

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 47 (1969)

Heft: 5

Artikel: Programmierter Unterricht

Autor: Portman, Daniel

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-874074>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.04.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Zusammenfassung. Der vorliegende Artikel soll die Herkunft des Programmierens Unterrichts, seine Notwendigkeit und Merkmale erklären. Im weiteren werden die verschiedenen Programmarten sowie deren Entstehung und Vermittlung beschrieben. Es wird kurz der Einfluss der kybernetischen Pädagogik gestreift und am Schluss noch der Programmierunterricht mit dem konventionellen Unterricht verglichen. Der Stand dieser neuen Unterrichtsart in der Schweiz wird ebenfalls kurz umrissen.

Résumé. Après avoir expliqué l'origine de l'enseignement programmé, sa nécessité et ses caractéristiques, l'auteur décrit les différents types de programmes ainsi que leur genèse et leur présentation. Il aborde brièvement l'influence de la pédagogie cybernétique et, pour terminer, compare l'enseignement programmé à l'enseignement traditionnel. La situation de cette nouvelle méthode d'enseignement en Suisse est également dépeinte de façon très succincte.

Insegnamento programmato

Riassunto. Il presente articolo illustra la provenienza dell'insegnamento programmato, la sua necessità e le sue caratteristiche. Si descrivono i diversi programmi come pure la loro creazione e la presentazione. Si tratta brevemente l'influenza della pedagogia cibernetica e, per terminare, si confronta l'insegnamento programmato con quello convenzionale. Inoltre si commenta brevemente l'attuale situazione di questo nuovo sistema d'insegnamento in Svizzera.

1. Herkunft des Programmierens Unterrichts

Der Programmierunterricht (PU) hat seinen Ursprung in Nordamerika. Er wird nun auch in Europa, vor allem in Grossbritannien, Deutschland sowie in der Sowjetunion eingeführt. In der Schweiz sind es in erster Linie Industriebetriebe, die die Zweckmässigkeit und Wirtschaftlichkeit des PU erkannt haben und ihn anwenden.

2. Notwendigkeit neuer Lehrmethoden

Noch zu Beginn unseres Jahrhunderts genügte es, einen Beruf zu erlernen, den man dann bis ans Lebensende unverändert ausüben konnte. Heute jedoch, mit dem gewaltigen Fortschritt der Technik, sind wir gezwungen, unsere Kenntnisse dauernd zu erweitern. Die zunehmende Spezialisierung verlangt sowohl von den Handwerkern als auch vom technischen Kader Umschulungs- und Ergänzungskurse. Die Erkenntnis der ungeheuren Wissensvermehrung (Fig. 1) stellt uns vor das pädagogische Problem: Wie können wir mehr lernen und dies in kürzerer Zeit? Hier kann der Programmierunterricht mit seiner optimalen Unterrichtsvorbereitung neue Möglichkeiten bieten.

3. Die vier grundlegenden Merkmale des PU

3.1 Die Objektivierung des Unterrichtsprozesses

Der konventionelle Unterricht spielt sich als eine konkrete zwischenmenschliche Begegnung von Lehrer und Schülern ab. Mit der Objektivierung des Unterrichtsprozesses findet nun für bestimmte Partien des gesamtunterrichtlichen Geschehens die konkrete zwischenmenschliche Beziehung nicht mehr statt. Die Aufgabe, die bisher der Lehrer aufzubringen hatte, wird als eine geschlossene Vorleistung in das

Programm hineinkonzipiert. So wird ein Teil der Lehrarbeit aus dem subjektiven Ermessensspielraum der Lehrperson herausgenommen und in einem Programm objektiv festgehalten. Mit dem Prozess der Objektivierung setzt der Verfasser seine Lehrleistung der öffentlichen Kritik aus. Somit muss er um eine strikte sachliche Richtigkeit des Stoffes ringen und auch den sachlogischen und lernpsychologischen Zuschnitt der dargebotenen Lektion mit aller Sorgfalt in die Mikrostrukturen hinein planen. Durch die Lernprogramme wird ein individuelles Lernen möglich. Der Lehrer braucht sich nicht nach den langsam Lernenden zum Nachteil der guten Schüler zu orientieren. Die Bildungsreserven, im konventionellen Unterrichtsverfahren oft genug ungeweckt, weil zu wenig herausgefordert, können entfaltet werden.

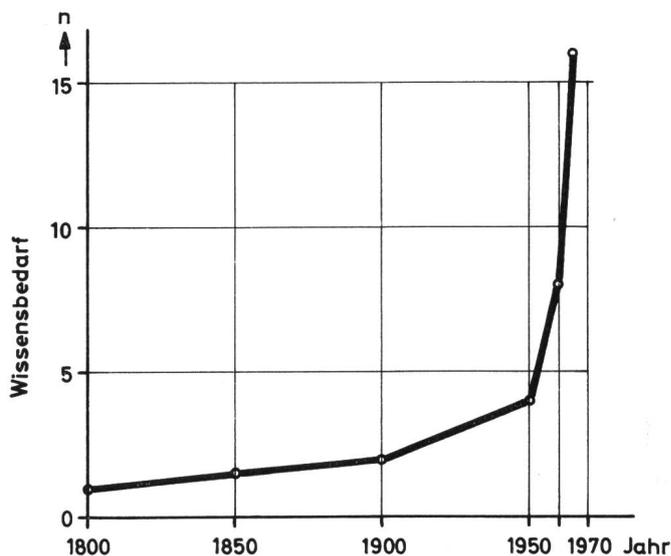


Fig. 1

3.2 Die Validierung

Bevor ein Programm der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt wird, muss es qualitativ erprobt und einer quantitativen Erfolgsmessung unterzogen werden. Ein Programm wird validiert, das heisst, sein Wert wird für das Lernen bestimmt.

3.3 Individualisierung des Lernprozesses

Der programmierte Unterricht vollzieht sich in zwei Phasen:

- In der individuellen Phase erarbeitet der Schüler eine Sequenz oder eine Programmlektion und kontrolliert sich dabei selbst.
- In der Sozialphase, die als Begegnungsunterricht stattfindet, löst der Schüler Zwischen- und Schlussprüfungen und vertieft das Gelernte im Gruppenunterricht.

3.4 Struktur eines Regelkreises

Beim programmierten Unterricht werden die Fehler und Irrtümer im Auffassen des Lehrstoffes durch Rückmeldung direkt am Ort des Entstehens entdeckt und korrigiert. Zudem bewirkt die Selbstkontrolle (Erfolgsbestätigung) eine Verstärkung der Lernmotivation.

