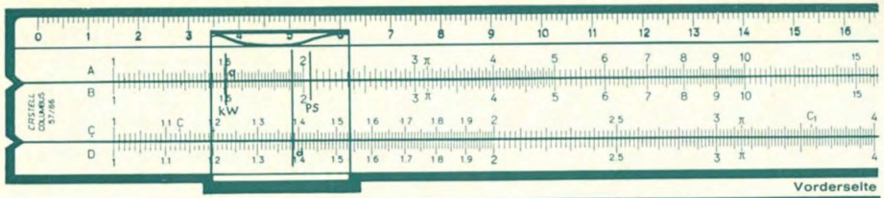
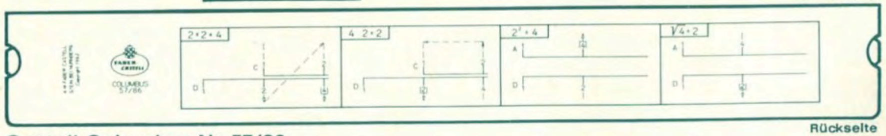
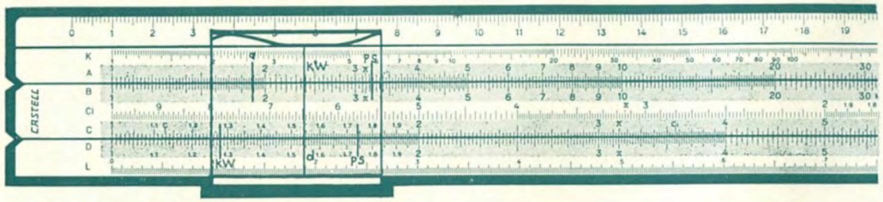


Vorderseite



Rückseite

Castell-Columbus Nr. 57/86



Castell-Schul-Rietz Nr. 57/87

Für das Stabrechnen in der Volksschule, für das letzte Schuljahr

wurde neu geschaffen der

Castell-Columbus Nr. 57/86

Der Castell-Columbus ist ein preiswertes, seinen Zweck voll und ganz erfüllendes Modell.

- mit den Grundskalen A – B – C – D.
- zum Multiplizieren, Dividieren, Quadrieren, Quadratwurzelziehen und Tabellenbilden – so wie es der Lehrplan vorsieht.
- mit klarem Skalenbild.
- mit Schrägkante mit cm-Leiste als Lineal und Maßstab.
- ein widerstandsfähiger Stabkörper aus einem Guß, auf dessen Rückseite das Einstellschema der wichtigsten Rechenarten durch Bilder erklärt ist.

Außerdem für das letzte Volksschuljahr und für die Berufsausbildung:

Castell-Schul-Rietz Nr. 57/87

Der Skalenbereich dieses Rechenstabes ist bereits auf die Erfordernisse der späteren Berufsausbildung zugeschnitten. Über die Eigenschaften des „Columbus" hinaus verfügt er über

die wichtigsten trigonometrischen Skalen,
die Kubenskala und eine Mantissenskala.
Die Hauptskalen sind grün eingefärbt.

Bei beiden Stäben liegt eine „Rechenstabfibel" mit vergrößertem Übungs-Schaubild und optischen Beispielen. Sie dient als Lehrheft und Gebrauchsanleitung.

. . . prinzipiell . . .
FABER-CASTELL

A. W. FABER-CASTELL · STEIN BEI NÜRNBERG

FABER-CASTELL

S

1964

Sonderausgabe für Volks-, Mittel- und Berufsschulen

Rechenstab-Brief

Berichte und Anregungen für das Stabrechnen

Aus dem Inhalt

FABER-CASTELL

Verantwortliche Schriftleitung:

Dr. Peter Pirchan
Ing. Harald Bachmann

Hinweis:

Der Castell-Rechenstab-Brief wird kostenlos an Interessenten verschickt
Weitere Druckschriften können angefordert werden.

Erfahrungen mit dem Rechenstab in einem 9. Schuljahr der Volksschule

von K. H. Beuermann

Die Einführung des Rechenstabes im Rechenunterricht des 9. Schuljahres wird zwar in den Richtlinien für das Land Niedersachsen gefordert, aber immer wieder begegnet man Stellungnahmen, aus denen hervorgeht, daß diese Forderung für überflüssig gehalten wird. Das Hauptargument lautet: Wann brauchen unsere Kinder, nachdem sie die Volksschule verlassen haben, in ihrem beruflichen Leben den Rechenstab? Auf den ersten Blick scheint dieser Einwand recht gewichtig zu sein; denn abgesehen von einzelnen, die sich später in Fachschulen beruflich weiterbilden, wird der Rechenstab im beruflichen oder täglichen Leben der ehemaligen Volksschüler kaum zur Benutzung kommen. Können nun auf Grund der Erfahrungen, die seit der Einführung des Rechenstabes im 9. Schuljahr gesammelt wurden, Gesichtspunkte geltend gemacht werden, die diese Einführung trotzdem rechtfertigen?

Seit vier Jahren wird der Rechenstab im 9. Schuljahr unserer Schule benutzt. Auch ohne die Kenntnis der Logarithmen können die Schüler das Prinzip des Stabes erkennen, denn durch den Umgang mit Potenzreihen läßt sich recht gut die Rückführung der Multiplikation (Division) auf die Addition (Subtraktion) von Exponenten aufzeigen. Selbstgebastelte Modelle aus jeweils zwei Pappstreifen, auf denen z. B. die Zweierpotenzen im gleichen Abstand aufgetragen sind, bieten ein gutes Veranschaulichungsmittel und sind praktisch schon ein einfacher Rechenstab (siehe dazu auch einschlägige Rechenbücher für das 9. Schuljahr).

