

Tabellenrechnen mit der CURTA-Rechenmaschine

Von C. Zuberbühler, dipl. Ing. ETH, Zürich

Bei umfangreicheren Berechnungen irgendwelcher Art ist es stets zweckmässig, an einer sauberen Systematik festzuhalten. Dabei findet die Tabellenrechnung überall ihre tägliche Anwendung. Aber schon bei den einfachsten Operationen, zum Beispiel einer Addition von vielen grossen Posten, benötigt der Bearbeiter ein Rechenhilfsmittel, das einerseits leistungsfähiger ist und andererseits die Fehlerquellen reduziert. Im Büro wird jedermann selbstverständlich zur Rechenmaschine greifen. Solche Aufgaben stellen sich aber auch auf dem Felde, dem Bauplatz usw. Üblicherweise steht dort nur noch der Rechenschieber zur Verfügung, dessen Genauigkeit aber auf wenige Ziffern beschränkt ist. Häufig sind dadurch nur noch überschlagsmässige Berechnungen möglich, was für eine exakte Tabellenrechnung aber nicht genügen dürfte.

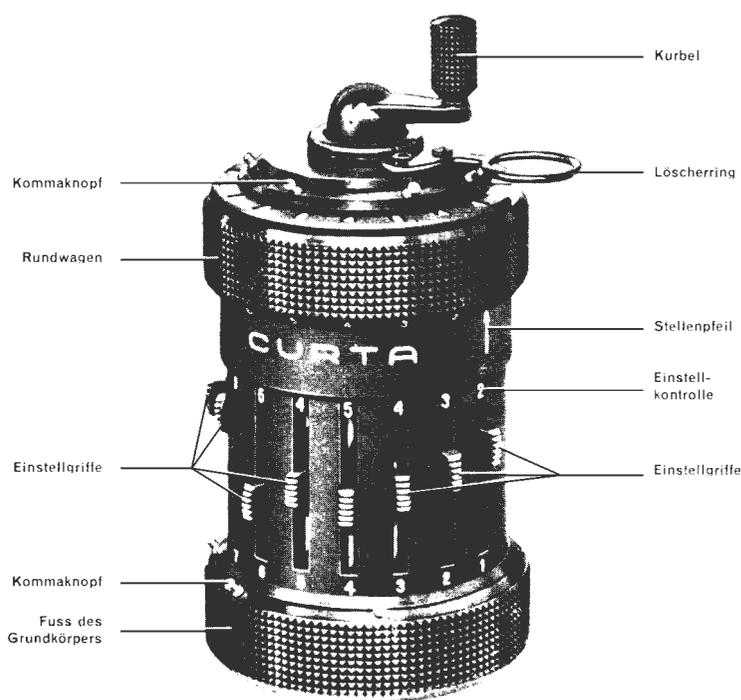


Abb. 1. Ansicht der Rechenmaschine von der Seite

Diese empfindliche Lücke wird vorteilhaft ausgefüllt durch die CURTA-Handrechenmaschine. Leicht und handlich lässt sie sich fast so bequem mitnehmen wie ein üblicher Rechenschieber. In der Leistungsfähigkeit steht sie weit grösseren Modellen kaum nach, was ihre praktische Verwendungsmöglichkeit auch im Büro begründet.

Damit sich jedermann von der Zweckmässigkeit dieser kleinsten Rechenmaschine ein Bild machen kann, ist es unerlässlich, ihr Arbeitsprinzip kurz zu erläutern. Dabei lassen sich zwei Fälle unterscheiden: Drehung der Kurbel in der additiven Stellung und Drehung der Kurbel in der subtraktiven Stellung. Beide werden im Uhrzeigersinn ausgeführt. Die nötige Umschaltung erfolgt lediglich dadurch, dass für die subtraktive Drehung die Kurbel ca. 3 mm aus dem Zylinder herausgezogen werden muss (Sichtbarwerden eines roten Ringes an der Kurbelachse). Damit lassen sich prinzipiell zwei verschiedene Operationen ausführen. Mittels einer additiven Kurbeldrehung wird eine Zahl, die im Einstellwerk (EW)

eingestellt ist, zu einer Zahl, die sich im Resultatzählwerk (RW) befindet, addiert. Im Gegensatz zu elektrischen Maschinen wird dadurch das EW nicht gelöscht, also nicht auf Null gebracht. Mit der subtraktiven Kurbeldrehung wird eine Zahl, die ins EW gegeben wurde, von der Zahl, die sich bereits im RW befindet, subtrahiert. Im Umdrehungszählwerk (UW) werden die ausgeführten Kurbeldrehungen summiert. Dazu muss der Umschalthebel, der sich auf der Gegenseite des EW befindet (im Bild nicht sichtbar) für die additive Drehung nach oben, für die subtraktive Drehung nach unten gestellt werden.