Der Regelkreis (Fig. 2) findet einerseits statt in der Individualphase, durch die Selbstkontrolle und Fehlerver-

besserung, andererseits in der Sozialphase durch die Fremdkontrolle als Leistungsbestätigung.

4. Programmarten

4.1 Lineares Programm

Vor allem *Skinner* und *Thorndike* haben sich grosse Verdienste um das lineare Programm erworben. Die Theorie des linearen Programmierens, auch S-R-V (Stimulus-Reaktions-Verstärkung)-Theorie genannt, beruht auf Dressurversuchen mit Tieren. Dem Schüler wird ein bereits als Antwort formulierter Satz mit einem fehlenden Wort (Blank) vorgelegt. Die Aufgabe besteht darin, diese Blanks auszufüllen. Damit falsche Antworten des Schülers wenn immer möglich vermieden werden, wird der Lernstoff in sehr kleine, leicht zu bewältigende Lernelemente (Frame) aufgeteilt. Da sich jeder Schüler auf diese Weise durch die gleiche Lernspur hindurcharbeiten muss, ist die Individualisierung, bezogen auf den verschiedenen Intelligenzgrad der Schüler, nicht gewährleistet.

Beispiel eines linearen Programms:

Hier hat der Lernende die Wortlücken auszufüllen oder von mehreren in Klammern geschriebenen Wörtern das richtige abzuschreiben. Die richtige Antwort, bezeichnet mit A, steht dann beim nächsten Lernelement (LE).

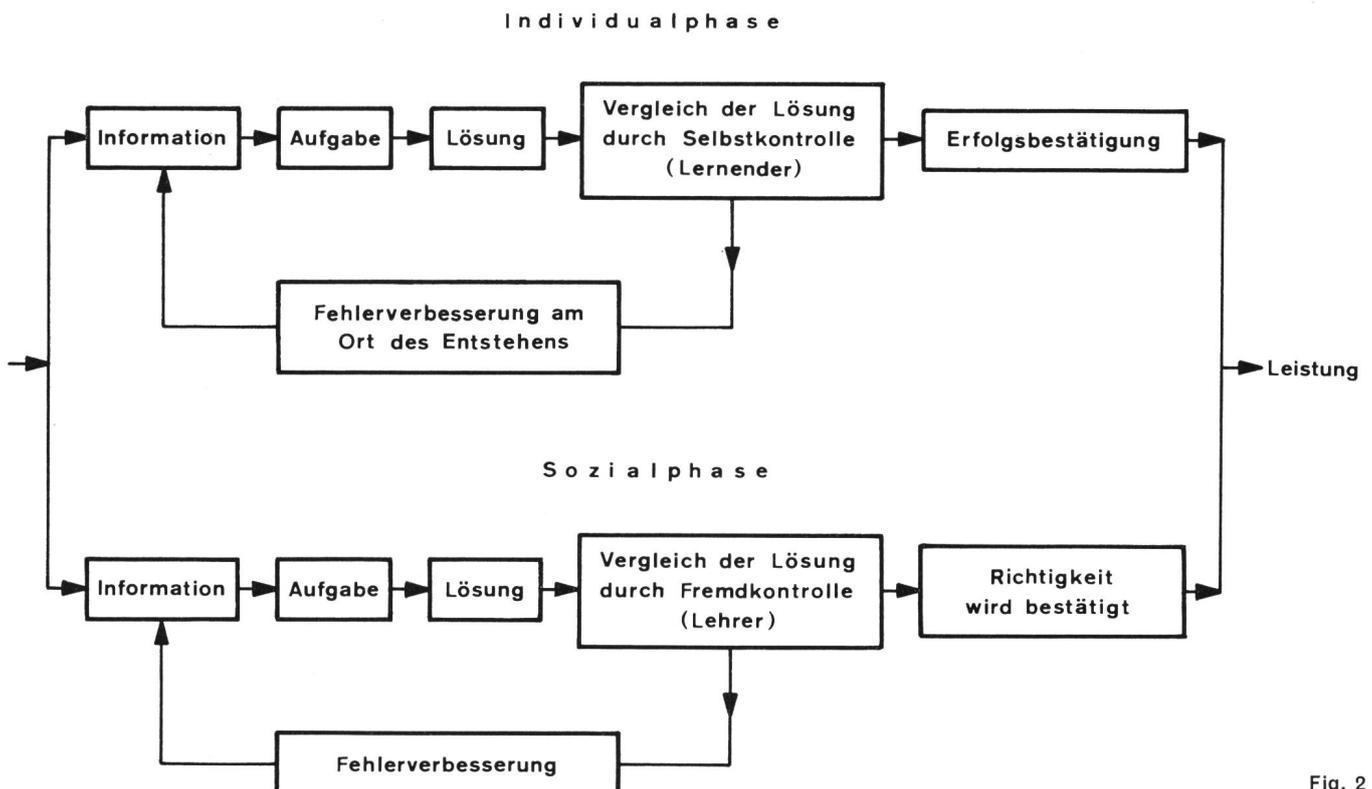


Fig. 2

LE 1

In einem linearen Programm muss jeder Schüler einer Klasse dieselben Programmschritte bearbeiten. Die Schüler werden dabei auf gradlinige oder I..... Weise zur Lösung geführt.

LE 2

linearen A 1 Wenn alle Schüler die gleichen Schritte bearbeiten müssen, so ist die Reihenfolge der Lerneinheiten durch das Programm (vorgeschrieben / nicht vorgeschrieben)?

LE 3

vorgeschrieben A 2  Die Zeichnung stellt ein lineares Programm dar. Ein Abweichen vom vorgeschriebenen Weg ist möglich.

LE 4

nicht A 3 Alle Programme, bei denen nur ein Weg zum Ende führt, nennt man lineare Programme.

4.2 Verzweigtes Programm

Eine weitere Methode des Programmierens entwickelte der Amerikaner Crowder. Er lässt nicht einfach Wortlücken ausfüllen, sondern der Lernende muss aus einer Anzahl von Antworten die richtige auslesen. Diese Methode nennt man verzweigtes Programm oder auch Trial-and-Error (Versuch und Irrtum)-Theorie.