Die Einführung des Stabes erfolgt bei uns gleich nach Ostern. Dieser frühe Zeitpunkt ist deshalb notwendig, um den Schülern nach dem ersten Vertrautwerden immer wieder die Möglichkeit geben zu können, durch häufigen und regelmäßigen Umgang sicher in der Handhabung zu werden. Eine Steigerung des Rechentempos bleibt dann nicht aus. Und hier wird ein wichtiger Gesichtspunkt deutlich, der für die Benutzung des Rechenstabes auch auf der Volksschule spricht: Der Stab ermöglicht uns ein schnelleres und rationelleres Vorgehen im Rechenunterricht. Durch teilweisen Verzicht auf die schriftlichen Rechenverfahren (Multiplikation und Division), die im 9. Schuljahr durchweg sicher beherrscht und mehr oder weniger mechanisch ausgeführt werden, können wir Zeit gewinnen. Dadurch wird es uns möglich, den Schwerpunkt noch mehr auf die gedankliche Durchdringung und Erfassung einer Aufgabe zu legen, das „mathematische Erkennen" und das logisch-abstrakte Denken zu fördern und elegante Lösungswege zu suchen. Die eigentliche Ausrechnung des Ergebnisses setzt dann nur noch den Schlußpunkt.

Der Stoffplan für das Rechnen im 9. Schuljahr sieht zum großen Teil einen wiederholenden und zusammenfassenden Überblick über die verschiedenen Rechenverfahren vor. Der Einsatz des Rechenstabes läßt diese Wiederholung unter einem ganz neuen Aspekt erscheinen, und vor allem die guten Rechner kommen nicht mehr in die Gefahr, durch „langweiliges Wiederkäuen" das Interesse zu verlieren.

Auch das Überschlagsrechnen (als Kopfrechnen) nimmt im Rechenunterricht einen wichtigen Platz ein. Es wird in Verbindung mit dem Stabrechnen ständig geübt, und die Schüler werden in verstärktem Maße mit ihm vertraut. In den Richtlinien heißt es ganz richtig, daß oftmals im Leben die ungefähre Angabe des Ergebnisses genügt.

Falsch wäre es, die Anwendung des Stabes lediglich auf den Rechenunterricht zu beschränken. Auch in der Raumlehre kann er bei der Berechnung von Flächen und Körpern gute Dienste leisten, so daß dem „Durchdenken räumlicher Beziehungen" mehr Platz gegeben werden kann. Bei der Auswertung und Berechnung der Meßergebnisse im Physik- und Chemieunterricht ist der Rechenstab wieder eine große Hilfe. Überhaupt sollte den Schülern dort, wo sich die Möglichkeit bietet, den Stab einzusetzen, auch dazu die Gelegenheit gegeben werden. In den meisten Fällen ist die Rechenstabgenauigkeit für die zu erwartenden Ergebnisse ausreichend. Diese permanente Übung kommt dem Rechenunterricht wieder zugute.

Es kann gewiß recht aufschlußreich und interessant sein, auch Schüleräußerungen zum Rechenstab Beachtung zu schenken. Wie auf Grund der Erfahrungen aus dem Rechenunterricht nicht anders zu erwarten war, brachten bei einer schriftlichen Umfrage alle Schüler unseres 9. Schuljahres deutlich zum Ausdruck, daß sie gern mit dem Stab arbeiten. Dabei wurde deutlich, daß viele durch das manuelle Tun wieder zu einer größeren Aufgeschlossenheit dem Rechnen gegenüber gelangten. Das zeigte sich in Äußerungen wie „das Rechnen macht mir jetzt wieder sehr viel Spaß" oder „jetzt brauchen wir doch nicht immer das langweilige schriftliche Rechnen durchzuführen". Der Gesichtspunkt der Zeitökonomie wurde von fast allen hervorgehoben. Als nachteilig kam die Schwierigkeit des Einstellens und Ablesens in bestimmten Zahlenbereichen zur Sprache. Es ist nun jeweils die Aufgabe des Lehrers, hier durch geeignete Übungen und die Bereitstellung von Hilfsmitteln (Ableseschema der Stabeinteilung) die Schüler zu sicherer Handhabung zu führen. Aus den Äußerungen einiger ausgesprochen guter Rechner klang die Enttäuschung durch, daß man vor allem Ergebnisse mit längerer Ziffernfolge nicht exakt bestimmen kann. Der Lehrer muß den Schülern hier über eine gewisse Diskrepanz hinweghelfen, denn das Prinzip im Rechenunterricht ist ja die unbedingte Genauigkeit. Sie müssen zu der Einsicht gelangen, daß es in vielen Fällen sinnvoll und ausreichend ist, mit Näherungswerten zu arbeiten, und daß die gewonnenen Vorteile größer sind als dieser gewiß vorliegende Nachteil. Natürlich geht unser Ehrgeiz dahin, so dicht wie möglich an das genaue Ergebnis heranzukommen, das uns im Lösungsbuch oder durch die schriftliche Rechnung eines Schülers zur Verfügung steht. Es bietet sich eben an dieser Stelle auch eine gute Möglichkeit, die kritische Einstellung bei den Schülern zu wecken, nämlich darüber zu entscheiden, wann eine schriftliche Rechnung nötig ist. Denn so sehr das Stabrechnen auch im Mittelpunkt bei uns steht, so hat auch das schriftliche Rechnen immer noch seinen Platz.

Die Praxis hat gezeigt, daß der Einsatz des Rechenstabes keine zusätzliche Belastung der Schüler mit sich gebracht hat, sondern daß er für den Rechenunterricht eine große Hilfe und wertvolle Bereicherung darstellt. Demgegenüber verlieren die Zweifel an dem Nutzen des Stabrechnens im Hinblick auf den späteren, nachschulischen Gebrauch an Bedeutung.

Das Stabrechnen in der Volksschule

von Gudrun Bachmann

Da den Volksschülern sowohl die Kenntnisse der Logarithmen als auch der arithmetischen und geometrischen Reihen fehlen, kommt für das Erlernen des Stabrechnens in der Volksschule nur eine Methode in Frage, die den Schülern den technischen Vorgang so bildlich wie möglich darstellt.

