

# TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ

## Aufgaben des Computers bei der Organisation des gesteuerten Selbstlernens

V. Kazachenok, B. Luderer

Preprint 2006-15



Preprintreihe der Fakultät für Mathematik  
ISSN 1614-8835

# Aufgaben des Computers bei der Organisation des gesteuerten Selbstlernens

VIKTOR KAZACHENOK und BERND LUDERER

*Technische Universität Chemnitz, Fakultät für Mathematik,  
09107 Chemnitz, Deutschland*

*Staatliche Belorussische Universität Minsk, Mathematische Fakultät,  
Nezavizimost Avenue 4, 220030 Minsk, Belarus*

**Summary:** The aim of this paper is to discuss some ideas about the function of the computer in the modern self-organized learning processes.

**Key words:** Self-organized learning, informatization of teaching, modern teaching, electronic textbooks

**Mathematics Subject Classification:** 97 C 30, 97 C 50, 97 C 80, 97 D 20

## 1 Einleitung

Die vorliegende Arbeit beruht im Wesentlichen auf Untersuchungen, die an der Fakultät für Angewandte Mathematik und Informatik der Staatlichen Belorussischen Universität Minsk durchgeführt wurden, mit der die Fakultät für Mathematik der TU Chemnitz eine wissenschaftliche Zusammenarbeit in Bezug auf didaktische Fragen sowie die Erstellung von Lehrmaterialien pflegt. Die angesprochenen Probleme beziehen sich in erster Linie auf die Schul- und Hochschulausbildung in den Nachfolgestaaten der ehemaligen Sowjetunion, tragen jedoch so allgemeinen Charakter, dass sie zumindest in Teilaspekten auch für Deutschland zutreffend sind und einer ständigen Diskussion bedürfen.

Nach Meinung vieler Wissenschaftler durchlebt die Aus- und Weiterbildung zurzeit eine Systemkrise, der zwei Ursachen zugrunde liegen.

Die erste Ursache besteht darin, dass die Verdoppelung des Wissens lediglich ca. sechs Jahre dauert. Bei einer solchen Zunahme des Wissens fördern die außerordentlich hohen Anforderungen nicht gerade das Erzielen positiver

Ergebnisse, sondern bremsen vielmehr die Entwicklung der geistigen Tätigkeit. Offensichtlich können aber nur diejenigen Länder, die ihren Bürgern die kontinuierliche Aneignung des zunehmenden Wissens ermöglichen, mit dem weltumfassenden intellektuellen Progress Schritt halten.

Die zweite Ursache ist mit der IT-Durchdringung der Bildung im weitesten Sinne verbunden. Vielen Bildungsexperten ist klar, dass die Informatisierung in allen Bereichen der Bildung den Anfang einer revolutionären Umgestaltung im Bildungsbereich bedeutet, die vielleicht nur mit der Einführung des fachbezogenen Prinzips der Lehre in wissenschaftlichen Disziplinen in den Schulen im 17. Jahrhundert vergleichbar ist. Deshalb ist im Bildungssystem eine kardinale Umgestaltung der Lehre objektiv notwendig. Der Akzent verschiebt sich von der ausbildenden Tätigkeit des Lehrenden hin zum Erkenntnisprozess beim Lernenden.

Der vorliegende Beitrag setzt sich daher zum Ziel, die grundlegenden Tendenzen der Verbesserung von Aus- und Weiterbildung herauszuarbeiten und zu begründen. Es geht um die Entwicklung eines hybriden Intellekts – einer Symbiose von Mensch und Computer – auf der Grundlage des gesteuerten Selbstlernens bzw. selbstregulierten Lernens.

## 2 Die Ausgangssituation

Auf der – jährlich stattfindenden – führenden internationalen Bildungsmesse BETT (London) wurde im Jahre 2004 die Hauptaufgabe der Pädagogen wie folgt benannt: Ausbildungsdienstleistungen sollten möglichst personalisiert werden, den Bedürfnissen jedes einzelnen Studierenden entsprechen. Dafür wurde empfohlen, in großem Maße Telelearning und modulare Methoden anzuwenden. Der Lehrer hat somit vor allem die Bedingungen für den Lehrprozess und das Selbstlernens zu schaffen. Dabei sollen die Neigungen und Begabungen der Lernenden berücksichtigt werden.