Mit dem verzweigten Programm ist eine grössere Individualisierung möglich; die intelligenten Schüler oder solche mit Vorkenntnissen können durch Sprünge schneller ans Ziel gelangen, die weniger begabten erhalten Zusatzerklärungen.

Diese Methode widerspricht jedoch dem Grundsatz, dem Lernenden nichts Falsches anzubieten, da sich das Unrichtige ebenfalls im Gedächtnis einprägt und dann nur mit Mühe wieder zu eliminieren ist. *Figur 3* zeigt das Schema eines verzweigten Programms.

Bei diesem können die Lernelemente nicht mehr in einer vorausgeplanten Reihenfolge durchlaufen werden. Beim Buchprogramm führt dies zum sogenannten Scrambled Book, mit wrr durcheinander angeordneten Seiten. Im Vergleich zu den linearen Programmen ist die Ausarbeitung solcher Programme sehr zeitraubend und umständlich, müssen doch wahrscheinliche, falsche Antworten erfunden und deren Unrichtigkeit dargelegt werden.

Beispiel eines verzweigten Programmes über Potenzrechnen:

21

Bei der Multiplikation von zwei oder mehreren Potenzen mit gleicher Basis sind die Exponenten zu addieren. Lösen Sie nun bitte folgende Aufgabe:

- $4^2 \cdot 4^3 = 4^5$ (22)
- 4^1 (23)
- 4^5 (24)
- 8^5 (25)

Wählen Sie nun die von Ihnen als richtig betrachtete Antwort aus, und schlagen Sie die dahinter stehende Seite auf.

22

Ihre Antwort ist nicht richtig. Sie haben die Exponenten multipliziert.

Bei der Multiplikation von Potenzen müssen jedoch die Exponenten *addiert* werden.

Also zum Beispiel:

$$3^4 \cdot 3^5 = 3^{4+5} = 3^9$$

Wählen Sie bitte eine andere Antwort!

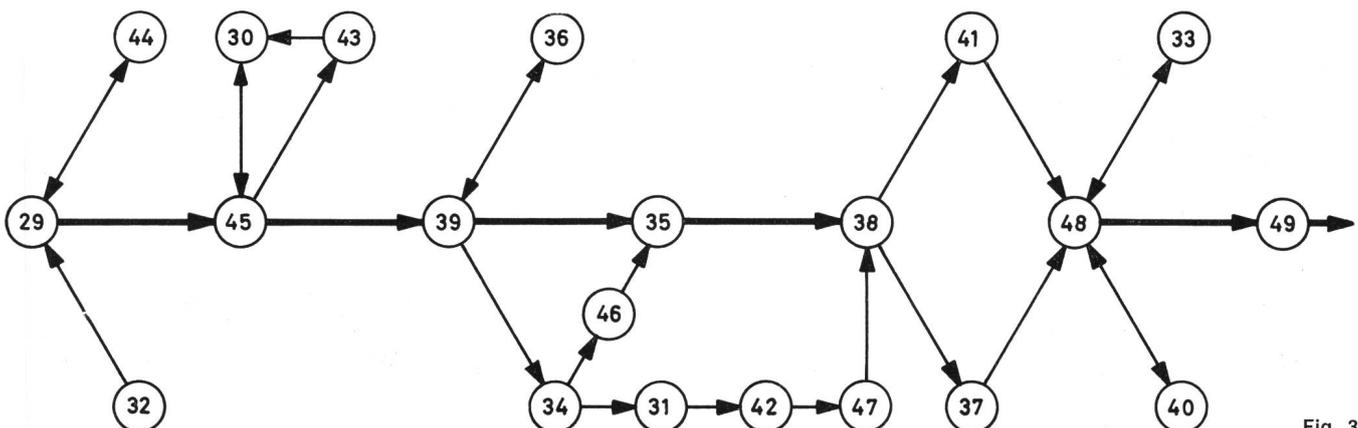


Fig. 3

23

Wenn Sie die Kontrolle machen, sehen Sie, dass Ihre Antwort nicht stimmen kann.
 $4^2 \cdot 4^3 = 4^1$
 $16 \cdot 64 = 4$ stimmt nicht!
 Sie haben die Exponenten subtrahiert.
 Bei der Multiplikation von Potenzen müssen jedoch die Exponenten *addiert* werden.
 Also $4^2 \cdot 4^3 = 4^{2+3} = 4^5$
 Schlagen Sie bitte Seite 26 auf.

24

Ihre Antwort $4^2 \cdot 4^3 = 4^5$ ist richtig.
 Lösen Sie bitte noch folgende Aufgabe:
 $8^3 \cdot 8^6 \cdot 8^2 = 8^{3+6+2} = 8^{11}$ (27)
 8^1 (28)
 8^{11} (29)

25

Sie haben nicht nur die Exponenten, sondern auch die Basen addiert. Bei der Multiplikation von Potenzen mit gleicher Basis werden aber nur die Exponenten addiert.
 Schlagen Sie bitte Seite 15 auf und wiederholen Sie die verschiedenen Bezeichnungen.

4.3 Neuere Programmierungsmethoden

Die heutigen Programmierungsmethoden vereinigen die Vorteile der beiden Systeme und ergänzen sie mit den neuen lernpsychologischen Kenntnissen.

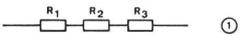
Es wird hauptsächlich linear programmiert, aber mit eingebauten Sprungelementen, so dass eine gewisse Individualisierung der Lernspur gewährleistet wird. Der Schüler bekommt ebenfalls Auswahlantworten, bei denen aber auf die falschen Antworten nicht eingegangen wird. Auch werden dem Lernenden Begründungs- und Entwicklungsfragen gestellt. Mit dieser Methodik lernt er nicht nur produktiv denken, wie beim linearen und verzweigten System, sondern auch schöpferisch (kreativ).

Beispiel aus dem Programm «Serienschaltung von Widerständen»:

LE 1

Sie haben bisher nur mit einem Widerstand gearbeitet. Haben Sie mehrere Widerstände, so können Sie diese auf verschiedene Arten zusammenschalten. Die Widerstände können zum Beispiel hintereinander geschaltet werden. Diese Anordnung nennt manschaltung.

LE 2

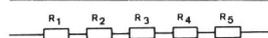
A 1  ①

Hintereinanderschaltung
 Sollten Sie hier Serie- oder Reihenschaltung geschrieben haben, ist es ebenfalls richtig.

