

Title: Patentanmeldung Z23624 "Rechenmaschine"
Author(s): Konrad Zuse
Date: 1936
Published by: Konrad Zuse Internet Archive
Source: Document - ZIA ID: 0177

The Konrad Zuse Internet Archive preserves and offers free access to the digitized original documents of Konrad Zuse's private papers and to other related sources.

The Konrad Zuse Internet Archive is a nonprofit service that helps scholars, researchers, students and other interested parties discover, use and build upon a wide range of content in a digital archive. For more information about the Konrad Zuse Internet Archive, please contact zusearchive@zib.de.

Your use of the Konrad Zuse Internet Archive indicates your acceptance of the Terms & Conditions of Use (<http://zuse.zib.de/tou>) including the following license agreement. If you do not accept the Terms & Conditions of Use you are not permitted to use the material.

This work by Konrad Zuse Internet Archive is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported License
(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>).
Based on a work at <http://zuse.zib.de>



Attribution (BY) - You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor (but not in any way that suggests that they endorse you or your use of the work). Attribute with "Konrad Zuse Internet Archive (<http://zuse.zib.de>)".

Noncommercial (NC) - You may not use this work for commercial purposes.

Share Alike (SA) - If you alter, transform, or build upon this work, you may distribute the resulting work only under the same or similar license to this one.

The usage of this document requires the consideration of possible third party copyrights, and might necessitate obtaining the consent of the copyright holder. The Konrad Zuse Internet Archive assumes no liability with respect to the rights of third parties. The Konrad Zuse Internet Archive is not responsible for the claims of any third party resulting from any infringement of copyright laws.

Patentanmeldung Z23624 (Z1)*

Dipl.-Ing. Konrad Zuse

21.12.1936

Rechenmaschine

Vorliegende Erfindung betrifft eine im Sekundalsystem arbeitende Rechenmaschine.¹ Man kann mit derselben die fünf Rechenoperationen Addition, Subtraktion, Multiplikation, Division und Quadratwurzelziehen ausführen; ferner können Dezimalzahlen ins Sekundalsystem und umgekehrt übersetzt werden, ohne daß hierzu besondere Übersetzer oder Wandler erforderlich sind.

Um Verwechslungen zu vermeiden, wird im folgenden bei Sekundalzahlen die Ziffer 1 als L geschrieben.

Quadratwurzelverfahren

Sämtliche Rechenvorgänge werden in einfache Additionen aufgelöst. Bei Multiplikation und Division geschieht dies in bekannter Weise durch wiederholte Addition des Multiplikanden bzw. des Divisorsupplements. Das Wurzelziehen geschieht nach dem Verfahren der quadratischen Ergänzung, das bekanntlich große Ähnlichkeit mit der Division hat. Mit der Formel

$$y = (a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$$

ist es möglich, das Resultat ziffernweise aufzubauen. a ist der bereits bis zur n -ten Stelle gebildete, b der noch zu findende Teil des Resultats. Die Ziffer z_{n+1} muß also kleiner oder gleich b sein.

*ZuP 005/012. Version 1, Abbildungen fehlen.

¹In dieser Patentanmeldung wird nur der Prozessor einer arithmetischen Rechenmaschine beschrieben, nicht aber die Programmsteuerung mittels eines Lochstreifens. Diese wird in der getrennten Patentanmeldung Zxxx von 1936 behandelt.

Es muß also sein:

$$a^2 + 2a \cdot z_{n+1} + z_{n+1}^2 = y$$

oder

$$2a \cdot z_{n+1} + z_{n+1}^2 = y - a^2$$

Die Rechnung besteht nun bekanntlich in der fortgesetzten Subtraktion des Wertes $2a \cdot z_{n+1} + z_{n+1}^2$ von dem nach der vorhergehenden Ziffernbildung gebliebenen Rest $y - a^2$. Ist der neue Rest negativ, so war z_{n+1} zu groß gewählt. Dieser Vorgang, der im Dezimalsystem sehr kompliziert ist, vereinfacht sich im Sekundalsystem erheblich. $z_n + 1$ kann nur 0 oder L sein. Die Verdoppelung von a geschieht durch Aufwärtsschiebung bzw. durch Anhängen einer Null. z_{n+1}^2 kann ebenfalls nur gleich 0 oder L sein. Der Wert $2a \cdot z_{n+1} + z_{n+1}^2$ wird also durch Anhängen der Ziffern 0 oder L an das bereits erhaltene Resultat gebildet. Der Prozeß ist also analog der Division mit dem Unterschied, daß anstelle des Divisors das um eine Stelle aufwärts verschobene Resultat mit den angehängten Ziffern 0L fortlaufend subtrahiert wird.