Ganz allgemein gesehen, werden technische Vorgänge am besten dann von Schülern aufgenommen, wenn ihnen durch intensive Beschäftigung mit dem Aufbau technischer Geräte, also eigenhändige Anfertigung, die Grundlagen nähergebracht werden. Hierdurch wird auch der Forderung der Volksschule nach Selbständigkeit der Schüler entsprochen. Diese Methode läßt sich im Rechenstab-Unterricht sehr gut anwenden, insbesondere dann, wenn in der allgemein üblichen Art vom Additionsrechenstab ausgegangen und zum Multiplikationsrechenstab übergeleitet wird.

Die beim Erlernen des Stabrechnens auftretenden Schwierigkeiten, das Aneinanderreihen und Abziehen von Skalenstrecken, sowie das den Schülern oft ungewohnte Ablesen der Skalen, werden durch die selbsttätige Entwicklung der Skalenteilungen auf mehr oder weniger „spielerische" Art überwunden.

Der Additions-Rechenstab

Wir fertigen einen Additions-Rechenstab in der Form an, daß wir zwei Kartonstreifen von je 52 cm Länge gemäß Abb. 1 mit den Längskanten aneinanderlegen und an den beieinanderliegenden Kanten eine Doppelskala in der Art abtragen, daß die großen Intervalle von 0 bis 10 je 5 cm betragen und entsprechend beziffert werden. Diese Intervalle werden nun in 10 kleinere Intervalle von 5 mm Länge unterteilt, wobei jeweils der fünfte Teilstrich etwas länger gezogen wird. Der Skalenanfang wird oberhalb bzw. unterhalb der 0 mit einem A und das Skalenende entsprechend mit einem E gekennzeichnet.

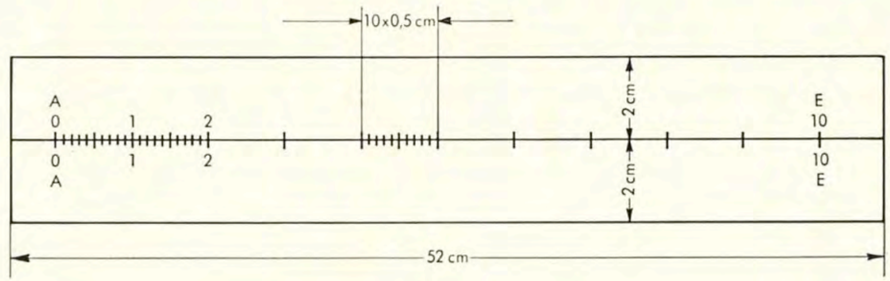


Abb. 1

Stellt man nun den Anfang A des oberen Streifens über den Teilstrich 3 des unteren Streifens, so kann man bei Ziffer 5 des oberen Streifens auf der Skala des unteren Streifens das Ergebnis der Addition 3 + 5 = 8 ablesen (Abb. 2). Mit der gleichen Einstellung kann man weitere Additionsaufgaben z. B. 3 + 6 = 9; 3 + 7 = 10; 3 + 2,6 = 5,6 usw. lösen.

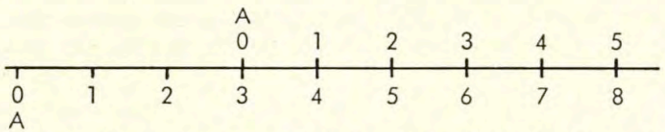


Abb. 2

Die Bezeichnung der bezifferten Teilstriche kann aber auch 10, 20, 30 ... oder 100, 200, 300 ... usw. lauten, wodurch dann auch Additionen im Zehner- und Hunderterbereich wie z. B. 30 + 25 = 55; 22 + 26 = 48 usw. gerechnet werden können.

Dadurch wird der Schüler schon daran gewöhnt, daß Einstellen und Ablesen ohne Wertigkeit, also als Ziffernfolge, vorzunehmen, ein Vorgang, der sich später dann als sehr nützlich erweisen wird. Auch sollten Rechnungen, die ein Abschätzen innerhalb der kleinsten Intervalle erfordern, z. B. 25,5 + 26,3 als Übungen verlangt werden.

Nachdem dem Schüler klargeworden ist, daß ein Aneinanderreihen zweier Skalenstrecken eine Addition ergibt und er das Lesen der Skalen unter Beachtung der Zahlenwertigkeit voll erkannt hat, kann auf das Abziehen der Skalenstrecken, also auf die Subtraktion eingegangen werden, wobei eine ähnliche Vielfalt von Beispielen praktisch zu üben sind.

Der Multiplikations-Rechenstab

Das Aneinanderreihen und Abtragen von Skalenstrecken ist dem Schüler durch die Anwendung des Additions-Rechenstabes so einleuchtend dargebracht worden, daß in ihm das Verlangen nach einem Rechengerät erweckt wird, mit dem man auf ähnliche Art auch Multiplikationen und Divisionen durchführen kann.

Die einfache Überlegung, daß die Addition 2 + 2 = 4 bei der Streckenaddition auch der Multiplikation 2 × 2 = 4 entsprechen muß, führt ihn bereits zur Grundlage der Multiplikations-Skala.

