



Title: Die Entwicklung des Versuchsmodells einer elektronischen Rechenmaschine
Author(s): Helmut T. Schreyer
Date: 1977
Published by: Konrad Zuse Internet Archive
Source: Essay - ZIA ID: 0696

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.

Die Entwicklung des Versuchsmodells einer elektronischen Rechenmaschine.

Helmut T. Schreyer

A) Historischer Ablauf

Als ich 1934 mein Studium der Fernmeldetechnik an der Technischen Hochschule (heute Technische Universität) in Berlin begann, trat ich beinahe gleichzeitig dem Akademischen Verein "Motiv" bei. An jedem Donnerstag trafen sich alle aktiven Mitglieder zu fröhlichem Umtrunk in der Leibnizstraße, wo auch immer als Höhepunkt ein kleines selbst verfasstes Theaterstück, wir nannten es Mimik, aufgeführt wurde. Da war ein Mime besonders eifrig, er hieß dort Kuno, mit dem richtigen Namen Konrad Zuse, der sich an beinahe allen Mimiken beteiligte, und der, wenn die Zuschauer wegen mangelnden Humors der Mimik nicht lachten, sich jedes Mal auf offener Bühne einen Eimer Wasser über den Kopf schüttete. Da ich nun selbst so manche Mimik entwarf und auch mitspielte, wurden wir bald miteinander bekannt. Zuse lud mich dann auch in seine Wohnung ein, um dort das Modell einer mechanischen Rechenmaschine zu bewundern. Ich sah mir dieses Wunderwerk an, das aus Teilen von Rollenlagern, Glasplatten, Blechen und Gestängen bestand, und wir freuten uns gemeinsam, wenn an einem mechanischen Schieberegister, wie man es heute nennen würde, eine einmalige Eingabe von einem Relais zum andern wanderte. Da ich vor meinem Studium als Praktikant während eines Jahres in der Lehrlingswerkstätte der A E G genügend handwerkliche Fähigkeiten erworben

./,

hatte, lud er mich ein, bei ihm mitzuhelfen, die mechanischen Relais herzustellen. Dies war eine mühselige Arbeit, mit der Laubsäge die Bleche auszusägen, sodaß er mir den Auftrag gab, eine elektrisch betriebene Laubsägemaschine zu bauen. Diese funktionierte auch zur allgemeinen Zufriedenheit, und andere Motiv-Mitglieder kamen, um an der Sägemaschine weiter zu arbeiten, während ich eine Ablese- und Lochvorrichtung für Programmstreifen herstellte. Da ich früher einmal Filmvorführer war, kannte ich die Festigkeit des Kinofilmes und die Möglichkeit, den Film mittels Perforation schrittweise zu transportieren. Ich schlug deshalb vor, als Lochstreifen Kinofilm zu verwenden, ein Material, das auch später bei elektromagnetischen Relaismaschinen verwendet wurde.

Störend war bei der Erweiterung der mechanischen Rechenmaschine, daß es große Schwierigkeiten mit den Verbindungen durch Gestänge gab. Und da ich, wie schon gesagt, Fernmeldetechnik studierte, war ich mit dem Studium und der Anwendung elektromagnetischer Relais bestens vertraut. Ich schlug deshalb vor, es doch einmal mit diesen Relais zu versuchen. Mein Freund Zuse fing sofort an, die Schaltung für ein Versuchsmodell zu entwerfen. Schwierig war nur die Beschaffung der Relais, denn neue Relais waren viel zu teuer. So fanden wir nach vielem Suchen einen Altwarenhändler in Charlottenburg, der alte Telefonämter aufkaufte und die Relais ausschachtete. Hier konnten wir dann die notwendigen Relais zu erschwinglichen Preisen kaufen, mussten sie jedoch erst wieder reinigen und neu justieren. Auch fanden wir dort Drehwähler, sodaß das Versuchsmodell gebaut werden konnte und auch zur Zufriedenheit funktionierte. Nun war der Weg offen zum Bau größerer Maschinen.

Die Rechengeschwindigkeit war auch bedeutend höher als bei der mechanischen Ausführung, mehrfach so schnell, und die Montage bestand hauptsächlich nur noch in der Verdrahtung, sodaß die Schwierigkeiten mit dem Gestänge wegfielen. Zuse hatte aber die Idee, wegen der Einfachheit und Billigkeit, das Speicherwerk auch weiterhin mit mechanischen Relais auszuführen.