Numerische Basis

Zur Übersetzung von Dezimalzahlen in Sekundalsystem und umgekehrt ist folgendes zu sagen: Die bekannten Übersetzer benutzen hierfür Vorrichtungen, die z.B. für die Übersetzung aus dem Dezimalsystem für jede Dezimalstelle neun Glieder besitzen, die den Wert der Ziffern 1 bis 9 für die betreffende Stelle im anderen System angeben. Da die hier erforderliche Rechenmaschine einen Bereich von mindestens 20 Dezimalstellen erfordert, um technische Rechnungen durchführen zu können, würden also mindestens $9 \cdot 20 = 180$ solcher Glieder nötig sein, um die Übersetzung ins Sekundalsystem durchführen zu können. Ähnlich verhält es sich bei der Übersetzung vom Sekundalsystem ins Dezimalsystem.

Es ist jedoch möglich, mit nur neun Übersetzungsgliedern auszukommen, wenn man die Zahl ziffernweise aufbaut und periodisch mit 10 multipliziert.

Der Vorgang besteht aus der einfachen Addition zweier Zahlen. Die Summanden werden gleichzeitig eingestellt und die Addition wird schlagartig durchgeführt. Der Übersetzer verfügt nur über neun Glieder, die die Ziffern 1 bis 9 im Sekundalsystem darstellen

$$\begin{array}{lll} 1 = \text{L} & 4 = \text{L00} & 7 = \text{LLL} \\ 2 = \text{L0} & 5 = \text{L0L} & 8 = \text{L000} \\ 3 = \text{LL} & 6 = \text{LL0} & 9 = \text{L00L} \end{array}$$

Soll z.B. die Zahl 835 übersetzt werden, so wird erst 8 eingestellt, mit 10 multipliziert, dann 3 addiert, wieder mit 10 multipliziert und dann 5 addiert. Auf diese Weise lassen sich Zahlen von beliebiger Stellenzahl aufbauen.

Sollen Zahlen übersetzt werden, die Stellen hinter dem Komma aufweisen, so verfährt man zunächst, als sei das Komma nicht vorhanden. Man erhält dann eine zu große Zahl und muß das Resultat durch 10^n dividieren, wobei n die Anzahl der zur Übersetzung herangezogenen Stellen der Dezimalzahl hinter dem Komma bedeutet.

Um die Übersetzung sämtlicher Zahlen nach dem gleichen Schema durchführen zu können, ist es zweckmäßig, jede Zahl bis zur n -ten Stelle hinter dem Komma zu übersetzen, auch wenn die letzten Ziffern gleich Null sind, und das Resultat jedemals durch 10^n zu dividieren, wobei n die Anzahl der für die in Frage kommenden Zahlen im Höchsthalle zu übersetzenden Stellen hinter dem Komma der Dezimalzahlen bedeutet.

Für die Übersetzung vom Sekundalsystem ins Dezimalsystem würde eine im Dezimalsystem arbeitende Additionsvorrichtung erforderlich sein. Um im Sekundalsystem arbeiten zu können, läßt sich das Verfahren umkehren. Die Übersetzung läßt sich ohne besondere Apparaturen durchführen.

Halblogarithmische Operationen

Zur Verarbeitung von in halblogarithmischer Schreibweise gegebenen Zahlen $y = 2^a \cdot b$ ist die Rechenmaschine in zwei Teile, A und B, geteilt, wobei Teil A den Wert a und Teil B den Wert b bearbeitet. Im Teil A brauchen nur Additionen und Subtraktionen ausgeführt zu werden; der Aufbau ist entsprechend einfach. Im Teil B werden die eigentlichen Rechenoperationen durchgeführt. Die Vorrichtung braucht nur wenige Stellen vor dem Komma, da b immer zwischen 1 und 2 liegt und die Summe bzw. das Produkt zweier Werte b kleiner als 4 sein muß.

Mathematisch vollziehen sich die Operationen zwischen Zahlen $y_n = 2^{a_n} \cdot b_n$ wie folgt: Unter Aufwärts- bzw. Abwärtsverschiebung sei im folgenden die Verschiebung der ganzen Ziffernreihe in Richtung der höheren bzw. niederen Stellen relativ zum Komma verstanden. Bei Addition bzw. Subtraktion wird die Differenz der a -Werte gebildet und der dem kleineren Wert $|a|$ zugeordnete Wert b um $|a_1 - a_2|$ Stellen abwärts verschoben. Die Werte b sind dann in bezug auf das Komma ausgerichtet und können addiert bzw. subtrahiert werden. Bei der Multiplikation bzw. Division wird die Summe bzw. die Differenz der a -Werte gebildet, und die b -Werte werden multipliziert bzw. dividiert.