① stellt eine Hintereinanderschaltung von 3 Widerständen dar.
 Die Widerstände sind hier in einer Reihe oder in einer Serie angeordnet. Daher wird diese Schaltungsart auchschaltung oderschaltung genannt.

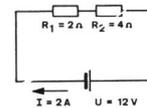
LE 3

A 2
 Reihenschaltung
 Wir gebrauchen hier den Namen *Serienschaltung*.
 Zeichnen Sie bitte eine Serieschaltung von 5 Widerständen.
 Bezeichnen Sie die Widerstände mit R_1, R_2, R_3, R_4 und R_5



LE 4

A 3
 Mit dem Ohmschen Gesetz können Sie den Widerstand der ganzenschaltung (R_{tot}) in ② berechnen.



②

Schreiben Sie bitte die Formel für die Berechnung von R_{tot} mit Hilfe von U und I auf. Rechnen Sie mit den angegebenen Werten ($U = 12 \text{ V}$; $I = 2 \text{ A}$) R_{tot} aus.

LE 5

A 4
 Serieschaltung
 Vergleichen Sie nun das erhaltene Resultat, also 6Ω , mit den Werten der einzelnen Widerstände in ②.
 Was für eine Operation müssen Sie mit den Werten der Widerstände R_1 und R_2 machen, um gleichviel wie den Wert von R_{tot} (6Ω) zu bekommen?

$$R_{tot} = \frac{U}{I}$$

$$R_{tot} = \frac{12 \text{ V}}{2 \text{ A}}$$

$$R_{tot} = 6 \Omega$$

- Subtraktion
- Addition
- Multiplikation
- Division

Ihre Antwort:

LE 6

A 5
 Addition
 Sie haben nun selbst erkannt, dass der Widerstand R_{tot} der ganzen Serieschaltung gleich gross ist wie die *Summe der* Teilwiderstände.
 Drücken Sie bitte diese Gesetzmässigkeit in einer Formel aus.
 $R_{tot} = \dots\dots\dots$

LE 7

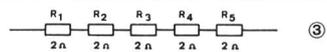
A 6
 Merken Sie sich bitte folgenden Satz:

$$R_{tot} = R_1 + R_2 + R_3 \dots$$

Bei der Serieschaltung addieren sich die Teilwiderstände.

Geben Sie bei der folgenden Aufgabe zuerst die Formel an. Dann rechnen Sie den Wert für R_{tot} aus.
 Eine Serieschaltung besteht aus den Widerständen
 $R_1 = 5 \Omega, R_2 = 10 \Omega, R_3 = 20 \Omega, R_4 = 8 \Omega$
 Wie gross ist R_{tot} ?

A 7 LE 8
 $R_{\text{tot}} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 5\ \Omega + 10\ \Omega + 20\ \Omega + 8\ \Omega = 43\ \Omega$
 Sind in einer Serieschaltung alle Widerstände gleich gross, lässt sich die Berechnung des R_{tot} vereinfachen. 5 Widerstände haben den Wert von je $2\ \Omega$. Mit der bisherigen Formel $R_{\text{tot}} = \dots$ ergibt dies $R_{\text{tot}} = 2\ \Omega + 2\ \Omega + 2\ \Omega + 2\ \Omega + 2\ \Omega = 5 \cdot 2\ \Omega = 10\ \Omega$
 Wenn wir die Anzahl gleichgrosser Widerstände mit n bezeichnen und den einzelnen Widerstand mit R , so ist der Gesamtwiderstand $R_{\text{tot}} = \dots$

A 8 LE 9

 $R_{\text{tot}} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 = n \cdot R$
 Wir lösen diese Aufgabe noch einmal: 5 gleich grosse Widerstände von je $2\ \Omega$ sind in Serie geschaltet, Zeichnung ③.
 $R_{\text{tot}} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 = 2\ \Omega + \dots$
 Wievielmals steht in dieser Formel die Grösse $2\ \Omega$? \dots mal

Um das Programm mehrmals zu verwenden, schreibt der Schüler seine Antworten auf vorgedruckte Antwortblätter; diese ermöglichen zudem eine rationelle Auswertung. Der Stoff des ganzen Programms wird auf einer sogenannten Informationskarte zusammengefasst, und dann dem Schüler abgegeben.

Dieses Programm, Serieschaltung von Widerständen, wurde bereits mit Fernmeldespezialisten einem ersten Test unterworfen. Nach der Durcharbeitung machten die Lernenden folgende schriftliche Aussagen über den programmierten Unterricht:

- «Diese Methode gefällt mir sehr gut, ist lehrreich und eignet sich vor allem sehr gut zum Selbstunterricht. Da man gleich im Bild ist, was richtig und was falsch ist, fühle ich mich sicherer als bei den herkömmlichen Methoden. Es ist nicht möglich, etwas falsch zu verstehen und auf diesen Fehler weiter aufzubauen. Weitere Vorteile kommen vielleicht später noch hinzu, Nachteile sehe ich keine.»
- «Besonders gut gefiel mir, wie man die Texte innert kürzester Zeit beherrscht, vorausgesetzt, dass man die vorherige Arbeit begriffen hat.»
- «Ich bin für mich allein gewesen, auf mich angewiesen. Ich kann mich so viel besser auf meine Aufgabe konzentrieren. Sonst, in der Schule, sitzt man eben da, hört und schreibt. Hier muss und kann ich (vielleicht durch Repetition) alles verstehen. Dieser Stoff wird mir sicher in Erinnerung bleiben, denn er wurde, da es nicht anders ging, richtig eingehend bearbeitet. Der Aufbau ist gut mit ständigen, beinahe unbewussten Wiederholungen.»

5. Werdegang eines Programms

Die Herstellung von Unterrichtsprogrammen ist sehr kostspielig. Man rechnet für eine programmierte Unterrichtsstunde etwa 200 Stunden Aufwand.

5.1 Didaktische Analyse

Der zu programmierende Stoff ist sehr genau auszulesen. Er muss bei vielen Adressaten eingesetzt werden können und darf nicht zu vielen Änderungen unterworfen sein (Kosten!).

Um ein Programm mit Erfolg einzusetzen, gilt es den Adressatenkreis vorher genau zu fixieren. Dabei sind zu berücksichtigen: die Intelligenz, die Vorbildung, die Lernbereitschaft, das Alter sowie Zeit und Ort.