Mein Interesse war, wiederum durch das Studium angeregt, die elektromagnetischen Relais durch elektronische Elemente zu ersetzen. Ich entwarf deshalb eine Grundschialtung, bei der die Röhre den Elektromagneten und die Glimmlampen die Kontakte ersetzen sollten.

Inzwischen hatte ich mein Studium beendet und trat als wissenschaftlicher Assistent dem Lehrstuhl für Fernsprech- und Telegrafentechnik bei, dessen Leiter Prof.Dr.Ing. Stäblein war. Ihm zeigte ich meine Idee, und er schlug vor, die Entwicklung eines Röhrenrelais, wie ich das damals nannte, als Doktorarbeit auszuarbeiten. Er stellte mir sogar aus den bescheidenen Mitteln des Lehrstuhls etwas Geld zur Verfügung, um die Einzelteile kaufen zu können. So kam es, daß ich die verschiedenen elektromagnetischen Relais Typen mittels Röhren und Glimmlampen nachbildete, was ja ausführlich aus der beigefügten Doktorarbeit zu ersehen ist. Als Anwendungsbeispiel wählte ich eine impulsgesteuerte Relaiskette, die man heute Schieberegister nennt, und die als Frequenzteiler für die Teilungen durch zwei und drei gewählt wurde.

Da ich auch am Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung tätig war, und dort kriegswichtige Arbeiten verrichtete, trat da

./,

das Problem der Frequenzteilung öfters auf, es wurde damals durch abgestimmte synchronisierte Schwingkreise gelöst. Ich konnte also mit einigem Stolz einen Frequenzteiler zeigen, der nicht mit festen Frequenzen arbeitete, und der auf einem Frequenzband von 1 - 5000 Hz einwandfrei arbeitete. Damit man das Arbeiten des Frequenzteilers auch kontrollieren konnte, hatte ich ihn außerdem für Handschaltung eingerichtet, sodaß man Schritt für Schritt die Funktion beobachten konnte, denn die Glühlampen zeigten ja immer den jeweiligen Stand der Schaltung an.

Es sei noch zu erwähnen, daß auch das bekannte Flip-Flop in der Doktorarbeit auftrat (Abb. 8), eine Schaltung, die wegen der Kriegsumstände erst nach dem Krieg in Deutschland unter den Namen Eccles-Jordan bekannt wurde.

Alle diese Arbeiten steuerten auf das Ziel hin, einen elektronischen Rechner einmal bauen zu können. Während ich bei der Doktorarbeit noch die Doppeltriode EDD 11 verwendete, bemerkte ich, daß bei der "Und" - Schaltung eine saubere Trennung der Eingänge nicht zu verwirklichen war.

Die Abbildungen 6 und 16 zeigen die damals benutzte Schaltung, bei der durch Addition der Ströme über R_1 und R_2 die "Und" - Schaltung verwirklicht wurde. Derartige "UND" - Schaltungen haben den Nachteil, daß sie neben der mangelhaften Trennung der Eingänge auch noch auf Unregelmässigkeit in der Kennlinie der Röhre und Toleranzgenauigkeit der Widerstände empfindlich sind. Ich hatte damals einen guten Freund bei Telefunken, Herrn Uitz (s. Schlußwort), der auch meine Doktorarbeit bei Telefunken schreiben ließ, und der mich dem Leiter der Röhrenent-

wicklung von Telefunken, Herrn Dr. Karl, vorstellte. Den informierte ich von meinen Bedenken und schlug ihm vor, eine Doppelröhre zu entwickeln, die in der einen Hälfte eine Tetrode darstellt, bei der beide Gitter gleiche Steilheit haben, während die andere Hälfte durch eine Triode gebildet werden sollte. Ich gab ihm die notwendigen Daten für diese Röhre, und eines schönen Tages hatte er einige Versuchsröhren fertig. Ich machte ihn aber gleich darauf aufmerksam, daß ich eine derartige Entwicklung nicht bezahlen könnte, worauf er mit einem Lächeln mir die Röhren überreichte. Diese Röhre nannte sich EDE 100, eine Ausführung der Stahlröhren-Serie.

Sofort ausgeführte Versuche zeigten, daß die Röhre geeignet war, und daß mit geeigneten Glühlampen eine größere Anlage gebaut werden konnte. Jedoch fehlten dazu die Mittel.