Beim Quadratwurzelziehen ist für gerades a :

$$\sqrt{2^a \cdot b} = 2^{a/2} \cdot b^{1/2}$$

für ungerades a :

$$\sqrt{2^a \cdot b} = \sqrt{2^{a-1} \cdot 2b} = 2^{(a-1)/2} \cdot (2b)^{1/2}$$

Der Wert a wird also halbiert, d.h. um eine Stelle abwärts verschoben. Bei ungeradem a erfolgt die Subtraktion von L automatisch, da die Rechenvorrichtung A keine Stellen hinter dem Komma aufweist und die letzte Stelle im Werte von $+L$, 0 verlorenght.

Nach jeder Operation muß der Wert b des Resultats so ausgerichtet werden, daß er zwischen 1 und 2 liegt, wobei bei Aufwärtsverschiebung um eine Stelle der zugehörige Wert a um 1 vermindert und bei Abwärtsverschiebung von b um 1 erhöht werden muß.

Aufbau der Rechenmaschine

Die gestellten Aufgaben werden von der Rechenmaschine wie folgt gelöst: Die Vorrichtungen bestehen im wesentlichen aus Relaisschaltungen. Die Relais können elektrisch oder mechanisch sein. In den Ausführungsbeispielen sind meistens elektrische Relais gewählt. Entsprechende Schaltungen lassen sich mit mechanischen Relais aufbauen. Es zeigt:

- Abb. 1 einen Gesamtüberblick,
- Abb. 2 die Zusatzvorrichtungen zum Übersetzen,
- Abb. 3 das Stellenübertragungsprinzip,
- Abb. 4 die Additionsschaltung,
- Abb. 5 die Zusatzvorrichtung zum Wurzelziehen.

Es wird nachstehend der Teil B der Rechenvorrichtung erörtert, da der Teil A sich hiervon nur durch Fortfall einiger Glieder unterscheidet.

Abb. 1 zeigt einen Gesamtüberblick. Die Vorrichtung besteht aus folgenden Teilen: **Ad** = Additionsvorrichtung, **St** = Steuerrelaisgruppe, **RV** = Resultatverteiler, **Rsp** = Resultatspeicher, **Wu** = Zusatzvorrichtung zum Wurzelziehen.

In **Ad** werden die Additionen durchgeführt. Die Vorrichtung ist achtstellig gezeichnet. Sie hat nach außen 4 Gruppen von Anschlüssen und einen Einzelanschluß. Bei Gruppe I und II werden die Summanden eingestellt. Bei Gruppe III erscheint das Resultat der Addition und bei Gruppe IV kann der Summand II unverändert abgelesen werden. Bei **Ad V** wird das Vorzeichen des Resultats abgelesen.

St besteht aus einer Reihe den Stellen zugeordneter Relais, die dem gleichen Steuerungsimpuls folgen und die zum Verteiler **RV** führenden Leitungen entweder mit Anschlußgruppe III oder IV von **Ad** verbinden. Dadurch ist es möglich, eine Addition blind verlaufen zu lassen.

Das Resultat kann dann über RV mit bestimmten Stellenverschiebungen auf dem Resultatspeicher RSp I und RSp II und von dort auf die Einstellgruppen I und II von Ad übertragen werden. Dementsprechend besteht der Verteiler aus den Teilen I und II. Die senkrechten Leitungen führen zu St, die waagerechten zu RSp. Die Kreise deuten Relais an, die die sich kreuzenden Leitungen miteinander verbinden. Die Relais sind in Diagonalreihen zusammengefaßt. Jeder Diagonale entspricht eine andere Stellenverschiebung. Der Resultatspeicher RSp ist bei elektrischen Ausführungen nötig, da die Stromkreise zur Umstellung von Ad auf die neuen Summanden eine Unterbrechung erfahren, die durch RSp überbrückt wird.

Wu ist die Vorrichtung, in der das Resultat der Wurzel aufgebaut wird nebst Bildung der quadratischen Ergänzung durch Anhängen der Ziffern 0L. Die Stellen von Wu sind mit Aufwärtsverschiebung um eine Stelle mit der Einstellgruppe I von Ad verbunden.

Numerische Verfahren

Die Arbeitsweise der Gesamtanlage ist folgende: Die Zahlen machen einen Kreislauf Ad–St–RV–RSp–Ad. Durch die Steuerung von St ist es möglich, die bei Ad II eingestellte Zahl mit und ohne Addition des bei Ad I eingestellten Wertes kreisen zu lassen. Der Kreislauf findet bei Einschaltung der Diagonale a in RV ohne Stellenverschiebung, bei Einschaltung der Diagonale b mit Aufwärts- und der Diagonale c mit Abwärtsverschiebung um eine Stelle statt.