Heute werden in der Theorie der Herausbildung kognitiver Tätigkeiten zwei Hauptrichtungen gesehen, die eine dialektische Einheit bilden und einander stark beeinflussen. Die erste – in der Literatur als psychologisch-pädagogische bekannte – hat mit der Erforschung der Struktur des Erkenntnisprozesses, seinen verschiedenen Arten, Kriterien, Etappen usw. zu tun. Die zweite – die didaktische Richtung – befasst sich mit der Ausarbeitung von Prinzipien, Methoden und Unterrichtsformen, die zur Entwicklung der Selbstständigkeit der Lernenden im Erkenntnisprozess beitragen. Unter dem Erkenntnisprozess versteht man in der Didaktik die auf eine bestimmte Weise organisierte Tätigkeit der Lernenden, die auf die Aneignung von Wissen sowie auf die Entwicklung von Fähigkeiten und Fertigkeiten gerichtet ist.

Es ist zu betonen, dass Psychologen seit langem nach einem optimalen System kognitiver Prozesse suchen, mit dessen Hilfe man eine möglichst hohe Effektivität der Lehre erreichen könnte. Aber die bisher bekannten For-

schungsergebnisse zeigen, dass ein solches System nicht allgemein existiert: Unter verschiedenen Lehr- und Lernbedingungen sind unterschiedliche Ausprägungen des Erkenntnisprozesses sinnvoll.

Nach Meinung von Elkonin ist „... die Entwicklung der Lerntätigkeit ein Prozess, in dem den Lernenden selbst Schritt für Schritt Elemente dieser Tätigkeit übertragen werden, damit er selbstständig agieren kann, ohne Einmischung des Lehrenden“ [3], S. 53. Aber in welcher Reihenfolge, auf welche Art und Weise und in welcher Klasse bzw. in welchem Abschnitt des Studiums diese Elemente auf den Lernenden zu übertragen sind, ist eine offene Frage.

Da die Besonderheiten des Selbstlernens in psychologisch-pädagogischen Forschungsarbeiten bisher noch nicht umfassend herausgearbeitet wurden, werden die Begriffe „Selbstlernen“ und „selbstständige Arbeit“ in der wissenschaftlichen Literatur unterschiedlich definiert. Unter Selbstlernen verstehen wir den *Prozess*, in dem der Mensch mithilfe eigener Bemühungen und selbst ausgewählter Lehrmittel Kenntnisse erwirbt und sich Fertigkeiten aneignet. Andererseits wird unter selbstständiger Arbeit eine spezifische *Lernform* verstanden, deren Inhalt und Sinn darin bestehen, den Weg zur Erreichung des gesetzten Ziels selbst zu bestimmen. Die angeführten Definitionen unterstreichen die wesentlichen Unterschiede zwischen diesen zwei Begriffen.

In den Arbeiten der russischen Wissenschaftler Babanskij, Bespalko, Novik und Pidkassistij werden zahlreiche Aspekte des Selbststudiums und der selbstständigen Arbeit der Studierenden behandelt. Zu den wichtigsten Strukturkomponenten des Selbstlernens gehören: eigene Zielbestimmung, inneres Bedürfnis zum Selbstlernen sowie die Selbstorganisation des Erkenntnisprozesses. Dabei wird von den meisten Wissenschaftlern betont, dass die *Selbstständigkeit* der Lernenden im Lernprozess keine genetische Eigenschaft der Persönlichkeit ist, sondern eine *speziell entwickelte Fähigkeit*. Wir teilen die Meinung von Pidkassistij, der darauf hinweist, dass das Hauptmerkmal der selbstständigen Tätigkeit, in dem sich ihr Wesen zeigt, ganz und gar nicht darin besteht, dass der Lernende ohne Hilfe des Lehrenden arbeitet. Das Hauptmerkmal der selbstständigen Tätigkeit als didaktischer Kategorie besteht darin, dass der Zweck des Lernprozesses gleichzeitig die Funktion der Steuerung dieser Tätigkeit erfüllt.