5.2 Lernziel

Der Programmierer definiert das Lernziel: Ein scharf umgrenztes Wissens-Teilgebiet, das der Lernende nach Durcharbeiten des Programms beherrschen muss. Diese genaue Bestimmung des sogenannten Endverhaltens zwingt zur strikten Abgrenzung des zu lernenden Stoffgebietes. Es muss Punkt für Punkt festgehalten werden. So wird unnötiger Ballast abgeworfen und dem Lernenden nur das Notwendigste vorgesetzt.

5.3 Basistext

Nach der Definition des Adressatenkreises und des Lernziels beschafft sich der Programmierer die für das Erreichen des Lernziels notwendigen Unterlagen, wie Texte, Tabellen, Zeichnungen, Photos und Diagramme. Nachher wird der Basistext geschrieben.

5.4 Arbeitsplan

Der Basistext wird nun nach den stofflichen Schwerpunkten aufgeteilt, und die verschiedenen Hilfsmittel werden richtig eingesetzt. Der Programmierer arbeitet nach pädagogischen Gesichtspunkten seinen Arbeitsplan aus. Typisches und Anschauliches wird ausgewählt. Die einzelnen Teilerkenntnisse formieren sich zu grundlegenden Einsichten. Der Gedankenablauf zeichnet sich ab, ohne das denkende Erfassen der Informationsgehalte an dieser Stelle schon methodisch zu gestalten. Der Arbeitsplan trägt den Charakter eines Leitplanes. Damit ist der Rahmen für die nachfolgende methodische Ausarbeitung der Lernelemente sicher abgesteckt. Der Arbeitsplan hat dem Unterrichtsprozess, vom Stoff ausgehend, in seinen pädagogischen Komponenten Gestalt verliehen.

Ausschnitt aus dem Arbeitsplan über den Kondensator im Gleichstromkreis

Didaktische Funktion	Stoffliche Schwerpunkte	Methodischer Hinweis	Arbeitsmittel
Einstieg	Einstellung der Sender am Radio	Gedankensprung vom Radio zum Drehkondensator	Bild eines Radios
Erarbeitung	Aufbau des Plattenkondensators	Erarbeitung in Verbindung mit bereits erworbenen Kenntnissen	Skizze
Erarbeitung und Wiederholung	Verhalten der Elektronen	Auf der Grundlage der erlernten Tatsachen sollen die Verhältnisse im Kondensator erklärt werden	Skizze Vergleich mit Gummifäden
Erarbeitung	Aufladung des Kondensators	Anwendung früherer Kenntnisse	Versuch oder Gedankenexperiment

5.5 Flussdiagramm

Will man das Phänomen der Programmieren Unterweisung meistern und mit Erfolg einsetzen, so muss mühevoll und zeitraubende Kleinarbeit geleistet werden, um die im Arbeitsplan noch makrostrukturell geplanten Vorbereitungsarbeiten in die Mikrostrukturen zu zerlegen. Erfahrungsgemäss lässt sich der Übergang zu den Mikrostrukturen am besten durch ein Flussdiagramm verwirklichen. Eine meditative Unterrichtsvorbereitung reicht beim Programmieren keineswegs aus. Im Flussdiagramm werden Lernelemente und Sequenzen flüssig gegliedert. Das, was an Informationen geboten werden soll, wird zerlegt. Die Arbeitsmittel werden an geeigneter Stelle eingeflochten, methodische Verfahren werden bereits näher bezeichnet. Der Stoff wird im Flussdiagramm sachlogisch, lernpsychologisch und nach einem bestimmten rhythmischen Ablauf geordnet.

Ausschnitt des Flussdiagrammes aus dem Programm «Der Kondensator im Gleichstromkreis»:

Einstieg: Das Einstellen der Sender am Radio geschieht mit einem Drehkondensator

Bild eines Drehkondensators

Aufbau des Plattenkondensators

Gleich viele Elektronen auf beiden Kondensatorplatten

Viele freie Elektronen in Metallen und wenig in Isolierstoffen (Dielektrikum)

Vergleich: Die Elektronen sind mit Gummifäden an den Kern gebunden

5.6 Rohentwurf

Auf die Erarbeitung des Flussdiagramms folgt der Rohentwurf. Hier verdichtet sich alles auf die methodische Aus-

gestaltung des Arbeitsvollzuges für den Schüler. Sein denkendes Handeln wird programmiert. Die Auseinandersetzung des Schülers mit dem konkreten Gegenstand rückt in den Mittelpunkt.

In zeitaufwendiger Arbeit entstehen nun die Lernelemente. Selbstverständlich werden die Grundregeln der Didaktik berücksichtigt:

- Vom Leichten zum Schweren
- Vom Nahen zum Fernen
- Vom Konkreten zum Abstrakten
- Vom Einfachen zum Komplizierten
- Vom Besonderen zum Allgemeinen

5.7 Gutachtervalidierung

Das erstellte Rohprogramm wird nun von einer Gruppe Programmierer geprüft und verbessert. Dann wird eine erste Versuchsfassung ausgearbeitet.

5.8 Test

Das Programm in Versuchsfassung wird nun mit einem Schüler, der dem Adressatenkreis entspricht, dem Face to Face-Test, unterzogen, ausgewertet und weiter verbessert.

Anschliessend wird das Programm in einer Klasse eingesetzt. Die statistische Auswertung der Ergebnisse bezweckt, für jedes Lernelement, die Fehlerzahl zu ermitteln, um hernach die Ursachen der Fehler zu finden. So folgen weitere Tests und Validierungen bis die Fehlerquote höchstens noch 10% erreicht. Erst jetzt ist das Programm druckreif.

6. Motivation

Die Motivation bedeutet ebenfalls eine wesentliche pädagogische Komponente des Programmieren Unterrichts. Sie ist notwendig, um beim Lernenden den Vereinsamungseffekt zu mindern und seine Aktivität fördern.

Die Motivation kann durch Humor, äussere Gestaltung des Programms, rhythmische Auflockerungen, Ernstneh-

men des Lernpartners, Impulse statt Fragen und durch den pädagogischen Takt (keine Frustration) bewirkt werden.