Wenn sich der Schüler nun einen Multiplikations-Rechenstab anfertigen will, wird er vorerst einmal den Abstand Skalenanfang A bis zur 2 (10 cm) zweimal auftragen und diesen neu gewonnenen Teilstrich mit 4 beziffern. Da 4 × 2 = 8 ist, muß ein weiteres Antragen des Abstandes von 10 cm zum Teilstrich 8 führen. Der Skalenanfang bleibt hierbei zunächst unbeziffert und wird mit dem Buchstaben A bezeichnet. (Abb. 3)

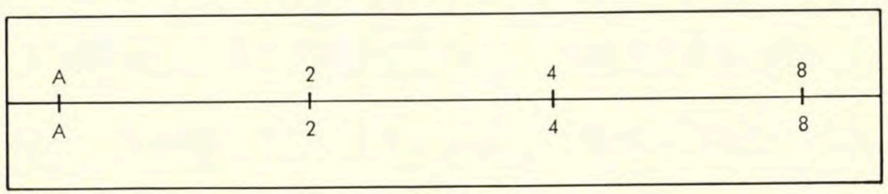


Abb. 3

Aus dem Bild dieser Skala mit den Punkten A, 2, 4, 8 ist bereits ersichtlich, daß die Skalenintervalle nach rechts hin immer kleiner werden, denn zwischen 2 und 4 liegt der Skalenstrich 3 und zwischen 4 und 8 müssen die Skalenstriche 5, 6 und 7 liegen.

Um den Endpunkt 10 der Skala zu ermitteln, ist der Schüler gezwungen zu schätzen. Als Hilfe hierzu dient ihm die bereits erwähnte Beobachtung, daß die Skalenstriche nach rechts hin immer etwas enger werden. Zwischen die bereits gefundene Ziffer 8 und die gesuchte Ziffer 10 fällt nur ein Teilstrich, nämlich 9. Der Abstand von 8 nach 10 muß also kleiner sein als die Hälfte des Abstandes der Ziffern 4 und 8. Zur Lenkung der Schüler durch den Lehrer sei der logarithmisch ermittelte Abstand von 32,2 mm angegeben. Über den so gewonnenen Teilstrich 10 schreiben wir den Buchstaben E (= Ende).

Nun stellen wir A über den Teilstrich 2 der unteren Skala und müssen dann bei dem Teilstrich 10 (der unteren Skala) den Teilstrich 5 (auf der oberen Skala) erhalten, da 2 × 5 = 10 ist.

Der Teilstrich 3 wird (nach ähnlichem Vorgehen wie bei der Erarbeitung des Teilstriches 10) 58,5 mm rechts vom Teilstrich 2 eingetragen. Mit 2 × 3 = 6 und 3 × 3 = 9 erhalten wir die Teilstriche 6 und 9. Der uns noch fehlende Teilstrich 7 wird 22,2 mm rechts von Ziffer 6 gezeichnet.

Damit haben wir die 10 Hauptintervalle der Multiplikations-Skala erarbeitet. Nun stellen wir A über 2 und sehen, daß unter der 2 die 4, unter der 3 die 6, unter der 4 die 8 und unter der 5 die 10 steht; es sind somit die Multiplikationen mit 2 eingestellt, und zwar 2 × 2 = 4; 2 × 3 = 6; 2 × 4 = 8 und 2 × 5 = 10. Da 1 × 2 = 2 ist, muß der Anfang der Skala, also der erste Teilstrich mit 1 bezeichnet werden. (Abb. 4)

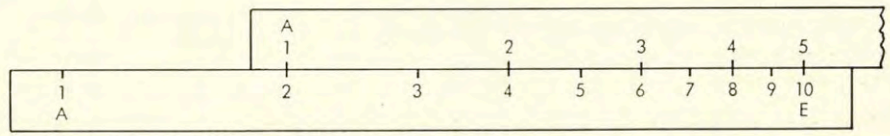


Abb. 4

Mit 2 × 1,5 = 3; 2 × 2,5 = 5; 2 × 3,5 = 7 und 2 × 4,5 = 9 finden wir die Teilstriche 1,5; 2,5; 3,5 und 4,5.

Nun müssen wir die Hauptintervalle 1 bis 2 entsprechend unterteilen, was teilweise mit Hilfe der Rechnungen 1,5 × 5 = 8; 1,8 × 5 = 9; 1,4 × 5 = 7; 1,2 × 5 = 6 geschehen kann.

Die übrigen Teilstriche tragen wir folgendermaßen an:

1,1 (13,8 mm rechts von 1)
1,3 (37,9 mm rechts von 1)
1,7 (76,6 mm rechts von 1)
1,9 (92,6 mm rechts von 1)

Mit $1{,}1 \times 5 = 5{,}5$; $1{,}3 \times 5 = 6{,}5$; $1{,}5 \times 5 = 7{,}5$; $1{,}7 \times 5 = 8{,}5$ und $1{,}9 \times 5 = 9{,}5$ können wir dann die Teilstriche 5,5; 6,5; 7,5; 8,5 und 9,5 finden. Die Teilstriche 2,2; 2,4; 2,6; 2,8 gewinnen wir aus $2 \times 1{,}1$; $2 = 1{,}2$ usw.

Die Feinteilung der übrigen Hauptintervalle wird am einfachsten nach Abschätzung vorgenommen, wobei der Schüler wiederum darauf achten muß, daß die Feinintervalle nach rechts hin immer etwas kleiner werden.

Durch das selbständige Entwickeln der Skalenteilung hat der Schüler einen genauen Überblick über die Eigenheiten der Skala für den Multiplikationsstab erhalten und gleichzeitig das Multiplizieren und Dividieren gelernt.

Es ist nur noch darauf hinzuweisen, daß auch das Skalenende des Stabes zur Einstellung bei der Multiplikation bzw. Durchführung bei der Division verwendet werden kann. Aus der Überlegung, daß man sich die Skala rechts und links verlängert denken kann, ist die Begründung für diesen Vorgang leicht verständlich zu erbringen.

Nachdem man nun noch die Proportion durch einige Beispiele wie etwa 2 : 1,5; 4 : 3; 6 : 4,5; 8 : 6 als die „goldene Regel des Stabrechnens" praktisch eingeübt hat, kann auf den Schulrechenstab Columbus übergegangen werden, wobei die weitere Unterteilung etwas ausführlicher zu besprechen ist. Zur Verdeutlichung können Ableseübungen am Schaubild der dem Rechenstab beiliegenden Fibel dienen.