Im Grunde genommen besteht somit der Kern der selbstständigen Tätigkeit des Lernenden in der absoluten Übereinstimmung von Zielbestimmung und Zielverwirklichung. In Abhängigkeit vom Grad der Übereinstimmung dieser Ziele werden die Studierenden entweder zur kreativen selbstständigen Tätigkeit oder zur Zusammenarbeit mit dem Lehrenden stimuliert.

Die Funktion des Lehrenden neuen Typs besteht darin, die *Steuerung des Lernprozesses* und nicht des Lernenden zu realisieren. Die Beziehungen zwischen dem Lehrenden und dem Lernenden tragen weniger die Merkmale von Beziehungen der Kontrolle und Anleitung als vielmehr die des Informationsaustausches in sich. Daher sollte man über eine besondere Art der Ein-

flussnahme sprechen, bei der der Einfluss zur Herausbildung erwünschter Entwicklungstendenzen führt und dazu beiträgt, diese oder jene den Entwicklungsgang störenden Hindernisse zu vermeiden.

Zur Ergänzung dieses Gedanken seien die Worte des bekannten Pädagogen Neuhaus angeführt, der hervorhebt, dass es unmöglich ist, Talent anzuziehen. Man kann nur geeignete Bedingungen für seine Entfaltung schaffen. Dabei spielen die didaktische Umgebung, d. h. die vorhandenen Lehrmittel (Monografien, Lehrbücher, Skripte, automatisierte Lehrsysteme usw.) eine große Rolle für einen vollfunktionalen und effektiven Lehr- und Lernprozess. In diesem Zusammenhang besteht die wichtigste Aufgabe des Lehrenden darin, an der Realisierung der didaktischen Funktion der Lehre zu arbeiten, Lehrmittel zu erstellen und Konsultationen im Lernprozess anzubieten (vgl. [4]).

Wir teilen den Standpunkt von Bespalko, dass die Steuerung des Erkenntnisprozesses der Lehrenden einen notwendigen Bestandteil des didaktischen Prozesses darstellt. Mit anderen Worten, jede Lerntätigkeit ist gesteuert. Das kann entweder durch die unmittelbare Einwirkung eines konkreten Lehrenden geschehen oder mithilfe verschiedener technischer Mittel realisiert werden. Schließlich ist auch eine vom Studierenden ausgeübte Selbststeuerung möglich, mit deren Hilfe er sich selbst kontrolliert. Deming hat auf die besondere Bedeutung der steuernden Einwirkung verwiesen. Wie er feststellte, liegen höchstens 15 % der Probleme der Unterrichtsqualität an den unmittelbar Agierenden, während mehr als 85 % von der mangelhaften Steuerung verursacht werden. Diese Angaben entsprechen auch den Untersuchungsergebnissen von Blum, der drei Gruppen von Lernenden unterscheidet: wenig begabte bzw. unbegabte (etwa 5 %; sie eignen sich sogar in einem längeren Lehr- und Lernprozess kein Wissen an), hochbegabte, talentierte (etwa 5 %; sie lernen mit hohem Tempo), „normale“ (etwa 90 %; ihre Resultate hängen vom Zeitaufwand für den Lehr- und Lernprozess ab).