Zuse und ich begaben uns daher zum Oberkommando des Heeres (OKH). Der zuständige Offizier hörte sich geduldig unsere Vorschläge an und fragte uns, in welcher Zeit wir so eine Maschine fertig haben könnten. Auf die Antwort, daß eine weitere Entwicklung noch etwa 2-3 Jahre dauern dürfte, fing er an zu brüllen, was wir eigentlich dächten, wie lange der Krieg noch dauern sollte. Er wäre nur an einer Apparatur interessiert, die in kurzer Zeit geliefert werden könnte.

So wandten wir uns an die Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt (DVL), deren Leiter, Herr Prof. Teichmann, sich meine Arbeiten und meine während der Doktorarbeit gebaute Relaiskette anschaute und verkündete, daß er vorläufig lediglich ein Versuchsmodell finanzieren könne. Das war für uns eine Kompromiß-Lösung, aber sie ermöglichte zu zeigen, daß man eine größere elektronische Rechenmaschine bauen könne. Zuse

entwarf hierzu einen elektromagnetischen Umwandler von dreistelligen Dezimalzahlen in Binärzahlen, der mit festem Programm, von Drehwählern abgetastet, arbeitete. Meine Aufgabe war, diese Schaltung in elektronische Schaltungen umzuwandeln. Auf Einzelheiten soll im 2. Kapitel mehr eingegangen werden. Telefunken lieferte hierfür 150 Röhren, eine schnell schaltende Glimmlampe wurde gefunden und, da die Arbeit als kriegswichtig erklärt wurde, so konnte ich sie am Lehrstuhl für Fernsprech- und Telegrafentechnik ausführen. Zuse hatte in der Zwischenzeit eine eigene Firma gegründet, nachdem er vom Kriegsdienst befreit worden war. Hierbei habe ich ebenfalls, durch ein Schreiben an die zuständigen Heeresseinheiten über die Wichtigkeit der Rechenmaschine, mitgeholfen. Die Veröffentlichung dieses Schreibens findet man im Buch von Prof. Randell, New Castle, über die Geschichte der Rechenmaschinen, das in englischer Sprache erschien.

Die einzelnen Relais wurden in Modul-Bauweise hergestellt, und die Firma Zuse führte den Zusammenbau aus. Gleichzeitig wurde auch ein Parallelspeicherwerk aus Spezialglimmlampen entwickelt, über das später berichtet werden soll.

Da ich noch an anderen kriegswichtigen Entwicklungen beteiligt war, wie z.B. dem Beschleunigungsmesser der A 4 (V 2), ferner einem Detektor für nicht explodierte Bomben und weiter einem Umsetzer von Radar-Analog-Werten in akkustische Signale für Jagdflugzeuge, so ging die Entwicklung des Versuchsmodells, die 1941 anfang, etwas langsam vorwärts. Die Dringlichkeitsstufe für die Rechenmaschine war geringer als für die anderen Arbeiten. Deshalb wurde das erste Versuchsmodell

./.

erst ein Jahr später fertig, und es zeigte sich, daß die Geschwindigkeit und die Zuverlässigkeit noch zu wünschen übrig ließ. Die Relais-Module wurden daher nochmals umgebaut, wobei wegen der vorhandenen Schaltkapazität die Widerstandswerte erniedrigt wurden, was die Geschwindigkeit wesentlich erhöhte, und man auf eine Schaltfrequenz von etwa 10 000 Hz kam. Die Zuverlässigkeit der Zündung der Glimmlampen wurde dadurch erhöht, daß man die Anlage mit ultraviolettem Licht anstrahlte.

Am 23.11.1943 kam dann ein starker Luftangriff, bei dem auch die Technische Hochschule getroffen wurde, und bei dem das Versuchsmodell beschädigt wurde. Die Luftangriffe verschärften sich danach derart, daß ein kontinuierliches Arbeiten unmöglich wurde. So dauerte die Instandsetzung des elektronischen Rechners längere Zeit, während der auch noch die anderen kriegswichtigen Arbeiten ausgeführt werden und die Schäden durch die Luftangriffe im Gebäude beseitigt werden mussten.

Bei diesen Arbeiten hat mich Dipl.Ing. Martin Wolters, der heute wissenschaftlicher Chefberater und Direktor der Informatik-Systeme bei Siemens ist, und damals ebenfalls Assistent am Lehrstuhl für Fernsprech- und Telegrafentechnik der TH Berlin war, zeitweise unterstützt.