Wenn man dem Schüler nun noch den wichtigsten Hinweis für das Einstellen und Ablesen der Skalen mitgibt, nämlich, daß man immer einen Bereich der Skala übersehen muß und nicht an einzelnen Teilstrichen hängenbleiben darf, werden kaum Schwierigkeiten im Stabrechnen zu erwarten sein. Dabei sollen die besonders komplizierten Einstellungen wie z. B. 1045, 1005, 208, 304 usw. sehr oft geübt werden.

Bei der Einstellung 1045 muß sich der Schüler erst darüber klar sein, daß 1045 auf der Rechenstab-Skala zwischen 1 und 11 liegt, dann sucht er den Wert 105 auf und findet, daß 1045 ein halbes Intervall vor 105 liegen muß.

Es ist zweckmäßig, vor jeder Unterrichtsstunde im Stabrechnen die wichtigsten Regeln zu wiederholen:

1. Beim Einstellen und Ablesen immer einen größeren Skalenbereich betrachten; sorgfältig vorgehen.
2. Die Multiplikation wird durch Skalenaddition erreicht, also Ziffer oder 10 über den ersten Faktor gestellt und beim zweiten Faktor abgelesen.
3. Die Division wird durch Streckensubtraktion erreicht, also der Divisor über Dividend gestellt und bei Ziffer 1 oder 10 abgelesen.
4. Durch Einstellung der Multiplikation erhalte ich eine Tabelle für alle möglichen Multiplikationen mit dem eingestellten Faktor.
5. Durch Einstellung der Division erhalte ich eine Proportionstabelle, also alle möglichen Proportionen, die der eingestellten Division proportional sind.
6. Da beim Einstellen nur die Zahlenfolge berücksichtigt wird, muß nach jeder Rechnung das Komma (der Stellenwert) durch eine Überschlagsrechnung ermittelt werden. Die Überschlagsrechnung ist gleichzeitig eine Kontrolle für die Richtigkeit der Rechnung.

Wenn der Schüler das Rechnen mit der C- und D-Skala beherrscht, wird es vorteilhaft für ihn sein, auf die oberen Skalen (A, B) überzugehen, da bei der Benützung dieser Skalen das Durchschieben der Zunge um eine Dekade vermieden wird. Diese Skalen bringen deshalb wesentliche Vorteile bei der Tabellenbildung und der Prozentrechnung. Außerdem wird der Schüler dabei an eine etwas andere Unterteilung der Intervalle gewöhnt und das sichere Überblicken der Skalenbereiche beim Einstellen und Ablesen gefördert.

Der Schulstab Columbus entspricht den Anforderungen der Volksschule (8. und 9. Klasse), da er alle im Lehrplan enthaltenen Rechenverfahren ermöglicht. Durch die Kombination der Haupt- und Quadratskalen kann der Schüler auch Aufgaben aus der Geometrie und Raumlehre (Flächen- und Prismenberechnungen) lösen. (Beispiele dafür bietet die Rechenstabfibel des Schulstabes Columbus 57/86).

Erfahrungen mit dem Rechenstab in Gewerblichen Berufsschulen

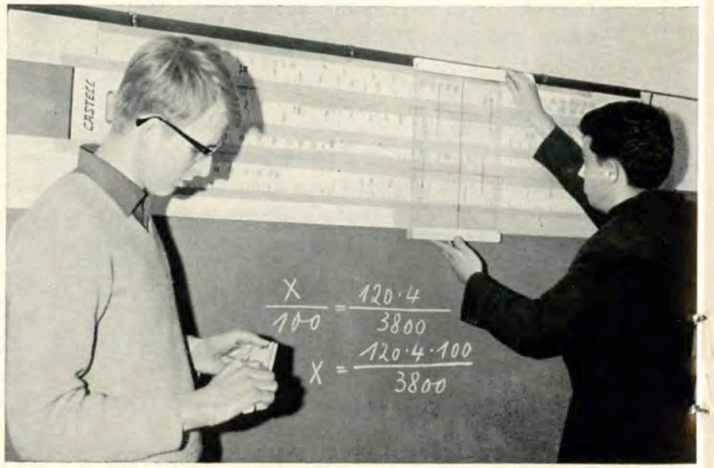
von Edwin Meyer, Hannover

Mit dem Fortschritt und der Weiterentwicklung der Technik haben alle mit ihr in Beziehung stehenden gewerblichen Berufe ständig eine entsprechende Erweiterung und Vertiefung ihrer theoretischen Grundlagen erfahren.

Somit mußte auch die theoretische Ausbildung der gewerblichen Lehrlinge den gestiegenen Anforderungen angepaßt werden, im besonderen in einigen technischen Berufen, woraus der Berufsschule die Aufgabe erwächst, für eine Ausweitung des rechnerischen Durchdringens der Berufsgrundlagen zu sorgen.

Die dabei in den verschiedenen Berufen verwendeten Formeln und Gleichungen machen zum großen Teil eine Produkt- und Quotientbildung erforderlich. Da die Anforderungen nicht nur qualitativ, sondern auch quantitativ gestiegen sind, müssen zusätzlich Mittel zur Bewältigung der Fülle der Aufgaben herangezogen werden. Hier bietet sich aus vielen Gründen die Verwendung des Rechenstabes in der Berufsschule an, wenn er in der richtigen Weise dem Verständnis des Schülers nahe gebracht wird. Eine wichtige Voraussetzung ist eine gewisse Reife des in der Ausbildung Stehenden, was man aber bei dem fortgeschrittenen Alter des Berufsschülers erwarten darf. Es hat sich dann als zweckmäßig erwiesen, den Rechenstab mindestens zu Beginn der zweiten Hälfte des ersten Berufsschuljahres einzuführen.