Was das Fernstudium (Telelearning) anbetrifft, so ist zu betonen, dass hierbei dem interaktiven Zusammenwirken mit dem Lehrenden und anderen Lernenden (Mitstudenten) große Bedeutung beizumessen ist und *nicht nur der Arbeit mit einem Programm*. Bekanntlich sind nur etwa 5–10 % der Menschen in der Lage, selbstständig zu lernen. Die anderen benötigen eine Kombination von verschiedenen Lehr- und Lernformen. Deshalb bildet sich immer mehr die Meinung heraus, dass die Anwendung von Elementen des Telelearnings zur *Verbesserung jedes Lehr- und Lernprozesses* beitragen kann. Zu den effektivsten Formen des interaktiven Selbstlernens gehören das Telelearning in Verbindung mit dem Direkt- oder dem Fernstudium. Die Hauptaufgabe des (Hochschul-)Lehrers besteht darin, dem Lernenden bei der Organisation der selbständigen Tätigkeit zu helfen, ihm Möglichkeiten für den eigenständigen Erwerb von Kenntnissen und der praktischen Anwendung des angeeigneten Wissens aufzuzeigen. Die Bedeutung der selbständigen Arbeit darf allerdings nicht verabsolutiert werden, da sich Fortschritte des Lernenden bei der

Aneignung von Kenntnissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten am schnellsten durch eine enge Zusammenarbeit mit dem Lehrenden und anderen Lernenden einstellen.

Bekanntlich steigt durch den Einsatz von Elementen des E-Learnings der Grad des Einprägens von Lernstoff um 25–60 % und der Umfang der angeeigneten Information um 50 % (vgl. [6]). Die Kinder der neuen Computergeneration können an einem Tag dank neuer Computertechnologien (vor allem der Informationskomprimierung und Visualisierung) Informationen im Umfang von acht Büchern zu je 300 Seiten aufnehmen. Heute ist bereits allgemein anerkannt, dass die großen Erfolge Japans im engen Zusammenhang mit der Effektivität seiner Grundschulausbildung stehen.

Eines der wichtigsten Probleme des modernen Bildungssystems besteht in der Nichtübereinstimmung der Softwarebasis pädagogischer Zweckbestimmung mit den hohen technischen Parametern moderner Computer. Dabei hat beim heutigen Grad der Informatisierung „... die pädagogische und psychologische Unwissenheit der Autoren von Lehr- und Testprogrammen *besonders schwerwiegende* Folgen“ [7] S. 38.

Offensichtlich erfordert die Organisation und Präsentation von Vorlesungen heutzutage neue Zugänge unter dem Aspekt des Vorhandenseins elektronischer Versionen dieser Vorlesungen. Gleichzeitig stößt „... jede neue, den Lehrprozess erleichternde technische Verbesserung auf Widerstand“ (Kumbs). Damit ist unter anderem zu erklären, dass manche Lehrkräfte noch immer den Studierenden Konzepte diktieren. Als Ausweg aus dieser Situation kann man beispielsweise Skripte oder Lehrhefte mit *adaptierten*, vereinfachten Vorlesungstexten sowie verschiedenen Fragen und Aufgaben erstellen, die einen *Dialog* mit den Studierenden ermöglichen.

In der heutigen Krise der Hochschulausbildung verstärken sich die Unterschiede zwischen pädagogischer Theorie und pädagogischer Praxis. Und Anforderungen, die Arbeit an elektronischen Lehrprogrammen zu intensivieren, ohne die Hilfe qualifizierter Pädagogen anzubieten, führen nur zu einer weiteren Vergrößerung dieser Unterschiede. In dieser Situation hat Palchevskij folgende – wohl nicht ganz wörtlich zu nehmende – Empfehlung für die Erhöhung der Effektivität des Lehr- und Lernprozesses ausgesprochen. Seiner Ansicht nach sollte heutzutage an jedem Lehrstuhl ein habilitierter Pädagoge tätig sein.

Die Geschichte der Entwicklung von Aus- und Weiterbildung zeigt, dass mit einer spürbaren Zunahme der Anzahl von Studierenden das Bedürfnis nach neuen, effektiven Lehr- und Lernformen und -methoden stark anwächst. Das führt zur Entstehung neuer, progressiver pädagogischer Theorien und Technologien sowie zur Schaffung neuer Bildungsplattformen. Um den neuen Anforderungen der Gesellschaft zu entsprechen, kann das traditionelle Bildungssystem nicht einfach nur durch traditionelle Methoden der Verbesserung von Methodik und Didaktik modernisiert werden. Vielmehr ist eine radikale Erneuerung der IT-Basis für die Zwecke der Lehre nötig (Rokman).

