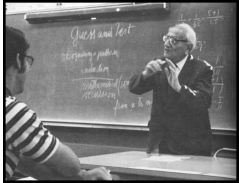


Ein pädagogisches Konzept für ein effizientes Selbststudium in der Mathematik



Pierre-André Chevalier

GMFH, 11. November 2006



Berner Fachhochschule
Technik und Informatik

1

Lernen

Selber lernen

Die Mathematik selber lernen

2

Inhalt des Vortrages:

1. Soziokultureller und pädagogischer Kontext
2. Charakteristik des Selbststudiums
3. Charakteristik des Lernens
4. Besonderheiten des Lernens in der Mathematik
5. Lernziele und Motivation
6. Ein formeller Rahmen für das Selbststudium

3

1. Soziokulturelles und pädagogischer Kontext

Ein Paradigmenwechsel in der Erziehung. Ursachen:

- Die internationale Anerkennung der Diplome, die Mobilität der Studierenden, die Bologna-Deklaration.
- Die Liberalisierung der Bildungslandschaft:
Wettbewerb der Schulen, Änderungen der Finanzierungsmodi in der Ausbildung usw.
- Die Entwicklung des Internets als Zugang zum Wissen.

4

- Die Entwicklung der wissenschaftlichen Forschung in der Psychologie des Lernens und in der Hochschuldidaktik.
- Eine Veränderung der "Wahrnehmung" der Bildung in der Gesellschaft.

5

Konsequenzen der Veränderungen:

- a. Konsequenzen in den Strukturen der Lehrsysteme.
- b. Beobachtete Veränderungen bei den Fähigkeiten der Studierenden:
Einfluß des Internets und der Kommunikationstechnologien, Abnahme der Fähigkeiten in der Abstraktion.
- c. Die neue Rolle des Dozierenden:
von der wissenschaftlichen Autorität, dem "Besitzer von Wissen", wird er immer mehr zum "Förderer" oder "Katalisator", der den Zugang zum Wissen ermöglicht.

Es handelt sich um eine Dienstleistung.
- d. Unsere Gewohnheiten, unsere Handlungs- und Denkweisen werden unvermeidlich in Frage gestellt.

6

2. Charakteristiken des Selbststudiums

Im neuen soziokulturellen und pädagogischen Kontext hat sich der Begriff "Hausaufgaben" weiterentwickelt. Die heute verwendeten Bezeichnungen sind:

autodidaktisches Lernen, autonomes Lernen, selbstorganisiertes Lernen, selbstbestimmtes Lernen, selbstgesteuertes Lernen, offenes Lernen, Selbststudium, ...

apprentissage autonome, études personnelles, apprentissage auto-dirigé, auto-apprentissage, travail personnel, ...

independent study, individual study, self-directed learning, self-education, self-guided learning, self-instruction, self-paced learning, self-teaching, ...

7

Es handelt sich um eine wirkliche Lernarbeit für den Studierenden. Im Selbststudium werden also neue Kenntnisse erworben oder bestehende vertieft.

Zu unterscheiden:

1. Das *geführte* Selbststudium: ausserhalb der Klasse und ohne die Anwesenheit des Dozierenden.
2. Das *geführte* Selbststudium in der Klasse und in Anwesenheit des Dozierenden.
3. Das *freie* Selbststudium: spontane Lerntätigkeiten ohne Hilfe.

8

Der Begriff Lernaufgabe

Realisiert während des Selbststudiums. Hauptsächlich:

1. Integration der bereits studierten Kenntnisse, Verstärkung.
2. Erwerben oder Vertiefen neuer Inhalte.
3. Prozedurale Anwendungen, Eindringen von Schemas, Algorithmen, Lösungsprozesse usw.

9

4. Verbreitete Anwendungen: Problemlösungen, Projekte.
5. Persönliche Produktionen: Vorbereitung von Vorträgen oder Präsentationen, Berichte.
6. Persönliche Recherchen, z.B. in einer Bibliothek oder im Internet.

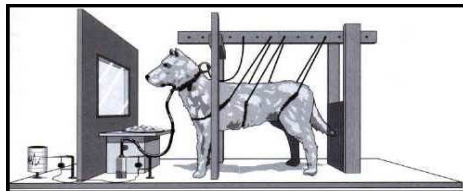
10

3. Charakteristiken des Lernens

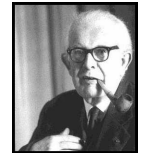
Die Fortschritte in den Erziehungswissenschaften und in der Psychologie haben unsere Kenntnisse und unser Verständnis der Lernmechanismen verbessert.