Durch die vielfältigen Beziehungen der beruflichen Ausbildung zum Rechnen, hat im besonderen die Berufsschule dabei die Gelegenheit, dem Schüler bei der Loslösung von der Vorstellung behilflich zu sein, die Zahl sei nur ein Glied des Zehnersystems. Durch das Aufstellen von Diagrammen und später Funktionen lernt der Berufsschüler die Möglichkeit kennen, Zahlen durch andere Größen darzustellen. Damit ist eine Verbindung zur Skala des Rechenstabes und ein leichteres Verständnis für die ungleiche Einteilung derselben gegeben. Langjährige Erfahrung hat gezeigt, daß dann für den Gebrauch des Rechenstabes Kenntnisse des Rechnens mit Logarithmen nicht erforderlich sind.

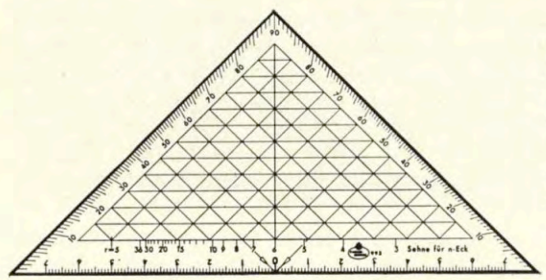


Anfänglich macht die ungleiche Skaleneinteilung dem Schüler häufig große Schwierigkeiten, wodurch sich leicht Fehler in die Rechnung einschleichen. Darum empfiehlt sich vor der eigentlichen Arbeit mit dem Rechenstab durch häufiges Üben die völlige Beherrschung der Skalenwerte zu erreichen.

Es muß auch festgestellt werden, daß der Gebrauch des Rechenstabes eine erfreuliche Blickweitung im technischen Hergang des Rechnens bringt, indem z. B. bei ihm mehrstellige Dezimalzahlen ohne Komma in den Rechenvorgang eingegeben werden, wobei der Schüler während des Einstellens genau auf die Abstände der Teilung und die Wertigkeit der Zahl achten muß. Durch Überschlagsrechnung, wobei auch das Kopfrechnen wieder zur Geltung kommt, wird die Kommastelle ermittelt und durch Überprüfen des Ergebnisses des Rechenstabes das schriftliche Rechnen geübt. So kann der Rechenstab wertvolle Dienste leisten, wie die gemachte Erfahrung bestätigt, trotzdem sollte er nur so eingesetzt werden, daß er dem Schüler gegebenenfalls die Ausrechnung des Ergebnisses erleichtert, ihm aber die Denkarbeit nicht abnimmt. Die jahrelange Arbeit in der Berufsschule führte zu der Erkenntnis, daß der Rechenstab für den Berufsschüler klar und übersichtlich und damit einfach im Aufbau sein muß. Denn gerade davon hängt ab, wieviel Mühe es Schüler und Lehrer kosten wird, dem Lernenden die Vorteile des Rechenstabes zu vermitteln. Nicht zuletzt fällt damit auch die Entscheidung für oder gegen den Rechenstab.

Diese Forderungen nach Klarheit und Einfachheit erfüllt besonders der Rechenstab Faber-Castell 57/87, der sich großer Beliebtheit erfreut und deshalb eine weite Verbreitung in der Berufsschule gefunden hat.

Es wird immer wieder festgestellt, daß mit nur wenigen Ausnahmen die Schüler während des Unterrichts gern zum Rechenstab greifen und dieses Hilfsmittel meist auch nach der Berufsschulzeit benutzen. Für diese Beliebtheit spricht die häufig gemachte Beobachtung, daß ehemalige Berufsschüler, wenn sie nach Jahren zu Fortbildungs- oder Meisterkursen erscheinen, neben Fachbüchern und Schreibzeug auch den Rechenstab auf den Tisch legen.



Der Rechenstab im Unterricht der Mittel- und Realschulen

von P. F. Exner

Berufsleben und Schule bemühen sich in unserer Zeit immer mehr, zeitraubende und sich wiederholende Vorgänge durch entsprechende Geräte zu vereinfachen. Als brauchbare Hilfsmittel für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht bieten sich Rechenstab und Rechenmaschine an. Mit diesen Geräten kann die Mittel- und Realschule nach einer gründlichen mündlichen und schriftlichen Übung an den vier Grundrechnungsarten in der 5. und 6. Klasse ihren Bildungsauftrag besser als bisher erfüllen. Die grundlegende Bildung der Mittel- und Realschule richtet sich nach Berufsbereichen aus, die einen erhöhten technologisch-pragmatischen Sachverstand und eine vermehrte Verantwortung erfordern, ohne jedoch einer Berufsbildung vorzugreifen. Den Fächern Mathematik, Physik und Chemie kommt eine die Schule charakterisierende Bedeutung zu. Mit den Rechengeräten gewinnt der Lehrer in der Mathematik und in den Naturwissenschaften mehr Zeit für eine einsichtige Entwicklung mathematischer und naturwissenschaftlicher Gedanken, kann das Beobachten, das folgerichtige Denken und die geistige Selbsttätigkeit stärker pflegen und die Anwendung der gewonnenen Erkenntnisse auf das praktische Leben wirklichkeitsnäher gestalten. Die Aufgaben können dem Leben entnommen werden und müssen nicht auf glatte Lösungen frisiert werden. Rechengeräte kommen schließlich der technischen Neigung unserer heutigen Schüler entgegen, vermindern die Abneigung gegen numerisches Rechnen und beleben den Unterricht. Der Schüler lernt noch einmal den Zusammenhang der Rechnungsarten zu überblicken, und erhält, ohne sonderlich belastet zu werden, viele Möglichkeiten, durch eigenes Tun zweckmäßige und sichere Rechnungswege zu ersinnen.