Damit können mit den beiden grundlegenden Arbeitsgängen auch die Rechenoperationen höherer Ordnung ausgeführt werden. So wird zum Beispiel bei der Multiplikation von 14×23 die Zahl 23 ins EW gegeben. Nach 4 additiven Kurbeldrehungen hat man im UW 4 und im RW 92. Durch Verschieben des Rundwagens um eine Stelle nach rechts (Position 2) rechnet man anschliessend die Zehner. Mit 1 additiven Kurbeldrehung erhält man jetzt im UW 14 und im RW 322, zu den 92 wurden also $10 \times 23 = 230$ dazugezählt. Die Methode ist also dieselbe, wie wir sie von der gewöhnlichen, schriftlichen Multiplikation her bereits kennen. Auch die Division kann nach dem üblichen Vorgehen durchgeführt werden. Dadurch ist es auch dem Anfänger sofort erlaubt, die bereits bekannten Methoden rasch und sicher auf die Maschine zu übertragen.

Schliesslich wird durch Anheben des Rundwagens und Drehen des Löscherhebels in beliebiger Richtung das RW und das UW, einzeln oder gemeinsam gelöscht. Trotz des kleinen Formats der Maschine zeichnet sie sich durch verschiedene Sicherungen aus, so dass sie die Zahl, die in der Einstellkontrolle sichtbar ist, nicht falsch verwenden kann. In dieser grundsätzlichen Darstellung der Arbeitsweise kann aber nicht auf solche konstruktive Einzelheiten eingegangen werden.

Für Tabellenrechnungen ist der CURTA Typ II ($11 \times 8 \times 15$ stellig) besonders geeignet. Da der Löscherring nur jene Ziffern des RW oder UW löscht, über die er geführt wird, besteht die praktische Möglichkeit das EW in zwei unabhängigen Teilwerken zu verwenden. Die insgesamt 11 Stellen des EW der CURTA Typ II dürften dabei für die meisten Fälle eine ausreichende Genauigkeit gewährleisten. Im allgemeinen werden je fünf Ziffern links und rechts im EW genügen. Eine 0 dazwischen, an der Stelle 6, ist zur sichern Löschung nur des rechten Teils unerlässlich. Ist die Anzahl der Ziffern verschieden gross, so wird sich die kleinere im rechten Teil finden. Dabei dürfen dann aber die folgenden maximalen Einstellungsmöglichkeiten nicht überschritten werden:

Maximale Anzahl Ziffern im EW bzw. RW

Stelle	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
links 5 Ziff. / rechts 5 Ziff.	9	9	9	9	9	(0)	1	1	1	1	1
links 6 Ziff. / rechts 4 Ziff.	9	9	9	9	9	9	(0)	1	1	1	1
links 6 Ziff. / rechts 3 Ziff.	9	9	9	9	9	9	(0)	(0)	1	1	1
links 6 Ziff. / rechts 2 Ziff.	9	9	9	9	9	9	(0)	(0)	(0)	1	1
links 7 Ziff. / rechts 1 Ziff.	9	9	9	9	9	9	9	(0)	(0)	(0)	1

Dass bei der Reduktion im rechten Teil von 4 auf 2 Ziffern, für den linken Teil kein Zifferngewinn resultiert, kommt davon her, dass die Ziffern an den ersten Stellen einen grösseren Weg des Löscherhebels beanspruchen.

Zur prinzipiellen Illustration möge das folgende Beispiel aus einer Erdmassenberechnung des Strassenbaues dienen:

Verglichener Flächeninhalt von je zwei Querprofilen		Länge	Kubik-Inhalt zwischen je zwei Querprofilen	
Abtrag m ²	Auftrag m ²		Abtrag m ³	Auftrag m ³
176	—	12	2112	—
210	—	12	2520	—
126	—	8	1008	—
72	—	6	432	—
			6072	

Mit den Kommaknöpfen werden die Teilwerke zweckmässig unterteilt, so dass eine Einstellung am falschen Platz weitgehend ausgeschlossen ist. Man gibt 176 sowohl in den Teil links als auch rechts im EW. Damit entwickelt man 12 im UW und erhält im RW auf beiden Seiten 2112. Das UW und der rechte Teil des RW werden jetzt gelöscht, und der Rundwagen wieder in die Ausgangsposition gebracht. Mit der Einstellung von 210 in beiden Teilen des EW wiederholt sich der gleiche Vorgang, bis man schliesslich im linken Teil des RW den totalen Abtrag von 6072 und rechts das letzte Produkt 432 erhält.