6.1 Dramaturgisches Gestaltungsproblem

Auf den ersten Blick erscheint ein Programm trotz den vielfältigen gedanklichen Betätigungen den Schülern seiner äusseren Form nach als starr. Es scheint, als wäre das «Schritt-für-Schritt-Lernen» durch einen immer gleichen Lernrhythmus gekennzeichnet. Dies trifft aber keineswegs zu. Der Lehrstoff muss nur entsprechend problematisiert angeordnet sein, um durch bewusstes Hineinkonzipieren von Denkanstössen jeder oberflächlichen, starren und drillmässigen Stoffaneignung zuvorzukommen. Jede Programmierungsmethode muss scheitern, die den Stoff rein informierend vorführt, ohne innere Anteilnahme, Lebendigkeit und geistige Aktivität zu wecken. Der Schüler soll das Programm nicht nur bearbeiten, er soll nicht nur zum Erfassen oder zum Verständnis der wichtigsten Tatsachen und Erscheinungen geführt werden, sondern ihm muss ein ganz spezifisches Lernerlebnis mit dem Lernen nach Programm vermittelt werden. Von Lernelement zu Lernelement erhält er weitere Anreize, die seine Kräfte anspornen und ihn sein gedankliches Tun aktiv erleben lassen.

Der ganze Ablauf der Programmstrecke kann als Spannungsbogen betrachtet werden. Im Einstieg beginnt das Lernen mit der Erwartung, im ersten Teilziel strebt es zur Erfüllungsphase hin, im zweiten Teilziel erreicht es den Höhepunkt, klingt dann ab und gelangt mit den Anwendungen noch einmal zu einer Spitze.

7. Möglichkeiten der kybernetischen Pädagogik

Die kybernetische Pädagogik ist eine wissenschaftliche Methode zur Untersuchung von Lehrverfahren und von technischen Unterrichtsmitteln. Die Untersuchungsergebnisse lassen sich zur Deutung und quantitativen Darstellung informationeller Sachverhalte heranziehen und auswerten. Mit Lehlgorithmen wird ein System von Regeln, Grundsätzen und Vorschriften erstellt, um den Unterrichtsablauf beziehungsweise die Unterrichtsaufgaben zu lösen. Die Ausarbeitung von Lehlgorithmen geschieht losgelöst und unabhängig von inhaltlichen Faktoren; sonst hat eine quantitative Messung keinen Sinn.

Zu diesem Zweck wurde vorgeschlagen, wie bei Computern die Programmiersprache «Algol» mit Buchstaben und Formeln zu benützen. Auf diese Art müsste es gelingen, alle in den Programmen verwendeten Lernverfahren, Lehrgriffe und Lernhilfen verschieden zu numerieren und formelhaft zu klassifizieren. Methoden wären somit statistisch erfassbar geworden. Sie liessen sich ohne weiteres dem Unterrichtserfolg zuordnen, der unterdessen durch quantitative Tests ermittelt wurde. Mit der Zeit bekäme man so

einen Überblick über die Wirksamkeit verschiedener Unterrichtsmethoden, und ihre zweckmässige Verwendung beim Programmieren geschähe dann auf exakter Grundlage. Der Programmierer brauchte aus dem vorliegenden Register nur den passenden Lehlalgorithmus auszuwählen.

Wie die pädagogische Erfahrung jedoch lehrt, sind methodische Massnahmen im didaktischen System fest verankert. Es stellt sich somit die Frage, ob man den Unterricht generell algorithmisieren kann.

Voraussetzung dazu ist, dass alle Handlungen der Beteiligten im Unterricht genau erfassbar und unverändert wiederholbar sind. Dies ist aber nicht der Fall, denn der Unterricht ist ein lebendiger Prozess, der sich auf eine konkrete Situation bezieht und an spezifische Bedingungen gebunden bleibt. Planung, Anlage und Ausführung der Lehr- und Lernprozesse bleiben immer geheftet an den stofflichen Inhalt sowie an die gewählte Unterrichtsform.

8. Vermittlungsarten des programmierten Unterrichts

8.1 Buchform

Dies ist die einfachste Art der Vermittlung, jedoch nicht unbedingt die wirtschaftlichste. Ein lineares Programm in Buchform lässt sich noch gut durcharbeiten. Ist das Programm jedoch in der verzweigten Form geschrieben, so ist das Arbeiten unwillkürlich mit einem unliebsamen Hin- und Herblättern verbunden.

8.2 Maschinelle Vermittlung

In dem gegenwärtigen grossen Dialog zwischen der Pädagogik und der Technik hat sich ein neuer Zweig der Forschung und Entwicklung herausgebildet, die «Pädagogische Technologie». Sie ist dadurch gekennzeichnet, dass Lehrgeräte und apparative Lernhilfen in fast unübersehbarer Zahl erdacht und konstruiert worden sind. Die Auswahl reicht von der einfachen Lernkassette bis zum mechanischen Seitenwender und von der Kombination von Ton, Bild und Text bis zum Computer.

8.2.1 Lerngerät Promenta Boy (Fig. 4)

Beim Promenta Boy werden die Programme auf eine Papierrolle geschrieben. Durch verschiedene Masken entsteht ein variables Lichtfeld.

8.2.2 Auto-Tutor (Fig. 5)

Beim Auto-Tutor werden die Programme von einem 35-mm-Film auf eine Mattscheibe projiziert. Das System beruht auf der verzweigten Methode. Für jede Auswahlantwort steht dem Schüler eine Taste zur Verfügung. Durch Drücken der Taste wird der Film an die entsprechende, vorher programmierte Stelle weitergedreht.

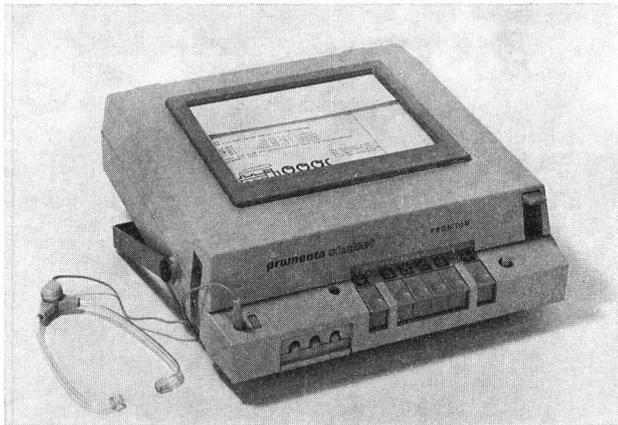


Fig. 7

Sprungrichtung usw.). Das Antwortfeld im Lernfenster ist abgedeckt, kann jedoch vom Lernenden durch Tastendruck geöffnet werden. Dadurch lässt sich auch eine Toninformation auslösen, die in einer Compact-Kassette aufgezeichnet ist. So, wie die Information im Lernfenster beliebig lang betrachtet werden kann, ist es auch möglich, den Ton beliebig oft zu wiederholen.