Das menschliche Gehirn ist kein "Schwamm", der die gelieferte Kenntnisse absorbiert.

Das Lernen geschieht im wesentlichen nicht durch Versuch-Fehler oder durch Stimulus-Antwort.



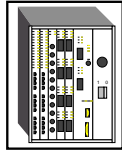
11



Beitrag der konstruktivistischen Schule

- Jedes Lernen basiert auf einer Konstruktion des Wissens, die nur vom Lernenden durchgeführt werden kann (auf der Basis einer Abfolge von Gleichgewicht-Ungleichgewicht).
- Das Lernen wird im wesentlichen auf den bereits erworbenen Kenntnissen aufgebaut.
- Ein Lernen wird durch die Aktivierung der Vorkenntnisse bedingt.

12



Beitrag der kognitivisten Schule:

Das Lernen besteht aus einer *Veränderung des kognitiven Netzes*. Dies geschieht viel leichter, wenn das Netz stark organisiert ist und das Lernen durch Strategien gelenkt wird.

" *Strategisches Lernen* ", " *Organizational Learning* "
" *Meaningful Learning* ",
" *Mind Map* ", " *Strukturierende Darstellung* "

13



Beitrag von Vygotski:

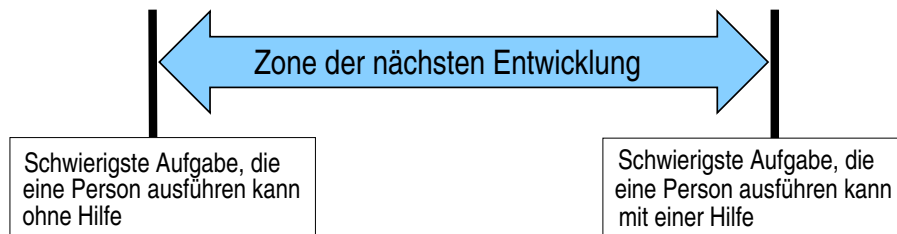
Das Lernen besteht aus einer sozialen Handlung, die auf einer *intrapersonellen Kommunikation* basiert. Entdeckung der Unterschiede zwischen der inneren Sprache und der Kommunikationssprache (daraus: das Interesse an der "Verbalisierung").

Betonung der ungeahnten Vorteile des Gruppenlernens.

Cooperative Learning, Collaborative Learning

14

Entdeckung der "*Zone der nächsten Entwicklung*", die insbesondere den geeigneten Schwierigkeitsgrad bestimmt, damit ein Lernen möglich ist.



15



Eine aktuelle Definition des Lernens:

" *Aneignung einer neuen Kenntnis durch eine Person, die fähig ist, dieser neuen Kenntnis eine Bedeutung zu geben.*"

Damit der Lernende für sich selber eine richtige Bedeutung geben kann, ist es notwendig, dass er sich seiner Denkmechanismen bewusst ist.

Die *metakognitiven* Informationen sind von grösster Bedeutung.

16

4. Besonderheiten des Lernens in der Mathematik

A. Wissen und mathematische Kompetenzen

Es gibt drei Kategorien des Wissens, auch in der Mathematik:

1. Das **deklarative** Wissen: Formeln, Definitionen, Theoreme, Methoden, Prozesse usw.
2. Das **prozedurale** Wissen: Ausführung der Operationen, der Prozesse, der Algorithmen, der Lösungsmethoden usw.
3. Das **konditionale** Wissen: Schätzung, Entscheidung, Auswahl einer geeigneten Methode, Beurteilung, Kritik usw.

17

Jeder Kenntnistyp lässt sich durch verschiedene Lernmodi lernen und der Studierende soll sich dessen bewusst sein:

1. **Auswendiglernen**, elementare Wiederholung: für die Deklarative Kenntnisse geeignet.
2. **Ausführung von Prozessen**, im Rahmen einer klar umschriebenen Situation.

Ausführung von sequentiellen Prozessen wie Algorithmen, zusammengesetzte Operationen, Lösungsschemas usw.

18

3. Problemlösungen:

- Der höchste Schwierigkeitsgrad, aber der interessanteste.
- Bedeutung der Lösungsstrategien.
- Auswahl der Methoden.
- Überprüfung der Resultate.
- Optimierung der Lösungsschemas.
- Ausarbeiten der Resultate und der Produktionen.