Die Addition bzw. Subtraktion zweier Zahlen vollzieht sich wie folgt: Negative Zahlen werden als Supplemente dargestellt, was durch Umkehrung der Ziffern des Wertes b geschieht. Bei Subtraktion werden also einfach die Ziffern von b der zu subtrahierenden Zahl umgekehrt. Danach sind die Vorgänge vollkommen gleich denen bei der Addition.²

Nach Bildung der Differenz der Werte a im Teil A wird im Teil B (Abb. 1) der dem größeren a zugeordnete Wert b an der Einstellgruppe I, der dem kleineren Wert a zugeordnete Wert b an der Einstellgruppe II von Ad eingestellt. Darauf findet eine laufende Abwärtsverschiebung des bei Ad II eingestellten Wertes b statt. Während im Teil A die Differenz $a_1 - a_2$ absolut genommen im gleichen Takt fortlaufend um eins vermindert wird; St ist also auf blinde Addition gestellt, und in RV ist die Relaisdiagonale c eingeschaltet.

Im Teil A befindet sich eine Kette hintereinandergeschalteter Relais, welche einen Steuerungskreis schließen, wenn sämtliche Ziffern gleich 0 sind. Hat der Rest

²In der Z3 wird die Zweierkomplementdarstellung von Binärzahlen verwendet, auch in der Rekonstruktion der Z1. Zahlen werden dann durch Komplementbildung und die Addition eines Einsen negiert. In diesem Absatz wird die Addition des Einsen verschwiegen. Es ist anzunehmen, daß dies ein Versehen ist.

der Differenz $a_1 - a_2$ den Wert 0 erreicht, so sind die Werte b ausgerichtet. Der Steuerungsimpuls bewirkt die Umstellung von **St** auf gültige Addition. Der Wert b des Additionsresultats gelangt dann auf **Ad II**, um eine Stelle abwärts verschoben. Der zugehörige Wert a ist gleich dem größeren a der beiden Summanden. Das Resultat muß im Anschluß daran ausgerichtet werden, um die Bedingung $1 < b < 2$ zu erfüllen. b kann nach der Addition zwischen -4 und $+4$ liegen. Da es aber um eine Stelle abwärts verschoben auf **Ad II** übertragen wurde, kommt also nur noch Aufwärtsbewegung in Frage. Der Kreislauf des Wertes b wird also unter Einschaltung der Diagonale b in **RV II** fortgesetzt, bis b zwischen 1 und 2 liegt, was durch eine Relaisgruppe angezeigt wird.

Bei der Multiplikation wird der Multiplikand auf **Ad I** eingestellt. Darauf wird unter stetiger Abwärtsverschiebung des Zwischenresultats fortlaufend addiert, wobei durch Abtasten des Multiplikators von der kleinsten Stelle angefangen, bei der Ziffer 1, **St** auf gültige, bei der Ziffer 0 auf ungültige Addition eingestellt wird. Es wird hier also nicht wie üblich der Multiplikand relativ zum Resultat, sondern das Resultat relativ zum Multiplikanden verschoben. Da die letzte Ziffer des Multiplikators in bezug auf ihren Stellenwert gleich 1,0 ist, steht das Resultat nach der letzten Addition wie bei der Addition um eine Stelle abwärts verschoben bei Addition II. Es kann zwecks Ausrichtens nur noch aufwärts verschoben werden, da es stets kleiner als 4 sein muß.

Bei der Division wird das Divisorsupplement auf **Ad I** und der Dividend auf **Ad II** eingestellt. Der Dividend wird nun fortlaufend aufwärts geschoben, wobei das Divisorsupplement jedesmals addiert wird und bei positivem Vorzeichen des Restes **St** auf gültige, bei negativem Vorzeichen auf ungültige Addition eingestellt wird. **St** wird hier also durch **Ad V** gesteuert. Das Resultat ergibt sich dann ziffernweise mit **L** bei positivem und mit **0** bei negativem Rest, angefangen von der höchsten Ziffer.

Das Wurzelziehen geschieht analog der Division. Der Radikand wird bei **Ad II** eingestellt und bei **Ad I** das im Laufe der Rechnung aufzubauende Resultat mit quadratischer Ergänzung.