Das Programm schreibt dem Lernenden vor, was er tun muss, um zum nächsten Lernschritt zu gelangen. Eine falsche Bedienung ist unmöglich; die Bedienungselemente sind gegenseitig verriegelt. Text, Bild und Ton laufen stets synchron.

8.3 Unterricht mit dem Computer (Computer Assisted Instruction = CAI)

8.3.1 Technische Möglichkeiten

Computer-Lehrsysteme sind im allgemeinen Time Sharing-Systeme, das heisst Systeme, mit mehr als nur einem einzigen Lernplatz. Der Computer gestattet dank seiner hohen Operationsgeschwindigkeit viele differenzierte Verzweigungsoperationen in die Lehrprogramme einzubauen.

Zwischen der dem Teilnehmer zur Verfügung stehenden Ein- und Ausgabereinheit und dem Computer besteht eine feste Verbindung. Über diese hat der Teilnehmer jederzeit Zugang zum Computer, zu dessen Speicher- und Verarbeitungskapazität.

Die Ein- und Ausgabereinheiten wurden zuerst nur mit Schreibmaschinen ausgerüstet. Die Lernelemente werden vom Computer, in dem sie gespeichert sind, über das Schreibwerk der Schreibmaschine geschrieben. Der Lernende antwortet mit Hilfe der Tastatur der Schreibmaschine. Diese Vermittlungsart grenzt die Stoffgebiete sowie auch

den Kreis der Lernenden ein, weil mit der Schreibmaschine keine Zeichnungen vermittelt werden und auch nicht alle Lernenden Schreibmaschine schreiben können. So wurde für die Kommunikation zwischen Lehrer und Computer nach anderen technischen Lösungen Umschau gehalten. Dies führte zur Entwicklung von Lernplatzgeräten, bei welchen die Lernelemente in Bildform dargeboten werden können (Fig. 8).

Eine mögliche Lösung besteht darin, die Lernelemente auf Diapositiv oder auf einen Film zu speichern. Diese befinden sich am Lernplatz und werden durch den Computer gesteuert. Die vom Lernenden abgegebenen Antworten werden vom Computer verarbeitet und in entsprechende Steuersignale für die Darbietungseinrichtung umgesetzt.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, zu der bereits am Lernplatz vorhandenen Schreibmaschine, einen Bildprojektor aufzustellen. Bei dieser technologischen Lösung können Textinformationen über die Schreibmaschine und Bildinformationen über den Projektor vermittelt werden.

Neuerdings wird die Schreibmaschine durch eine Kathodenstrahlröhre am Lernplatz ersetzt. Die Antworten lassen sich bei dieser vom Lernenden mit Hilfe eines Lichtstiftes geben. Der aufgesetzte Lichtstift lokalisiert einen Punkt auf der Oberfläche des Bildschirms, dessen Koordinaten einer bestimmten Antwort zugeordnet sind. Bei diesem System können Antworten auch durch die Schreibmaschine eingegeben werden.

In methodisch didaktischer Hinsicht ist die Kombination von Text, Ton und Bild interessant. Man hat audio-visuelle Lernplätze geschaffen, bei denen die Lernelemente visuell und akustisch aufgenommen werden. Die gesprochenen

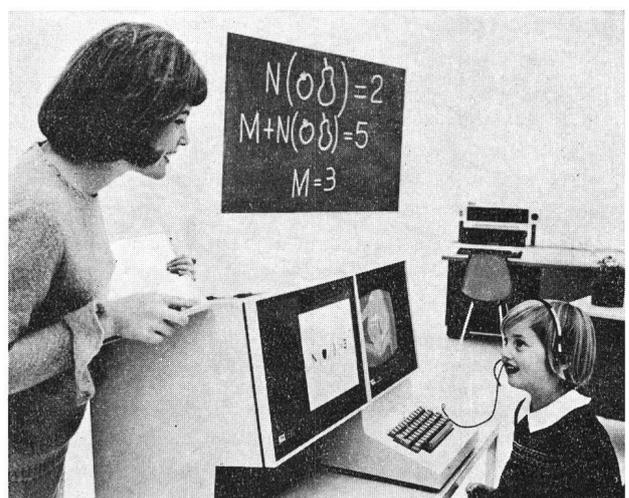


Fig. 8

Texte sind auf Tonband aufgezeichnet, das Tonbandgerät wird wie Dia- und Filmprojektor vom Computer gesteuert.

8.3.2 Vorzüge der CAI

- Das CAI-Programm erlaubt die volle Individualisierung des Unterrichtes, sowohl für den Lehrer als auch für den Schüler. Auf Grund der Daten über Persönlichkeit, Wissens- und Leistungsstand sowie Arbeitsverhalten eines jeden Schülers kann für ihn das passende Programm gewählt werden (zum Beispiel Kombination mit der Datenverarbeitungsanlage der Schule). Während des Lernens wird das Programm laufend dem Schüler angepasst, er wird also nie über-, aber auch niemals unterfordert.
- Ein Programm, das in Buchform oder mit einer mechanischen Apparatur vermittelt wird, hat – einmal verfasst, getestet und validiert – seine statische Form. Bei CAI bleibt das Programm jedoch flexibel. Änderungen sind ohne Schwierigkeiten möglich. Es veraltet nicht. Fehler, Fragen des Lernenden, der von ihm benötigte Zeitaufwand oder andere Reaktionen können vom Programmautor in neue Erkenntnisse zur Verbesserung der Lernspur umgewandelt und sofort in das CAI-System eingegeben werden. Damit ist ein hohes Mass an Intensivierung der Lernleistung gewährleistet.
- Die reiche Auswahl der vorhandenen Mittel – Schreibmaschine, Lichtstift, Tonband, optische Anzeigeeinheiten und Bildprojektor –, um mit dem System in Kommunikation zu treten, übertrifft jede andere Lehr- und Lernmöglichkeit.
- Ein weiteres Merkmal ist, dass der Computer den Lernfortgang des Schülers von seinen Antworten her steuert, und damit hebt er sich von allen anderen Lehrmaschinen ab.
- Bekanntlich müssen Programme vor ihrer Einsetzung getestet und validiert werden, was mit viel Kosten und Arbeit verbunden ist. Auch CAI-Programme müssen getestet werden, da jedoch mit ihnen automatisch eine vollständige Dokumentation des Lernverhaltens gegeben ist, werden der Zeitaufwand für diese Phase der Entwicklung und der Ausreife eines Programms verringert. Zugleich werden Kosten und Arbeit eingespart.
- Mehrere Schüler können an einem CAI-Lerhgang gleichzeitig und doch getrennt teilnehmen. Während der Computer mit einem Schüler in Kommunikation getreten ist und an einem Problem arbeitet, werden Antworten anderer Schüler gespeichert und trotzdem so schnell analysiert, dass kein Lernender warten muss.