Wenn man die beiden Rechengeräte Rechenstab und Rechenmaschine gegeneinander abwägt, kommt man zu folgendem Ergebnis. Der Rechenstab — ein seit Jahren bewährter Stab ist der Rechenstab von Faber-Castell 57/87 — ist wegen seines niedrigen unter 10,— DM liegenden Preises eine einmalige Anschaffung des Schülers für Schule und Beruf. Durch den eigenen Besitz wird der Schüler mit dem Stab so vertraut, daß die Handhabung selbstverständlich werden dürfte. Diesem Vorteil steht seine beschränkte Genauigkeit gegenüber. An dem obigen Rechenstab von 25 cm Länge kann man im Schulbetrieb auf den Teilungen C und D am Anfang noch die Zahl 1001 $\pm$ 1 und am Ende 999 $\pm$ 1 ablesen lassen. Der relative Fehler beträgt dann $100/1001\,\% \approx 100/999\,\%$ $\approx 0{,}1\,\%$. Durch mehrere Einstellungen und Interpolationen am Stab erhöht sich der relative Fehler auf ca. 0,25 %. Beispielsweise liegt das Ergebnis 600 dann in den Fehlergrenzen $600 \pm 600/400 = 600 \pm 1{,}5$. Dieser scheinbare Nachteil ist bei praktischen Aufgaben sehr vorteilhaft, da man im allgemeinen mit einer Genauigkeit von drei Wertziffern auskommt.

Wenn bei einer Mischungsaufgabe aus der Wärmelehre die Anfangstemperaturen zweier Wassermengen 16,2° C und 52,4° C — eine genauere Ablesung ist bei gewöhnlichen Thermometern nicht möglich — betragen, darf im Ergebnis die Mischungstemperatur auch nicht genauer als auf 0,1° C angegeben werden. Zu große Stellenangaben in praktischen Aufgaben sind beim Schüler nur Zeichen mangelnder Kritik.

Die Rechengeräte sollen grundsätzlich das schriftliche Rechnen nicht vollständig ersetzen, sondern nur ergänzen und bereichern. Der Anteil der Geräte an der Ausrechnung von Aufgaben wird jedoch mit steigender Klasse zunehmen. Die Rechenmaschine ist nur dann mit dem Stab vergleichbar, wenn sie das Rechnen mit den vier Grundrechnungen, das Potenzieren und Radizieren ermöglicht, dabei Taschenformat hat, Handbetrieb aufweist und fast geräuschlos arbeitet. Bereits bei einer 9stelligen Ziffernzahl im Ergebnis erzielen wir eine wesentlich größere Genauigkeit als beim Rechenstab. Wegen der leichteren Handhabung ließe sich eine solche Maschine bereits in der 6. Klasse benützen, der Rechenstab kann nach meinen Erfahrungen dagegen erst in der 8. Klasse eingeführt werden. Die Rechenmaschine ließe sich für reine Zahlenaufgaben, Aufgaben aus der Prozent- und Zinsrechnung sowie für Gleichungen einsetzen, bei denen das Ergebnis mehr als drei Wertziffern aufweisen soll. Die Maschine kann jedoch niemals wie der Rechenstab persönlicher Besitz des Schülers werden, da sie viel zu teuer ist. Es wäre aber wünschenswert, unsere Schüler neben dem selbstverständlichen Gebrauch des Rechenstabes auch in der Benutzung der Rechenmaschine zu unterweisen, wenn die Schulverwaltungen entsprechende Maschinensätze (ca. 20 Stück für jede Schule) zur Verfügung stellten.

Rechenstab und Rechenmaschine schließen sich nicht gegenseitig aus, sondern ergänzen sich. Liefert die Maschine in den vier Grundrechnungen größere Genauigkeit, so ist der Rechenstab bei geringerer, für die Praxis ausreichender Genauigkeit vielseitiger. Man kann mit ihm zwar keine Additionen und Subtraktionen ausführen, bereits der Schulstab Faber-Castell 57/87 gestattet aber die Bestimmung von Winkelfunktionen und Logarithmen, die bequeme Ermittlung der Kreisfläche und die Leistungsumwandlung von PS in kW. Der cm-Maßstab ersetzt ein Lineal. Beide Rechengeräte erziehen den Schüler, bereits sehr früh auf die Struktur der Aufgaben zu sehen und sich nicht durch die zufälligen Zahlenangaben verwirren zu lassen.

Beim Unterricht mit dem Rechenstab haben sich folgende Erfahrungen ergeben.
Die Einführung des Rechenstabes in der 10. Klasse im Anschluß an die Logarithmen ist verspätet, da der Schüler bis zum Ende der 10. Klasse keine ausreichende Sicherheit

mehr erlangt. Der Beginn mit dem Rechenstabrechnen in der 8. Klasse ist nach meinen Erfahrungen der geeignetste Zeitpunkt. Der Schüler ist entwicklungsmäßig in der Lage, durch Analogieschlüsse die Addition und Subtraktion an verschiebbaren Linealen auf die Multiplikation und Division an den Rechenstabskalen zu übertragen, wenn ihm auch die logarithmische Einteilung der Skalen erst in der 10. Klasse verständlich gemacht wird. Bis zur 10. Klasse kann er sich eine große Sicherheit erwerben und viele rechnerische Erleichterungen erfahren. Wie bei vielen Dingen des täglichen Lebens muß der Schüler zunächst lernen, wie man mit der Einrichtung des Stabes arbeitet.

In der ersten Zeit wird nach einer kurzen Einführung in die Arbeitsweise des Rechenstabes das Ablesen und Einstellen der Werte an den Skalen C und D geübt. Es genügen dazu 10 bis 15 Minuten am Anfang jeder Mathematikstunde. Da die groß eingeprägten Leitzahlen unterschiedliche Abstände aufweisen, muß der Schüler zunächst lernen, den zwischen den betreffenden Ziffern liegenden längeren Teilstrich zu erkennen, z. B. 35 zwischen 3 und 4. Von diesem Mittelstrich aus lassen sich dann auch die anderen zweistelligen Zahlen ermitteln. Bei der dritten Ziffer wird oft nicht darauf geachtet, daß im Bereich der Zahlen 1 bis 2 die Unterteilung um eine Einheit, zwischen 2 bis 4 um zwei Einheiten und zwischen 4 bis 10 um fünf Einheiten fortschreitet. Sorgfältig muß das Abschätzen von vierstelligen Zahlenwerten geübt werden, da keine entsprechenden Teilstriche mehr vorhanden sind. Schließlich macht die Berücksichtigung von Nullen auch geübteren Schülern Schwierigkeiten z. B. 105, 1205, 201, 1007 usw. Das Übungsschaubild für Schüler, das in der Rechenstab-Fibel von der Firma Faber-Castell enthalten ist, ermöglicht ein sicheres Aufsuchen in den ersten Unterrichtsstunden.

