

Führt die Verwendung von Taschenrechnern zu einer höheren mathematischen Bildung der Schüler?

Mit Beginn des nächsten Schuljahres (1985/86) wird in der DDR in allen siebenten Klassen der Taschenrechner als Rechenhilfsmittel eingeführt. Er löst den bisher verwendeten Rechenstab ab.

Zur Vorbereitung auf diesen Schritt wurde in den Jahren 1979 bis 1983 ein Schulversuch durchgeführt. Dabei sind 21 Klassen der Klassenstufe 7 (mit rund 550 Schülern) mit Taschenrechnern ausgestattet worden. Die Lehrer dieser Klassen erhielten schriftliche Materialien mit Hinweisen zur Verwendung der Taschenrechner bei der Behandlung verschiedener Stoffgebiete. Darüber hinausgehende didaktische oder methodische Empfehlungen waren in diesen Hinweisen nicht enthalten. Die Resultate des Taschenrechnereinsatzes sind über vier Jahre hinweg - bis zum Abschluß der Klasse 10 - durch schriftliche Kontrollarbeiten, Befragungen von Lehrern und Schülern sowie durch Hospitationen erfaßt worden. Um die dabei gewonnenen Ergebnisse richtig beurteilen zu können, wurden in die Untersuchung auch sogenannte Kontrollklassen einbezogen, die nicht mit Taschenrechnern arbeiteten. Diese Kontrollklassen sind schon vor Beginn des Versuchs mit Hilfe eines Leistungstests so ausgewählt worden, daß fast jeder Versuchsklasse eine leistungsmäßig gleichwertige Kontrollklasse zugeordnet werden konnte.

Die Ziele des Schulversuchs waren vielfältig. In erster Linie ging es darum, eine Konzeption für die Verwendung der Taschenrechner im Unterricht auszuarbeiten, diese Konzeption in der Schulpraxis zu erproben und damit Vorarbeiten für die Neuentwicklung der Lehrbücher zu leisten. Damit zusammenhängend ging es um solche Fragen wie:

Führt die Verwendung von Taschenrechnern zu einer Verringerung von Fertigkeiten im Kopfrechnen oder im schriftlichen Rechnen?

Wirkt die Nutzung des Taschenrechners sich auf die Einstellung der Schüler zum Fach Mathematik positiv aus?

Erreichen die Schüler der Versuchsklassen im Durchschnitt generell bessere Leistungen im Fach Mathematik - erwerben sie eine höhere mathematische Bildung - als die Schüler der Kontrollklassen?

Ich möchte mich nur der zuletzt genannten Frage zuwenden. Sie erschien uns aus folgenden Gründen gerechtfertigt:

- a) Mit dem Taschenrechner benötigen die Schüler für die rein rechnerischen Komponenten von Aufgaben meistens wesentlich weniger Zeit als bei Verwendung des Rechenstabs oder von Tabellen. Dieser Zeitgewinn könnte genutzt werden, um die mathematischen Fähigkeiten der Schüler besser zu entwickeln.
- b) Der Taschenrechner kann als methodisches Hilfsmittel eingesetzt werden, um durch "numerisches Experimentieren" Einsichten in mathematische Zusammenhänge zu ermöglichen oder zu vertiefen.

- c) Die Verwendung des Taschenrechners führt für viele Schüler zu h a ü f i g e r e n E r f o l g e n beim Lösen von Aufgaben, weil sie weniger Fehler beim "Ausrechnen" machen. Dies kann ihre Einstellung zum Fach Mathematik und dadurch auch ihre Leistungen in diesem Fach positiv beeinflussen.

Um die Frage zu beantworten, ob die Schüler der Versuchsklassen insgesamt gesehen eine höhere mathematische Bildung als jene der Kontrollklassen erreicht haben, muß zunächst gesagt werden, was hier als "höhere mathematische Bildung" angesehen werden soll.