Die Multiplikation mit 10 zwecks Übersetzens erfolgt folgendermaßen: Die mit 10 zu multiplizierende Zahl macht den üblichen Kreislauf **Ad–St–RV–RSp–Ad**, wobei die Diagonalen b und d geschlossen werden. Die Zahl ist nach erfolgtem Kreislauf also um eine Stelle aufwärts verschoben, über Diagonale b auf **Ad II** und um 3 Stellen aufwärts verschoben über Diagonale d auf **Ad I** eingestellt. Wird jetzt die Addition durchgeführt, so ist die Zahl mit **L0L0** multipliziert. Das Resultat kann dann im Anschluß sofort wieder über **RV** in derselben Weise auf **Ad I** und **Ad II** übertragen werden, wodurch fortlaufende Multiplikationen mit 10 möglich sind.

Bei Vorstehendem ist die halblogarithmische Schreibweise nicht berücksichtigt. In dieser wird 10 geschrieben: $10 = \text{L0}^{\text{LL}} \cdot \text{L}, 0\text{L} = 2^3 \cdot 1,25 = 8 \cdot 1,25$. Zu diesem

Zweck wird der Kreislauf der Zahlen über die Diagonalen a und e von RV geleitet; zugleich muß im Teil A der zugehörige Wert a um LL (3) erhöht werden.

Der Wert b müßte nach jeder Multiplikation ausgerichtet werden, da er größer als zwei werden kann. Um diese Verzögerung zu vermeiden, wird bei fortlaufender Multiplikation mit 10 jedes 4. Mal mit 0,L0L multipliziert, während der Wert a jedes 4. Mal um L00 (4) erhöht wird; denn 10 läßt sich auch schreiben: $10 = L0^{L00} \cdot 0,L0L = 2^4 \cdot 0,625 = 16 \cdot 0,625$.

Auf diese Weise bleibt der Wert b annähernd ausgerichtet und seine Stellung braucht nur am Schluß korrigiert zu werden.

Die Multiplikation mit 0,L0L erfolgt in gleicher Weise über die Diagonalen c und f .

Abb. 2 zeigt die nötigen Zusatzvorrichtungen zum Übersetzen. Von der Rechen-
vorrichtung B ist nur der Teil Ad für 20 Sekundalstellen gezeichnet. Zwischen der 4. und 5. Stelle liegt das Komma k des Wertes b , falls dieser ausgerichtet ist. Z_1 ist an die letzten 4 Stellen von Ad I angeschlossen und dient zum Einstellen der Ziffern 1-9 beim Übersetzen vom Dezimal- ins Sekundalsystem. Ein Impuls an einem der Zifferneinstellglieder 1-9 bewirkt bei Ad die Einstellung der entsprechenden Ziffer im Sekundalsystem. Z_2 ist an die ersten 4 Stellen vor dem Komma von Ad IV angeschlossen und dient zum Ablesen der Ziffern des Resultats.

Die Vorrichtung besteht aus 10 Reihen je einer Stelle zugeordneter Relais, die so hintereinander geschaltet sind, daß sie einen von rechts kommenden Impuls nur durchlassen, wenn die 4 Sekundalstellen auf die der Reihe entsprechende Zahl eingestellt sind. Dazu kommt eine Löschvorrichtung L, mit der die ersten 4 Ziffern von Ad auf Null gestellt werden können. Es können jetzt die eingangs erwähnten Rechenoperationen ausgeführt werden.

Stellenübertrag

Zu den Einzelheiten der Anordnung ist folgendes zu sagen: Das Wesentliche ist das Übertragungsschema. Werden zwei Summanden addiert, so kann die Ziffernsumme 0, L oder L0 sein. Bei 0 findet auf keinen Fall, bei L0 auf jeden Fall Stellenübertragung statt und bei L pflanzt sich eine von der niederen Stelle kommende Übertragung auf die höhere Stelle fort. Das läßt sich durch folgende Schaltung erreichen (Abb. 3). Über den ganzen Stellenbereich läuft eine Grundleitung a ; ferner führen von Stelle zu Stelle Übertragungsleitungen b . Diese werden bei der Ziffernsumme 0 gar nicht, bei L an die vorhergehende Übertragungsleitung und bei L0 an die Grundleitung a angeschlossen. In den Leitungen b fließt also immer dann Strom, wenn die folgende Stelle um eins erhöht werden muß. Für die Herstellung dieser Stromverzweigung wird folgendes Beispiel gegeben:

Abb. 4 zeigt die zu einer Stelle gehörende Relaischaltung. Den beiden Summan-

denziffern entsprechen die Magnete M_1 und M_2 , deren Wicklungen bei der Ziffer L über die Leitungen Ad I und Ad II mit Strom versorgt werden. Der Magnet M_2 zieht den Anker d an, an welchem, der Magnet M_1 befestigt ist, so daß er sich mitbewegt. Dieser wiederum zieht den Anker c an, dessen Stellung also der Summe der Ankerbewegungen entspricht (Ziffernsumme 0, L, L0). Die Schaltung der Leitungen a und b entspricht Abb. 3