19

Der Begriff **Kompetenz** (in der Mathematik):

"Kenntnisse verschiedener Art, die verknüpft und organisiert sind, dies mit dem Ziel, eine Problemsituation effizient zu bewältigen."

- Die konditionalen Kenntnisse führen zur Entwicklung der Fähigkeit für die Schätzung, die Bewertung, das "Erkennen der Formen und der abstrakten Strukturen", die "Verwendung der geeigneten Methode in der geeigneten Situation".
- Ausserdem: Entwicklung einer kritischen Haltung gegenüber den Resultaten.
- Entwicklung einer intellektuellen Neugier.

20

Epistemologie der Mathematik

Wie "sehen wir" die Mathematik ?

- Unsere Studierenden sind keine Mathematiker. Sie haben automatische Reflexe nicht, die wir haben.

Wir müssen also ihnen die "Schlüssel" zur Gemeinschaft der Mathematiker geben, damit sie die mathematischen Botschaften (schriftlich und mündlich) "dekodieren" können.

21

Wenn man Mathematik betreibt, verwendet man notwendigerweise eine *Metasprache* (verbal und nichtverbal).

Die Studierenden kennen diese Sprache nicht, was häufig zu epistemologischen Missverständnissen führt.

Wir müssen den Lernenden das Beherrschen der Metasprache vermitteln. Das Lernen dieser Metasprache lässt sich aber teilweise unbewusst und nichtverbal erwerben.

Beispiele: Hypothetisch-deduktive Haltung, Skeptische Haltung, die Abstraktion, Argumentationsketten, schematisieren, Umsetzung eines Problems in ein anderes Problem, Kontraposition, absurder Beweis usw.

22

Was wir von unseren Studierenden verlangen:

1. Die Fähigkeit, sich ein abstraktes Objekt vorzustellen, mit ihm Eigenschaften zu verknüpfen und mit ihm Operationen auszuführen.
2. Die Fähigkeit, eine Hypothese zu bilden, diese im Laufe der Beweisführung zu behalten und sich darauf zu beziehen.
3. Die Fähigkeit, Analogien zwischen zwei "isomorphen" Situationen zu sehen, z.B. in der Umsetzung eines Problems.
4. Die Fähigkeit, aus den Hypothesen einen Schluss zu ziehen, die auf das gegebene Problem antwortet.
5. Die Fähigkeit, das "Warum" einer mathematischen Überlegung zu begreifen.

23

Zu berücksichtigen: die Zugänglichkeit des Wissens und die Bedeutung der verschiedenen Formen des Zugangs zum Wissen.

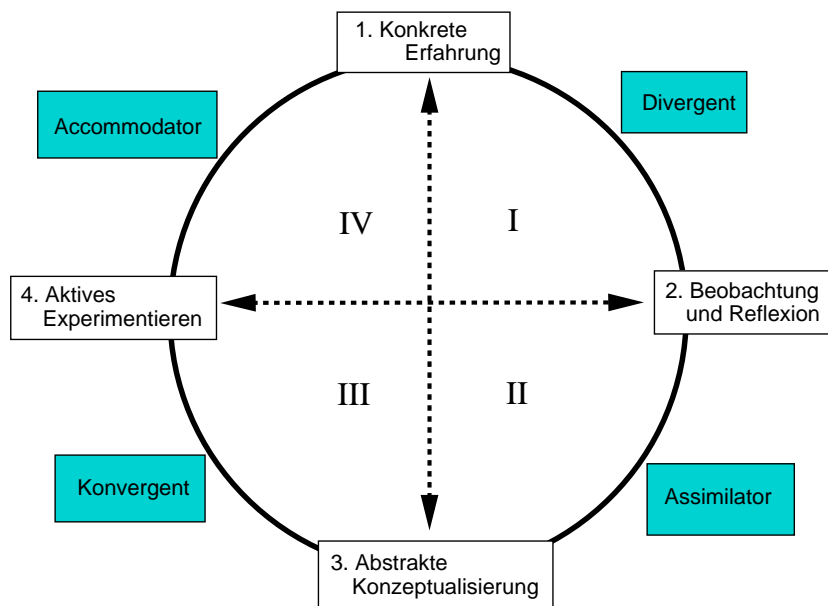
- Der Begriff "Vorstellung": Wie stellt sich ein Studierender ein neues mathematisches Konzept vor ? Welche Bedeutung gibt er ihm ?
- Die zwei Achsen des Zugangs zum Wissen:

Die Achse **konkret–abstrakt**

Die Achse **aktiv–reflexiv**.

