein sinnvoll beschriebenes Lehrziel hilft uns sehen, was unser Unterricht erreichen soll, und sagt uns, woran wir merken, daß wir es erreicht haben (Mager 1969). Mager weist darauf hin, daß generalisierende Begriffe bei der Lernzielbeschreibung unbedingt zu vermeiden sind. Lernziele müssen konkret in Fertigkeiten (operationalisierte Lernziele) angegeben werden, so daß Alternativen ausgeschlossen sind. Mager führt einige negative und positive Beispiele an für:

▷ a) Worte, die *viele* Interpretationen zulassen, wie: wissen; verstehen; zu würdigen wissen; die Bedeutung von etwas erfassen; glauben.

▷ b) Worte die *weniger* Interpretation zulassen, wie: schreiben; auswendig hersagen, identifizieren; unterscheiden; lösen; konstruieren; aufzählen; vergleichen; gegenüberstellen.

Gerlach (1970) hat für den kognitiven Bereich (Wissenslernziele) die Zahl der Verben, die alle Lernziele der ersten zwölf Schuljahre in den USA beinhalten würden, auf fünf reduziert (Inbok-System): identifizieren; nennen; beschreiben; ordnen; konstruieren.

Darüber hinaus gibt es jedoch noch einige weitere Verhaltensweisen, die in dieser Liste nicht untergebracht sind, die aber — wie das Verb „übersetzen“ — so klar und unmißverständlich sind, daß sie keine Alternativen zulassen. Das gleiche gilt für Verben wie: interpunktieren; substrahieren.

Für die sehr komplexen Aufgaben der klinischen Medizin ist bisher noch kein System zur hierarchischen Gliederung der Lernziele erstellt worden. Jedes Lernziel soll schließlich mit einer Aufgabe abgeschlossen werden, wobei aber wiederum die Aufgabe so präzise formuliert sein muß, daß auch nur das Lernziel überprüft wird. Eine Ausnahme davon wäre die Überprüfung eines Transfers, das ist die

Programmierte Instruktion

Übertragung einer erlernten Fähigkeit auf ähnliche Situationen.

Die Lehrschrittgestaltung schließt die Einteilung des Lehrstoffes in die entsprechende Zahl der Einzelktionen, die Einteilung der Informationen auf die einzelnen Lehrschritte (Länge der Lehrschritte) sowie die Überlegungen ein, welche Konzeption bei der Auswahl von Anschauungsmaterial, Arbeitstexten, auditiven oder visuellen Lernhilfen verfolgt werden sollen. Informationen von der Adressatenanalyse sind hier für den Psychologen und Graphiker wichtig. In einfachster Form lassen sich Lehrschritte für Lehrprogrammbücher gestalten. Schwieriger sind durch den technischen Aufwand audiovisuelle Programme oder sogar Computer-unterstützte Lehrprogramme.

Es muß sichergestellt sein, daß beim Lernenden so wenig aversive Bedingungen wie möglich beim Ablauf des Programms vorliegen und Annäherungstendenzen des Lernenden zum Unterricht verstärkt werden (Mager, 1971). Nach Erstellung der Lehrschritte wird das Programm einem Fachgutachter zur Frage nach Fehlern vorgelegt.

Vor dem Test an Einzellernenden müssen durch Fachwissenschaftler sachliche Unrichtigkeiten eliminiert werden: Die Lernenden selbst können einen Lehrstoff ja nicht hinsichtlich falscher Informationen überprüfen. Zur formalen Begutachtung gehört auch die Untersuchung der Lernschritte durch einen didaktisch geschulten Fachmann.

► Werden irrelevante Antworten verlangt?

► Sind einzelne Lernschritte überladen oder irrelevant?

► Werden zu viele Hinweise gegeben?

► Sind Unterscheidungssequenzen unvollständig? (S. Meyer, Markle, 1968).

Es ist nicht zwingend, absolut jede Information abzufragen, besonders, wenn es sich um wenig relevante handelt. Die eigentliche erste Bewährungsprobe hat ein Lehrprogramm in der Einzelerprobung zu bestehen. Ein kritikfreudiger, ungehemmter Lernender aus dem Adressatenkreis arbeitet, nach Möglichkeit im Beisein des Programm-Autors, das Lehrprogramm Schritt für Schritt durch. Hier werden Schwächen bei der Formulierung von Informationen und Fragen offensichtlich:

► Ist der Text mißverständlich?

► Sind die Abbildungen verständlich?

► Lassen die Fragen mehr Alternativen zu als vom Programm-Autor geplant war?

Werden falsche Antworten gegeben, so muß zunächst dahingehend untersucht werden, ob sie sich auf Fehler bei der Programmierung zurückführen lassen. Der Lernende wird zur spontanen Kritik aufgefordert: Er soll sagen, wann seine Aufmerksamkeit abnimmt oder welche Verfahren des Programms er uninteressant oder langweilig findet, welche Aufgaben aus dem Zusammenhang heraus zu leicht oder zu schwer sind und ob ihn das Programm anspricht.

Mindestens vier bis fünf Einzelpersonen unterschiedlicher Intelligenz sollen auf diese Weise mithelfen, Fehler auszumerken und Hinweise für die notwendigen Änderungen zu geben. Bei richtiger Auswahl der Versuchspersonen gestaltet sich die Diskussion sehr lebhaft. Außer kritischen Anmerkungen erhält man häufig zusätzliche Verbesserungsvorschläge. Es hat sich daher bewährt, die Diskussion auf Tonband aufzunehmen.

Bei der Revision hat der Programm-Autor verschiedene Möglichkeiten, das Programm zu verbessern (Schiefele, 1970), um es so an die Kenntnisse und Fähigkeiten der Adressaten anzupassen: er

- ① gibt mehr Informationen;
- ② verkleinert die Lehrschritte;
- ③ formuliert klarer;
- ④ fragt genauer;
- ⑤ gibt Lösungshilfen.

Nach Überarbeitung des Lehrprogramms kommt es schließlich zur Gruppenerprobung. Hierbei ist es wichtig, eine dem Adressatenkreis entsprechende repräsentative Auswahl von mindestens hundert oder mehr Lernenden zu treffen. Ein optimales Ergebnis wäre erreicht, wenn 90 Prozent der Adressaten 90 Prozent des Lerninhaltes beherrschen. Allerdings liegt es in den Händen der Programm-Autoren, diese Relation jeweils den Erfordernissen des Programms entsprechend zu verändern (etwa 80/80 oder ähnlich). Wichtig ist es jedoch für den, der ein Lehrprogramm erwirbt, daß eine statistisch gesicherte Erfolgskontrolle durchgeführt und der ermittelte Wert angegeben wurde.

Zuletzt muß das Lehrprogramm in die Form gebracht werden, in der es von den Lernenden benutzt werden soll. In der einfachsten Form könnte es ein Lehrprogrammbuch sein, wobei häufig die Durcharbeitung nicht in herkömmlicher Weise von Seite zu Seite erfolgt, sondern bei dem der Leser entsprechend den Verzweigungen auf unterschiedliche Seiten verwiesen wird (scrambled book). In aufwendiger Form erfolgt die Produktion als Tonband-Dia-Programm über elektromechanische Darbietungsmaschinen (BASF-Lehrgerät, Auto-Tutor) oder über Kleinrechner (Nixdorf Bakkalaureus) oder Großrechner. Der Erfolg des Lehrprogramms hängt ganz wesentlich von der Qualität der graphischen und akustischen Gestaltung ab.

● Wird fortgesetzt

Medizinische Universitätsklinik
5 Köln 41
Joseph-Stelzmann-Straße 9