### 3 Lösungsansätze

Immer mehr Wissenschaftler sind der Meinung, dass die Modernisierung der gesamten Aus- und Weiterbildung unter den gegenwärtigen Verhältnissen darauf gerichtet sein sollte, einen hybriden Intellekt (Mensch und Computer) zu entwickeln, den Birkhoff bereits 1969 voraussah. In Verallgemeinerung der verschiedensten Untersuchungen auf diesem Gebiet schlagen wir daher eine Symbiose des Menschen mit dem Computer auf der Grundlage eines gesteuerten Selbstlernens vor. Dies setzt einen gewissen Transformationsprozess voraus: Dem Lernenden soll beigebracht werden, wie man selbständig Informationen suchen und finden, bearbeiten und anwenden kann.

Dafür benötigt man zunächst eine *einheitliche IT-gestützte Wissens- und Bildungsplattform*, wozu als wichtigste Komponenten so genannte *gegenständliche Lehrmittelkollektionen* gehören. Darunter werden Lehrbücher und Lehrmaterialien eines neuen Typs verstanden, die nicht nur persönliche elektronische Helfer sind. In der modernen Informationsgesellschaft können die didaktischen Funktionen eines klassischen Lehrbuchs in vollem Maße nur durch eine Kombination aus gedruckten und elektronischen Lehrmitteln erreicht werden. Diese müssen sich in ihren Charakteristika und Möglichkeiten gegenseitig erweitern, ergänzen und vertiefen. Ein interessantes Beispiel einer solchen Kombination stellt beispielsweise das System TRIAL-SOLUTION dar (s. [1, 2]). Allgemeine methodische Empfehlungen zum Inhalt solcher Lehrmittelkollektionen wurden unter anderem von Zimina [7] formuliert. Davon ausgehend und diese konkretisierend, stellen wir eigene Anforderungen an den Inhalt einer mathematischen Lehrmittelsammlung für das Selbstlernen, zu deren Komponenten und Modulen die folgenden gehören sollten:

- Lehr- und Nachschlagewerke
- Lösungshefte mit Hinweisen zur Aufgabenlösung
- elektronische Versionen von Lehrbüchern und Lehrwerken
- computergestützte Tests
- Erweiterungsmodule
- Einführung zur Lehrmittelsammlung und Hinweise zu deren Anwendung
- Internetressourcen

Grundsätzlich ermöglicht eine solche Kollektion, den Lehrprozess nach dem von Comenius formulierten Prinzip zu gestalten: „Der Lernende soll arbeiten, der Lehrende soll diese Arbeit leiten“.

Weiterhin sind die theoretischen Grundlagen sowie einzelne Lehrmethoden für den Tandemprozess „Mensch – Computer“ auszuarbeiten. Hierbei

ist offenen Programmen, die auch Modifikationen zulassen, der Vorzug zu geben. In diesem Fall wird nicht nur der Lernende, sondern auch dessen Computer pädagogisch beeinflusst, was eine entsprechende Korrektur und Präzisierung der Ziele, Inhalte, Methoden und der Lehrmittel erfordert. Die Aufgaben zwischen dem Lernenden und dem Computer, der beiden Partner im Lernprozess, werden dabei nach dem Ergänzungsprinzip verteilt: Werden die Funktionen des Computers eingeschränkt, braucht der Lernende mehr Zeit und muss sich mehr Mühe geben, um eine konkrete Aufgabe zu lösen bzw. auszuführen. Ein Teil der Pädagogen vertritt die Auffassung, solche mathematischen Pakete wie MathCAD, Mathematica oder MatLab auf einer bestimmten Stufe nicht zu empfehlen, da der Algorithmus ihrer Arbeit oft nicht bekannt ist (das ist der Nachteil der meisten kommerziellen Pakete). Dem stimmen wir zu. Gleichzeitig ist der Einsatz solcher Pakete jedoch ein schwieriges und stets von neuem zu diskutierendes Thema, das sowohl vom Kenntnisstand der Lernenden als auch von der Zielgruppe abhängig ist. Sicherlich sind unterschiedliche Konzepte und Methoden für Mathematiker und Naturwissenschaftler im Vergleich zu Ingenieuren oder Wirtschaftswissenschaftlern angebracht, steht bei letzteren doch die Anwendung der Mathematik im Vordergrund, nicht deren Weiterentwicklung. Und gerade für diese Zielgruppen bieten die genannten Software-Systeme eine Reihe von Vorteilen (vgl. [5]). Gleiches lässt sich übrigens über den Einsatz von (programmierbaren) Taschenrechnern in der Ausbildung oder bei Klausuren sagen. Für die neuen Formen der Didaktik werden verschiedene Begriffe verwendet: Computic (Bespalko), Pädagogische Informatik (Kolin), IT-Didaktik (Vilovitch).