Die Bildung des Resultats erfolgt durch die Magnete M_3 und M_4 . M_3 ist über den Anker c an die Grundleitung a angeschlossen, falls c die Stellung L einnimmt. M_4 ist an die Übertragungsleitung b_n angeschlossen, führt also Strom, wenn sich die Ziffernsumme wegen Übertragung um eins ändert. Die zugehörigen hintereinandergeschalteten Anker schließen den Stromkreis III, wenn einer von beiden Magneten Strom führt; bei Ad III erscheint also die Ziffer des Resultats, denn die Ziffernsumme L0 ist hier mit Null identisch und das Resultat ist gleich Null, wenn in keinem oder in beiden Strom fließt; gleich L, wenn ein Magnet Strom führt. Die Leitung Ad IV ist an den Anker e angeschlossen und somit an die Einstellglieder der auf Ad II eingestellten Zahl.

Die Leitungen Ad III und Ad IV führen entsprechend Abb. 2 zur Steuerrelaisreihe St. Der Anschluß Ad V (Vorzeichen des Resultats) ist gleich dem Anschluß Ad III der höchsten Stelle, der bei positiven Zahlen die erste Ziffer 0, bei negativen Zahlen L sein muß (Supplement), falls die Zahlen nicht zu groß sind, was für den Wert b , wenn er immer wieder ausgerichtet wird, nicht eintreten kann.

Die Zusatzvorrichtung zum Wurzelziehen besteht grundsätzlich aus einer Reihe von Gliedern A_n , in denen das Resultat mit quadratischer Ergänzung gebildet wird. Die Steuerung erfolgt durch eine Reihe nacheinander in Tätigkeit tretender Glieder B_n , die die Glieder A_n , A_{n+1} , A_{n+2} jeweils so beeinflussen, daß A_{n+2} auf L, A_{n+1} auf 0 und A_n durch Verbindung mit Ad V bei positivem Vorzeichen auf L gestellt wird. Abb. 5 zeigt die elektrische Ausführung dieses Prinzips.

Das Resultat wird in der Relaisreihe A aufgebaut. Jeder Magnet hat einen Ablesekontakt a und einen Speicherkontakt b , die geschlossen sind, wenn die Wicklung Strom führt. Die Wicklung erhält Strom über die Einstelleitung c und die Speicherleitung b . Ist also über c ein Stromimpuls gegeben, so bleibt die Wicklung über b unter Strom, falls b angeschlossen ist. Die Steuerung von b und c erfolgt durch die Magnetgruppe B. Jeder Magnet hat 3 Anker d , e , f . Es sind d und e geschlossen und es ist f offen, wenn die Wicklung von B Strom führt. d ist an Ad V und die Leitung c der gleichen Stelle angeschlossen. e ist an die Grundleitung g und die um 2 Stellen niedrigere Leitung c angeschlossen. f ist an g und an die um eine Stelle niedrigere Leitung b angeschlossen. Die Wicklungen B sind normalerweise stromlos. Während der Operation werden im gleichen Takt mit den Additionen die Wicklungen B nacheinander für einen Augenblick unter Strom gesetzt. Der Anker f schließt also normalerweise die Speicherleitung b an die Grundleitung g an, die immer Strom führt, so daß die Relais R als normale Speicherrelais wirken.

Der Magnet B_n ist angezogen gezeichnet. Er ...die drei Magnete A_n , A_{n+1} , A_{n+2} wie folgt:

A_n wird durch Ad V gesteuert; die sich aus den Vorzeichen des Restes ergebende Ziffer wird also auf A_n gespeichert. Durch Schließen des Ankers e wird $A_n + 2$ auf L und durch Öffnen des Ankers f $A_n + 1$ auf Null gestellt. Somit ist die quadratische Ergänzung durch Anhängen der Ziffern 0L gebildet. Die in der Magnetgruppe A eingestellte Zahl wird dann über die Anker a auf Ad II übertragen.