Eine Addition lohnt sich auf dieser Maschine vielleicht erst im Zusammenhang von solchen kombinierten Methoden. Die Möglichkeiten zur Verflechtung der einzelnen Rechenschritte sind aber fast unbegrenzt, was auch das folgende Beispiel aus einer trigonometrischen Höhenberechnung beweisen kann:

Aus	Höhe von p in m	ΔH	Distanz in km	Gew. $p = \frac{1}{D^2}$	$p \times \Delta H$
A	463,44	44	0,60	2,8	123,2
B	463,51	51	1,10	0,8	40,8
C	463,37	37	1,80	0,3	11,1
D	463,26	26	0,90	1,2	31,2
				$\Sigma = 5,1$	$\Sigma = 206,3$

$$H = H_0 + \frac{\Sigma(p \times \Delta H)}{\Sigma p} = 463,000 + 0,404 = 463,404$$

Wir verfolgen die Entwicklung der Kolonne $p \times \Delta H$ auf der Maschine, die sich analog dem vorhergehenden Beispiel berechnen lässt, bis wir am Schluss im rechten Teil des RW das letzte Produkt 31,2 und im linken Teil die Summe 206,3 ablesen. Da diese Summe $p \times \Delta H$ bereits im linken Teil steht, können wir sofort durch Summe p dividieren: Rundwagen nach rechts verschieben, unter dem «06» im RW stellen wir im EW «51» ein und entwickeln mit subtraktiven Kurbeldrehungen im UW 404 (Umschalthebel unten). Somit haben wir also ohne Rechnungsunterbrüche (keine Neueinstellungen) bereits die nötigen Angaben für den wahrscheinlichsten Wert H erhalten.

Es dürfte vielleicht etwas ungewohnt und anfänglich weniger zweckmässig erscheinen, dass das EW nicht selbst-

tätig gelöscht wird. Bei der vorhandenen Einstellung mittels Schieber spielt das aber keine Rolle. Gerade bei der Tabellenrechnung ist uns dieser scheinbare Nachteil auch willkommen. Die Fälle sind relativ häufig, bei denen eine ganze Kolonne mit der gleichen Zahl zu multiplizieren ist (oder auch zu dividieren). Als Beispiel dienen uns die besonders aktuellen Klothoidenberechnungen, deren Überprüfungsmöglichkeit im

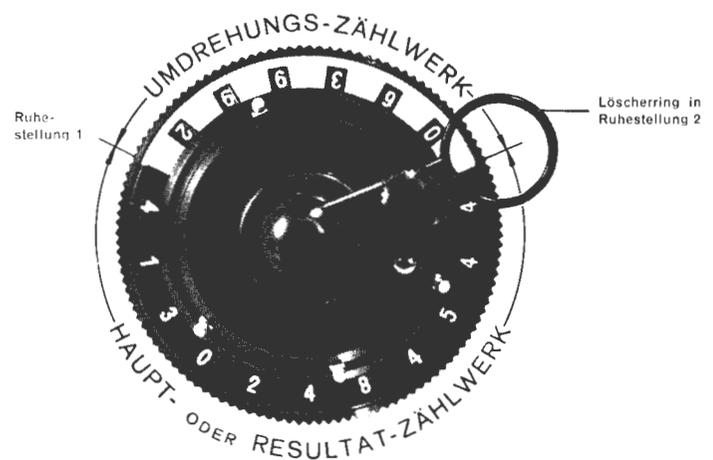


Abb. 2. Ansicht von oben

Felde besonders erwünscht ist. Der bekannte Eingang in die Klothoidentafel lässt sich selbstverständlich ebenfalls mit der CURTA rechnen. Die Zifferangaben in den Tabellen werden damit voll ausgenutzt. Ist die Zeile der Einheitsklothoide gefunden, so sind alle Längen mit dem Parameter a zu multiplizieren.

Aus Tabelle	Resultat
$l = 0,49500$	$L = 73,507$
$x = 0,49426$	$X = 73,398$
$y = 0,02019$	$Y = 2,998$
$x_m = 0,24738$	$X_m = 36,736$

Im EW ist eine einzige Einstellung nötig (148,50). Der Multiplikator (0,49500) wird im UW entwickelt. Nach jeder Zeile werden UW und RW gelöscht. Die Einstellung 148,50 im EW bleibt dabei unverändert, so dass sofort der nächste Multiplikator im UW entwickelt werden kann.

Schon an diesen wenigen Darstellungen lässt sich bestimmen ermesen, wie vielseitig verwendbar die CURTA-Rechenmaschine ist. Ihre Benützung lohnt sich bei Massenberechnungen, Klothoidenrechnungen, dann auch bei allen Vermessungsarbeiten, von denen nur die Höhenberechnungen, Polygonzüge und vor allem auch alle Koordinatenberechnungen erwähnt seien. Wie wir gesehen haben, erhält man durch Aufteilen des EW in zwei einzelne Zählwerke eine eigentliche Speicherung, was bei vielen Tabellenrechnungen von wesentlichem Vorteil ist. Dank diesen mannigfaltigen Benützungsmöglichkeiten kann die CURTA-Handrechenmaschine zum unentbehrlichen Hilfsmittel für den gesamten Strassenbau werden.