## 4 Zusammenfassung

Zum Abschluss wollen wir noch einige Voraussetzungen formulieren, die dem selbstständigen Wissenserwerb und lebenslangen Lernen Massencharakter verleihen:

- ein hinreichend hohes Bildungsniveau aller Bürger
- die von jedem Bürger eingesehene Notwendigkeit der ständigen beruflichen Weiterbildung und der Entwicklung der Fähigkeit zum Selbstlernen
- die Schaffung von entsprechenden Bedingungen für die Entfaltung und Befriedigung kognitiver Bedürfnisse und Interessen jedes Menschen.

Zusammenfassend kann man sagen, dass das *Hauptanliegen* der heutigen Ausbildung darin besteht, beim Lernenden die Fähigkeit zum Selbstlernen zu entwickeln. Nur dann kann man auch in Zukunft ein hinreichendes wissenschaftlich-technisches Potenzial sichern und mit dem weltumfassenden intellektuellen Progress Schritt halten.



## Literatur

- [1] Dahn I.: *A Metadata Profile to Establish the Context of Small Learning Objects – the Slicing Book Approach*. learning Objects in Context, ProLearn-iClass Thematic Workshop, Leuven 2005.
- [2] Dahn I., Armbruster M., Furbach U., Schwabe G.: *Slicing Books – The Authors' Perspective*. In: *Writing Hypertext and Learning* (R. Bromme, E. Stahl, eds.), *Advances in Learning and Instruction Series*, Pergamon 2002, pp. 125–151.
- [3] Elkonin D. B.: *Psichologija obuchenija mladshego shkolnika* (Psychologie des Grundschulunterrichts), Znanie, Moskau 1974.
- [4] Kazachenok V.: *Management of cognitive activity at internal-correspondence school*. In: *Teaching mathematics: Retrospective and Perspectives*. Abstracts of the VI International Conference, Vilnius, May 2005, S. 42–43.
- [5] Luderer B., Weigand P., Handrock S.: *Using computer programs in higher education – good practice in mathematics*. In: *Proceedings Conf. Informatization of Teaching Mathematics and Informatics: Pedagogical Aspects*, Minsk, Belarus, October 2006 (eingereicht).
- [6] Shejan I.: *E-learning bez prikrac* (E-learning ohne Beschönigung). *Computerworld Rossija* 38 (2004), S. 52.
- [7] Zimina O. V.: *Didakticheskie aspekty informatizacii vysshego obrazovanija* (Didaktische Aspekte der Informatisierung der Hochschulausbildung). *Vestnik Moskovskogo Universiteta, Serija 20: Pedagogicheskoe obrazovanie* 1 (2005), S. 17–66.

**Impressum:**

**Herausgeber:**

Der Dekan der  
Fakultät für Mathematik  
an der Technischen Universität Chemnitz

**Sitz:**

Reichenhainer Straße 41  
09126 Chemnitz

**Postanschrift:**

09107 Chemnitz  
Telefon: (0371) 531-2662  
Telefax: (0371) 531-4947  
E-Mail: [dekanat@mathematik.tu-chemnitz.de](mailto:dekanat@mathematik.tu-chemnitz.de)

**Internet:**

<http://www.tu-chemnitz.de/mathematik/>

ISSN 1614-8835 (Print)