Die Schüler der Versuchsklassen sind mit der Handhabung des Taschenrechners vertraut gemacht worden, ansonsten wurden sie aber nach dem gleichen Lehrplan und mit gleichen Lehrbüchern unterrichtet wie die Kontrollklassen. Abgesehen vom Taschenrechner sind den Versuchsklassen k e i n e z u s ä t z l i c h e n K e n n t n i s s e vermittelt worden. Höhere mathematische Bildung konnte sich also in b e s s e r e r B e h e r r s c h u n g d e s L e h r p l a n s t o f f e s zeigen, insbesondere in der stärkeren Entwicklung von F ä h i g k e i t e n und D e n k g e w o h n h e i t e n, die für die Mathematik bedeutsam sind, z.B. im mathematischen Modellieren von Sachverhalten, im Bewältigen "nichtstandardisierter" Anforderungen, in der Sicherheit bei algorithmischem Arbeiten, im logischen Schließen und Begründen, im Streben nach Klarheit und mathematischer Strenge von Formulierungen.

Diese hier angedeuteten Komponenten mathematischer Bildung sind im Rahmen des Schulversuchs zwar nicht durch spezifische Tests überprüft worden, man kann aber aus den Ergebnissen der durchgeführten Kontrollarbeiten gewisse Rückschlüsse ziehen. Ich möchte das zunächst an ausgewählten Beispielen darstellen, wobei ich Aufgaben mit vorwiegend rechnerischen Anforderungen hier nicht betrachte, da es

ziemlich selbstverständlich ist, daß die Schüler mit dem Taschenrechner sie deutlich besser bewältigen als mit dem Rechenstab oder mit Hilfe von Tabellen.

(1) In einer Kontrollarbeit in Klasse 9 wurde gefragt:

I. Welche Zahlen sind rational?

a) $\sqrt{15}$; b) $-\frac{3}{8}$; c) $0,\overline{21}$; d) $\sqrt[3]{27}$

II. Welche Resultate sind rational?

a) $\sqrt{8} + 0,5$; b) $\sqrt[3]{8} + \sqrt{16}$; c) $\pi - (\sqrt{100} + \pi)$

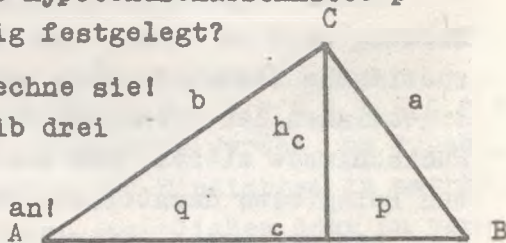
Unter Berücksichtigung des Lehrplans und des Lehrbuchs sind beide Aufgaben im wesentlichen als **Ü b e r p r ü f u n g** von **F a k t e n w i s s e n** anzusehen (Begriffe "rational", "irrational", Definition von $\sqrt[n]{a}$, Rechnen mit reellen Zahlen, Kenntnis der Zahl π). Bei Aufgabe I waren in den Versuchsklassen 78 % der Antworten richtig, in den Kontrollklassen 67 %, und bei Aufgabe II entsprechend 78 % und 66 %. Das bessere Ergebnis in den Versuchsklassen dürfte vor allem darauf beruhen, daß im Zusammenhang mit der Verwendung des Taschenrechners für das Wurzelziehen auch darauf eingegangen worden ist, in welchen Fällen der Taschenrechner die genauen Werte anzeigt und welcher Art die zu berechnenden Zahlen sonst sein können.

(2) In Klasse 8 lautete eine Aufgabe:

III. Gegeben ist ein Dreieck ABC mit $\gamma = 90^\circ$ und $h_c = 6$ cm.

a) Sind damit die Hypotenusenabschnitte p und q eindeutig festgelegt?

b) Wenn ja - berechne sie!
Wenn nein - gib drei verschiedene Möglichkeiten an!



(Die Zeichnung war nicht mit vorgegeben.)

Im Vergleich zu den sonst üblichen Aufgabenstellungen zum Thema "rechtwinkliges Dreieck" handelte es sich hierbei um eine für die Schüler ungewöhnliche Anforderung, um eine "n i c h t s t a n d a r d i s i e r t e" F r a g e s t e l l u n g, die sie auf der Grundlage des behandelten Stoffes aber durchaus bewältigen konnten. Die Teilaufgabe a) beantworteten in den Versuchsklassen 76 %, in den Kontrollklassen 72 % der Schüler richtig. Dieses Resultat wurde aber stark durch die Tatsache relativiert, daß nur 37 % der Versuchsklassenschüler und 30 % der Kontrollklassenschüler wenigstens zwei verschiedene Möglichkeiten für p und q a n g e b e n konnten. Das Ergebnis der Versuchsklassen unterscheidet sich zu wenig von dem der Kontrollklassen, um von einer echten Überlegenheit sprechen zu können.