Patentansprüche

1. Im Sekundalsystem arbeitende Rechenmaschine, dadurch gekennzeichnet, daß die Rechenoperationen und die Übersetzung der Dezimalzahlen in Sekundalzahlen und umgekehrt nach Auflösung in einzelne Additionen auf derselben Rechenvorrichtung durchgeführt werden, indem die Übersetzung durch ziffernweisen Auf- bzw. Abbau der Zahl mit dazwischenliegender Multiplikation mit 10 erfolgt.
2. Rechenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ziffern der Dezimalzahl von der höchsten Stelle aus ihrem Ziffernwert entsprechend bis zu n -Stelle hinter dem Komma ins Sekundalsystem übersetzt und nacheinander addiert werden und zwischen jeder Addition die Multiplikation der bereits erhaltenen Zahl mit 10 erfolgt, worauf sich das Resultat nach Division durch 10^n ergibt.
3. Rechenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Sekundalzahl zunächst durch die dem Stellenumfang der Maschine entsprechende größtmögliche n -te Potenz von 10 dividiert wird, dann die jeweils vor dem Komma liegenden Ziffern der Sekundalzahl in die gleichwertige Dezimalziffer übersetzt und gelöscht werden und nach jeder Ziffernbildung der Rest mit 10 multipliziert wird, worauf sich das Resultat durch Aneinanderreihung der gebildeten Dezimalziffern von links nach rechts mit dem Komma hinter der $(n + 1)$ -te Stelle ergibt.
4. Rechenmaschine nach Anspruch 1–3 zur Verarbeitung von Zahlen, die in der Form $y = 2^a \cdot b$ gegeben sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung aus zwei Teilen: A zur Verrechnung der Werte a , B zur Verrechnung der Werte b besteht, die derart miteinander in Verbindung stehen, daß die Auf- bzw. Abwärtsverschiebung des Wertes b im Teil B mit der Addition von -1 bzw. $+1$ zum Werte a im Teil A gleichläuft.
5. Rechenmaschine nach Anspruch 1–4, dadurch gekennzeichnet, daß für die Addition zweier in halblogarithmischer Schreibweise gegebener Zahlen der

dem absolut kleineren a zugeordnete Wert b um die Differenz der a -Werte beider Summanden abwärts verschoben wird, sodann die Addition durchgeführt wird, worauf sich das Resultat durch Ausrichten des Wertes b in bezug auf das Komma und entsprechende Korrektur des absolut größeren a ergibt.

6. Rechenmaschine nach Anspruch 1–5, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Summanden an zwei Gruppen von Einstellgliedern (Ad I und Ad II) der Additionsvorrichtung (Ad) eingestellt werden, die Zahlen einen Kreislauf von der Additionsvorrichtung (Ad) über die Steuervorrichtung (St), die Verteiler (RV I, II) und die Zwischenspeicher (RSp I, II) ausfahren, wobei einerseits durch die Steuervorrichtung (St) die bei der Additionsvorrichtung (Ad II) eingestellte Zahl entweder mit oder ohne Addition der bei der Additionsvorrichtung (Ad I) eingestellten Zahl in den Kreislauf gegeben wird, und andererseits die Zahl in den Verteilern (RV I, RV II) die für die betreffende Rechenoperation erforderlichen Stellenverschiebungen erfährt (Abb. 1).
7. Rechenmaschine nach Anspruch 1–6, dadurch gekennzeichnet, daß bei Multiplikation der Multiplikand auf der Additionsvorrichtung (Ad I) konstant eingestellt wird, die Zwischenresultate über den Verteiler (RV II) mit einer Abwärtsverschiebung um eine Stelle auf die Additionsvorrichtung (Ad II) übertragen werden, während die Steuervorrichtung (St) durch das ziffernweise Abtasten des Multiplikators, angefangen von der höchsten Stelle, so gesteuert wird, daß bei der Ziffer L die Addition gültig ist und bei der Ziffer 0 blind verläuft.
8. Rechenmaschine nach Anspruch 1–6, dadurch gekennzeichnet, daß bei Division das Divisorsupplement auf der Additionsvorrichtung (Ad I) und der Dividend auf der Additionsvorrichtung (Ad II) und beim Quadratwurzelziehen der Radikand auf der Additionsvorrichtung (Ad II) und auf der Additionsvorrichtung (Ad I) das Supplement des im Laufe der Rechnung aufzubauenden Resultats mit quadratischer Ergänzung eingestellt wird und der Rest über den Verteiler (RV II) mit einer Aufwärtsverschiebung um eine Stelle auf die Additionsvorrichtung (Ad II) übertragen wird, während die Steuervorrichtung (St) durch die Additionsvorrichtung (Ad) so gesteuert wird, daß die Addition bei positivem Rest gültig und bei negativem Rest ungültig ist.
9. Rechenmaschine nach Anspruch 1–6, dadurch gekennzeichnet, daß für die Multiplikation mit L0L0, L.0L oder 0.L0L der Multiplikand über die Verteiler (RV I, II) zugleich auf die Additionsvorrichtung (Ad I), Ad II) mit den Stellungen der beiden Ziffern L des Multiplikators entsprechenden Verschiebungen übertragen wird, worauf sich das Resultat durch Addition ergibt.