Die Kreuzung der zwei Achsen bestimmt vier Quadranten, die spezifisch für das Profil eines Lernenden sind.

24



25

Konsequenzen für die Lehre der Mathematik:

- Wesentlich ist die "Frontalmathematik" mit der Präsentation eines "Denkmodells", welches die Studierenden imitieren sollen.

Ein Teil der mathematischen Metasprache ist nonverbal und kann nicht in einem Buch oder in einer Anleitung schriftlich festgehalten werden.

- Für das Selbststudium müssen die meta-mathematischen und meta-kognitiven Hinweise betont werden. Dies kann nur im Präsenzunterricht gemacht werden.

26

5. Die Ziele des Selbststudiums und die Motivation der Studierenden

1. Die Zeit für das Lernen ist beschränkt. Deshalb sollen die Studierenden sowohl die Dokumentationsquellen als auch die Lernziele ihres Selbststudiums möglichst genau kennen:

- Welche sind die Informationsquellen (Skripts, Bücher, Links usw.) ?
- Was muss beim Selbststudium gemacht werden ? Was wird von den Lernenden erwartet ?
- Welche direkte oder indirekte Bedeutung hat das Selbststudium für die Qualifikation ?

27

2. Selbstkontrolle der Arbeitsfortschritte: Agenda, Worksheet usw.
3. Es ist wichtig, Lernaufgaben aller Schwierigkeitsgrade zu geben:

- Eine einfache Lernaufgabe von niedrigem Schwierigkeitsgrad erhöht das Erfolgsgefühl und wirkt positiv auf die Motivation.
- Eine Lernaufgabe von höherem Schwierigkeitsgrad erhöht auch die Motivation der Studierenden, einen "Challenge" zu erfüllen. Die potentiellen Mittel müssen aber vorhanden sein.

28

4. Metakognitive Instruktionen und der Lernziele sind wichtig.
5. Auch wesentlich: Die Studierenden sollten sich bewusst sein, dass ihnen die Mathematik in Bezug auf "Logisches Denken" und "Gedankführung" viel nützt.

Dieser Punkt kann die Motivation auch beeinflussen.

29

3. Lernaufgaben geben, die eine beschränkte Dauer, ein beschränktes Volumen und einen kontrollierten Schwierigkeitsgrad haben. Der Schwierigkeitsgrad soll der *Zone der nächsten Entwicklung* des Studierenden entsprechen.

Der Dozierende sollte diese Zone abschätzen können.

4. Lernaufgaben geben, die für die Studierenden ein erreichbares Ziel bilden, welches ausgedrückt und quantitativ geschätzt werden kann.

Die Anforderungen an die Produktionen der Studierenden sollten im Voraus klar bekannt gegeben werden.

5. Wenn möglich Lernaufgaben geben, welche die drei Kategorien des Wissens beinhalten. Die Studierenden können auch dafür sensibilisiert werden, diese Kategorien selber zu unterscheiden und zu klassifizieren.

31

6. Ein formeller Rahmen für ein effizientes Selbststudium

Wie kann man dem Selbststudium einen geeigneten und effizienten Rahmen geben?

1. Im Hintergrund: "Autonomisierung" des Lernenden, damit er sich seiner eigenen Lernentwicklungen und der Bedeutung seiner eigenen Initiativen bewusst ist.
2. Die (neue) Rolle des Dozierenden als "Erleichterer" des Zugangs zum Wissen.

Der Dozierende soll neben seinen rein mathematischen Erklärungen auch meta-kognitive Instruktionen und meta-mathematische Erklärungen explizit abgeben.

30

6. Alles, was die Motivation der Studierenden erhöht, hat Vorrang.

Zum Beispiel: Auswahl der Lernaufgaben, Transfer mit anderen motivierenden Fächern, Bewußtmachen der Fortschritte, Wertschätzung der Produktionen usw.

7. Alle Lerntätigkeiten, welche die intrapersonellen Beziehungen ermöglichen, sollten gefördert werden: Gruppenarbeit, kooperatives Lernen usw.

8. Ein System für die Selbstkontrolle der Lernaufgaben durch die Studierenden sollte bereitgestellt werden. Es ist wichtig, dass die Studierenden die Gewohnheit annehmen, ihre Aufgaben zu erledigen und termingerecht abzuschließen.

32