Das Ablesen der Skalen wird zweckmäßigerweise bereits nach den ersten Unterrichtsstunden von einfachen Multiplikationsaufgaben unterstützt. Das Problem des „Durchschiebens der Zunge" stellt sich dem Schüler schon bei der Aufgabe $3 \cdot 4$. Alle Übungen sollten systematisch aufgebaut werden. Zunächst sollen die Faktoren und Produkte genau auf Teilstriche einstellbar und ablesbar sein, z. B. $19 \cdot 18 = 342$. Dann macht man die Faktoren nur noch genau einstellbar, das Produkt muß geschätzt werden, z. B. $24 \cdot 27 = 648$. Schließlich sind Faktoren und Produkte nicht mehr genau einstellbar und ablesbar, z. B. $53{,}3 \cdot 77{,}2 \approx 4115$. An die Multiplikation mit 2 Faktoren schließt sich die Division wieder mit systematisch aufgebauten Aufgaben an. Bei Brucherweiterungen, Tabellenbildungen und Dreisätzen zeigt der Rechenstab seine große Überlegenheit über das schriftliche Rechnen, da bereits eine einzige Einstellung genügt. Man kann darum anstatt mit der Multiplikation auch mit dem Erweitern von Brüchen und der Tabellenbildung beginnen und Multiplikation, Division und Dreisatz anschließen lassen. Darauf übt man Multiplikationen mit mehreren Faktoren und für längere Zeit die zusammengesetzte Multiplikation und Division. Mit dem Quadrieren, Kubieren und Wurzelziehen sind die wichtigsten Rechenarten abgeschlossen. Für die Beurteilung der Schülerleistungen sollte man den relativen Fehler berücksichtigen, der sich bei n Zahlen auf $\pm \sqrt{2n-1} \cdot 0{,}1\%$ beläuft.

Da der Rechenstab nur die Ziffern, aber nicht den Stellenwert angibt, muß sich der Schüler, beginnend mit den ersten Aufgaben, im Überschlagsrechnen üben. Für den Praktiker im Beruf werden selten Zweifel bestehen, ob ein Wert 24,5 oder 2,45 beträgt. Dem

Schüler fehlen aber die praktischen Erfahrungen. Für eine sichere Ermittlung des Überschlagswertes braucht der Schüler mindestens ebensoviel Zeit wie für das Einstellen und Ablesen der Werte. Regeln für die Stellenwerte haben sich in der Praxis nicht bewährt. Ein wichtiger Bildungswert des Rechenstabes liegt gerade darin, daß der Schüler lernt, kritisch zu arbeiten, indem er seine Ergebnisse durch Überschlagsrechnung prüft. Je mehr Übung er bekommt, die Zahlen zweckmäßig auf- und abzurunden, um so genauer wird sein Überschlag, da sich die Fehler ausgleichen.

Bei komplizierten Aufgaben sollte nicht zu spät die Potenzschreibweise eingeführt werden. Beispiel: $0{,}063 \cdot 0{,}00078 = 6{,}3 \cdot 10^{-2} \cdot 7{,}8 \cdot 10^{-4} \approx 4{,}91 \cdot 10^{-5} = 0{,}000\,0491$. Darüberhinaus sind vielen Schülern weitere Möglichkeiten des Stabrechnens unbekannt. Mit den Marken d und q auf dem Mehrstrichläufer läßt sich die Kreisfläche für die 9. Klassen, mit den Marken kW und PS Leistungsumrechnungen in der 10. Klasse durchführen. Mit der reziproken Skala CI kann man ohne Verschiebung der Zunge $1 : a$ zwischen C und CI, $1 : a^2$ zwischen B und CI, $1 : a^3$ zwischen K und CI mit entsprechenden Umkehrungen für $1 : \sqrt{a}$ und $1 : \sqrt{a^2}$ ablesen. Produkte aus drei Faktoren oder Divisionen durch 2 Divisoren mit der CI-Skala sollte man nur von guten Schülern ausführen lassen, da die Einstellungen vom gewöhnlichen Schema abweichen. In der 10. Klasse wird viel zu wenig mit den Logarithmen- (L) und Winkelfunktionsskalen (S, T und ST) gerechnet, da die Logarithmentafel im Mittelpunkt des Unterrichtes steht. Die Skalen ermöglichen ein rasches Aufsuchen der Werte und man verliert gegenüber der vierstelligen Logarithmentafel nur eine Wertziffer. Eine Fülle von Aufgaben und Anregungen, die noch über den Stoff der Mittelschule hinausgehen, sind in dem von der Firma Faber-Castell herausgegebenen Rechenstab-Lehrbuch enthalten.

Jeder Unterricht ist bedingt durch die vier Faktoren: Schüler, Arbeitsmittel, Stoff und Lehrerpersönlichkeit. Die junge Generation kommt den Rechenhilfsmitteln entgegen. Der Rechenstab hat sich seit langem im Unterricht und im Berufsleben bewährt. Die Stofffülle läßt sich mit dem Rechenstab erfolgreich bewältigen. Dann dürfte es uns nicht schwerfallen, den Schüler zu einer sicheren Beherrschung und regelmäßigen Benutzung des Rechenstabes zu führen.