(3) Das Lösen von Sachaufgaben, die durch einen Text gegeben sind, erfordert in der Regel zunächst das Finden eines m a t h e m a t i s c h e n A n s a t z e s, womit erste elementare Formen m a t h e m a t i s c h e r M o d e l l b i l d u n g verbunden sind. Im Laufe des Schulversuchs wurden den Schülern u.a. folgende Sachaufgaben gestellt:

- IV. Ein 8,5 m hoher Mast wird durch 3 Seile gesichert. Jedes Seil wird 4,5 m vom unteren Mastende entfernt in der Erde verankert und in 5,3 m Höhe am Mast befestigt. Wie lang ist ein solches Seil mindestens?
- V. Im Jahr 1980 wurden 435 Mrd. m^3 Erdgas gefördert, im Jahr 1985 sollen es 640 Mrd. m^3 sein. Um wieviel Prozent soll die Fördermenge steigen?
- VI. Ein Wasserbehälter mit 182 Liter Fassungsvermögen kann durch 2 Leitungen gefüllt werden. Wird die erste 3 Minuten und die zweite 1 Minute geöffnet, so sind 50 Liter eingeflossen.

Wenn die erste Leitung 1 Minute und die zweite 2 Minuten geöffnet ist, so fließen 40 Liter ein. Wieviel Liter können durch jede der beiden Leitungen jeweils in 1 Minute einfließen?

(Die Aufgabe IV wurde in Klasse 8 gestellt, die Aufgaben V und VI in Klasse 10.)

Die folgende Tabelle gibt an, wieviel Prozent der Schüler der Versuchsklassen (V) bzw. der Kontrollklassen (K) zu diesen Aufgaben einen richtigen Ansatz gefunden haben.

	IV	V	VI
V	62 %	86 %	89 %
K	43 %	86 %	92 %

Man erkennt, daß kein genereller Leistungsunterschied zwischen Versuchs- und Kontrollklassen vorliegt.

(4) Wenn zu den Aufgaben IV bis VI ein mathematischer Ansatz gefunden ist, erfordert die weitere Lösung im wesentlichen nur noch die Anwendung bekannter algorithmischer Verfahren. Um zu erkennen, wie gut diese von den Schülern beherrscht werden, kann man fragen:

Wieviel Schüler mit richtigem Ansatz erreichten ein richtiges Endergebnis?

Die folgenden Tabellen geben darauf eine Antwort:

Aufgabe IV richtiger richtiges
Ansatz (A) Ergebnis (E) E in Prozent von A

V	62 %	59 %	95 %
K	43 %	39 %	89 %

Aufgabe V A E E von A

V	86 %	61 %	71 %
K	86 %	59 %	68 %

Aufgabe VI	A	E	E von A
V	89 %	60 %	68 %
K	92 %	65 %	71 %

Wie man sieht, ist zwischen Versuchs- und Kontrollklassen kein nennenswerter Unterschied vorhanden.

Betrachtet man a l l e Aufgaben, die in Kontrollarbeiten der Klassenstufen 7 bis 10 gestellt worden sind, da kann man feststellen:

Die Schüler der Versuchsklassen beherrschten die mathematischen Begriffe, Sätze und Verfahren etwa im gleichen Maße wie die Schüler der Kontrollklassen. Bei manchen Anforderungen deutete sich zwar eine leichte Überlegenheit der Versuchsklassen an, die aber nicht zwingend verifiziert werden konnte. Mit anderen Worten: die Versuchsklassen erreichten kein merklich höheres Niveau ihrer mathematischen Bildung als die Kontrollklassen.

Diese Feststellung spricht natürlich nicht gegen die Verwendung von Taschenrechnern. Sie macht aber deutlich, daß der durch den Taschenrechner erreichbare Z e i t g e w i n n allein n i c h t h i n r e i c h e n d dafür ist, eine höhere mathematische Bildung der Schüler zu erzielen. Entscheidend dürfte sein, wie diese Zeit genutzt wird, wie der Unterrichtsprozeß methodisch gestaltet wird. Mit der neuen Lehrbuchserie, die gegenwärtig eingeführt wird, sollen in dieser Hinsicht Fortschritte erreicht werden, vor allem durch eine stärkere Aktivierung der Schüler in a l l e n Phasen des Unterrichtsprozesses.