Der Computer geht auf jede Reaktion des Schülers ein. Schlimmstenfalls sieht er sich überfragt, sofern der Programmautor nicht alle möglichen Reaktionen des Schülers vorgesehen und eingegeben hat. In diesem Fall wird der Computer antworten: «Fragen Sie bitte Ihren Lehrer!»

Eine solche Reaktion bleibt jetzt als neue Verzweigung im Programm stehen und verbessert es dadurch für den künftigen Einsatz.

Der Massstab der Rationalisierung, Ökonomisierung und Intensivierung, mit dem sich eine Unterrichtsmethode als modern und zukunftstragend erweist, lässt sich an CAI mühelos anlegen und begründet damit eine völlig neue Art des Unterrichtes überhaupt.

Mit CAI kann man dem Unterricht eine Gestalt geben, die weder der konventionelle noch der Programmierete Unterricht zu verwirklichen vermögen, und das erst noch mit hoher Lerneffizienz.

9. Vorteile des Programmierten Unterrichtes gegenüber dem konventionellen Unterricht

Kritik am konventionellen Unterricht:	Verbesserung durch den Programmierten Unterricht:
Der Schüler erhält oft unverdaubare grosse Brocken auf einmal vorgesetzt.	Der Stoff wird in kleinen Lernschritten erarbeitet.
Ablenkung des Schülers durch Geräusche, Handlungen der Mitschüler usw., Abschweifen seiner Gedanken.	Der Schüler wird vom Programm gefesselt. Er wird dauernd zur aktiven Arbeit herausgefordert und kann nicht abschweifen.
Der Schüler sieht oft lange Zeit nicht, ob er mit seinen Ansichten oder Lösungen auf der richtigen Spur ist.	Sofortige Erfolgsbestätigung durch Vergleich mit der richtigen Lösung.
Lerntempo und Lernweg sind für alle Schüler gleich. Es kann nicht auf die Vorkenntnisse oder die Intelligenz des einzelnen Schülers Rücksicht genommen werden.	Individualisierung des Lernalltempo und des Lernweges. Schüler mit Vorkenntnissen oder Intelligenteren können springen.

10. Stand des Programmierten Unterrichtes in der Schweiz

Die *Kaufmännische Berufsschule Zürich* hat für folgende Fächer Teilgebiete programmiert und den PU eingesetzt: Kaufmännisches Rechnen, Buchhaltung, Betriebslehre und Rechtskunde, Wirtschaftskunde, Muttersprache, Fremdsprachen und Stenographie.

Bei der *Swissair* bestehen Programme für das Bodenpersonal (Gepäckabfertigung, Verfahren für fehlgeleitetes Gepäck, Sicherheitsvorschriften) und für das fliegende Personal (Grundlagentheorie der Schweizerischen Luftverkehrsschule, Umschulungen auf andere Flugzeugtypen).

Im *Militär* wurden bereits 25 Unterrichtslektionen über Kartenlehre, Signaturen, Funkregeln, Verhalten ausser

Dienst, Kriegsmobilmachung, Sanitätsdienst, Übermittlungsdienst, Schiesslehre usw. für Rekruten, Soldaten und Offiziersaspiranten programmiert.

Die *Schweizerische Unfall-Versicherungs-Anstalt (SUVA)* will ihre Instruktionen über die Unfallverhütung programmieren.

In der *AG Brown, Boveri und Co.* werden Programme für Zeichnerlehrlinge und für das Arbeiten mit den Hubstaplern eingesetzt.

Die Werkschule der optischen Werke *Heinrich Wild AG*, Heerbrugg, benützt den PU vor allem für den Nachholunterricht.

Für den Programmierten Unterricht der beruflichen Ausbildung hat das *Bundesamt für Industrie, Gewerbe und Arbeit (BIGA)* eine zentrale Dokumentations- und Auskunftsstelle geschaffen.

Der Programmierte Unterricht bei den PTT-Betrieben

Auch die PTT haben die Entwicklung des Programmierten Unterrichtes aufmerksam verfolgt. Um die Anwendungsmöglichkeiten zu prüfen, wurde ein «PTT-Ausschuss für Programmierten Unterricht» ins Leben gerufen. Zwei Beamte hatten Gelegenheit, an einem vom BIGA organisierten PU-Kurs teilzunehmen. Gegenwärtig werden die am genannten Kurs erstellten 21 Elektrotechnik-Programme in der KTD Bern versuchsweise eingesetzt. Ebenfalls sind

zwei Programmiererteams zusammengestellt worden, die weitere Stoffgebiete bearbeiten sollen. Die Vermittlung des Stoffes wird vorläufig in Buchform durchgeführt, und zugleich werden die weiteren Kommunikationsarten verfolgt. Es wird sich sicher die Frage stellen, ob nicht gerade bei uns der computerunterstützte Unterricht am einfachsten einzuführen ist, da Computer und Leitungen vorhanden sind.

Nach Abschluss der vorgesehenen Versuche wird entschieden, ob für die Unterrichtsvermittlung in der PTT der PU eingeführt werden soll.

Bibliographie

Zielinski J., Schöler W. Pädagogische Grundlagen der programmierten Unterweisung unter empirischem Aspekt. Ratingen, 1964.

Zielinski J., Schöler W. Methodik des Programmierten Unterrichts. Ratingen, 1965.

Schöler W. Zur schulpädagogischen Integration des Programmierten Unterrichts. Ratingen, 1967.

Sander M. Der Programmierte Unterricht in der allgemeinbildenden Schule. Bad Neuenahr, 1966.

Mager R. F. Lernziele und Programmierter Unterricht. Weinheim/Bergstr., 1965.

Schiefele H. Programmierter Unterricht – Entwicklung und Erfahrung. München, 1964.