10. Rechenmaschine nach Anspruch 1–6 und 9, dadurch gekennzeichnet, daß beim Übersetzen während des Auf- bzw. Abbaus der Zahl der Wert b mit L0L0 und bei fortgesetzter Multiplikation mit 10 zwecks Berücksichtigung der Kommastellung der Wert b mit L,0L bzw. 0,L0L multipliziert wird, unter gleichzeitiger Erhöhung des Wertes a um LL bzw. L00, so daß die Ziffernreihe von b keine wesentlichen Verschiebungen erleidet.
11. Additionsvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Stelle zugeordnete zur höheren Stelle führende Übertragungsleitungen b bei der Ziffernsumme 0 unangeschlossen bleiben, bei der Ziffernsumme L0 an die Grundleitung a und bei der Ziffernsumme L an die vorhergehende Übertragungsleitung angeschlossen werden, worauf sich das Resultat aus der Ziffernsumme und der Stromverteilung in den Übertragungsleitungen ergibt (Abb. 3).
12. Ausführungsform der Additionsvorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Summandenziffern an Magneten (M_1 , M_2) eingestellt werden und ein Magnet (M_1) mit dem Anker (d) des Magneten (M_2) festverbunden ist, so daß der dem Magneten (M_1) zugeordnete Anker (c) die der Ziffernsumme entsprechende Stellung 0, L oder L0 einnimmt (Abb. 4).
13. Additionsvorrichtung nach Anspruch 11 und 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Ziffernbildung des Resultats durch zwei Magnete (M_3 , M_4) erfolgt, deren Anker so hintereinander geschaltet sind, daß sie den Resultatstromkreis (Ad III) schließen, wenn einer von beiden Magneten Strom führt, und offen lassen, wenn keiner oder beide Strom führen, und der Magnet (M_3) über den Anker c bei der Ziffernsumme L an die Grundleitung a angeschlossen ist, während der Magnet (M_4) an die Übertragungsleitung (b_n) angeschlossen ist.
14. Verteiler der Rechenvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß bei symbolischer Anordnung in Rasterform, wobei die senkrechten Leitungen an die Steuervorrichtung (St) und die waagerechten Leitungen an die Zwischenspeicher (RSp I, II) angeschlossen sind, die Verbindung der Leitungen über den Kreuzungspunkten zugeordnete Relais erfolgt, die je zu einer Diagonale zusammengefaßt dem gleichen Steuerungsimpuls folgen und eine der Lage der Diagonale entsprechende Stellenverschiebung bewirken (Abb. 1).
15. Vorrichtung zum Aufbau des Resultats der Quadratwurzel mit quadratischer Ergänzung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die zu bildende Zahl in einer Reihe von Gliedern A aufgebaut wird, von wo aus die eingestellte Zahl auf die Additionsvorrichtung übertragen wird, während die Steuerung der Glieder A durch eine Reihe nacheinander in Tätigkeit

tretender Glieder B_n erfolgt, die die drei Glieder A_n , A_{n+1} , A_{n+2} jeweils derart beeinflussen, daß A_{n+2} auf L, A_{n+1} auf 0 und A_n durch Verbindung mit der Additionsvorrichtung (Ad V) bei positivem Vorzeichen des Restes auf L gestellt wird (Abb. 1)

16. Elektrische Ausführungsform der Vorrichtung zum Aufbauen der Quadratwurzel mit quadratischer Ergänzung nach Anspruch 6 und 15, dadurch gekennzeichnet, daß den Einstellgliedern (A) die Relais (A) entsprechen, die bei stromführender Wicklung (Ziffer L) die Anker (a, b) anziehen, wobei über dem Anker (a) die eingestellte Zahl abgelesen wird, über die Leitung c die Ziffer eingestellt wird und über den Anker (L) die Einstellung festgehalten bzw. gelöscht wird, während den Gliedern B die Relais (B) entsprechen, die nacheinander für einen Augenblick mit Strom versorgt werden und dabei Kontakte (d, e) schließen und einen Kontakt (f) öffnen, wodurch über Kontakt (d) die Leitung (c) von A_n mit Ad V, über Kontakt (e) die Leitung (c) von $A_n + 2$ mit der ...stromführenden Grundleitung (g) verbunden wird, und durch Kontakt (f) die Verbindung der Leitung (b) von $A_n + 1$ mit der Grundleitung (g) unterbrochen wird, so daß A_n durch Ad V gesteuert wird, A_{n+2} auf L gestellt und A_{n+1} gelöscht wird.