Mein Freund Zuse verkündete mir eines Tages, daß er seine Firma aus Berlin nach dem Süden verlegen und er gerne mein Versuchsmodell mitnehmen würde. Ich selbst wurde mit dem Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung nach Erlangen versetzt. Dort kam es allerdings nicht mehr zu einem geregelten Arbeiten, da wenige Wochen später

die Amerikaner Erlangen erobert hatten und das Laboratorium auflösten.

Im Jahre 1947 habe ich nochmals etwas von dem Versuchsmodell gehört, als ich zu einer Tagung von Computer-Fachleuten nach Göttingen reiste, eine Tagung, die von der britischen Marine geplant wurde. Dort erfuhr ich, daß das Modell in einer Scheune bei Göttingen zurückgelassen worden war. Ein Militärfahrzeug fuhr Zuse und mich an die Stelle, aber es war nichts mehr zu finden. Ein ähnliches Schicksal erreichte die Spezialröhren. Als Zuse mich in Erlangen besuchen wollte, um mir einen Koffer mit Röhren zu überreichen, gab er den Koffer bei der damals sehr unsicheren Reichsbahn auf. Der Koffer ist nie in Erlangen angekommen, so hatte ich außer schriftlichen Unterlagen nichts mehr von dem Versuchsmodell.

Da in der damaligen Nachkriegszeit ein geregeltes Arbeiten in Rechenmaschinen wie überhaupt in meinem Beruf der Fernmeldetechnik beinahe unmöglich war, wanderte ich 1949 nach Brasilien aus. Ich ließ vorher alle meine Unterlagen bei meinem Freund Zuse, denn ich wusste, daß man in Brasilien nicht in Computer-Technik arbeiten konnte. Ich musste mich also ganz wieder auf Fernmeldetechnik umstellen, einem Gebiet, das gerade im weiten Brasilien ein großes Betätigungsfeld hat. Dort bin ich als Leiter des Laboratoriums der brasilianischen Post und außerdem als Professor an der Technischen Hochschule des Heeres bis heute tätig.

Als ich 1962 zu einer Tagung der IFIP in München eingeladen wurde, fand ich dort meine Unterlagen ausgestellt. Herr Dr. de Beauclair hatte die Unterlagen nach der Tagung gesammelt, um sie in seinem Buch zu verwenden. Im Jahre 1977 sandte er sie dann an Zuse, damit ich sie für diese Arbeit verwenden könne, wofür ich Herrn Dr. de

Beauclair sehr dankbar bin.

B) Technische Beschreibung:

Die Doktorarbeit (1 und 1a), die "Das Röhrenrelais und seine Schaltungstechnik" behandelt, und die hier beigelegt ist, beschreibt in genügender Weise den damaligen Stand der Technik, es soll also hier nicht nochmals näher eingegangen werden. Erwähnt sei lediglich als Grundschialtung die Abb. 6, die eine "UND"-Schaltung und die Abb.8, die ein Flip-Flop darstellt und ferner das Schieberegister der Abb. 20, das als Frequenzteiler verwendet wurde.

Die im danach gebauten Versuchsmodell verwendeten Röhrenrelais werden in den ebenfalls beigelegten Blättern 2a bis 2k als Relais Typen 1-5 gezeigt, wobei hier die Doppeltriode EDE 100 angewandt wurde.

Die Freihandzeichnungen 1-5 (2a, 2c, 2f und 2j) zeigen die ursprünglichen Module, wie sie zuerst in das Modell eingebaut wurden, und die mit dem Lineal gezeichneten Typen 1-5 (2b, 2e, 2g, 2i, 2k) die geänderten Module mit anderen Widerstandswerten zwecks Erhöhung der Schaltfrequenz. Die Werte sind in kOHM. Hier zeigt Type 3 (2g) die eigentliche Grundschialtung, die am Glimmlampenausgang die logische "UND"-Funktion und Negation:

$$GL_n = S_1^1 \wedge S_1^2 \wedge \bar{S}_2$$

aufweist. Verbindet man beispielsweise $S_{2,1}$ mit S_1^2 , so kann man durch Verbindung mit anderen Modul-Ausgängen über Glimmlampen die "ODER"-Funktion erzeugen,



wodurch die obige Funktion in

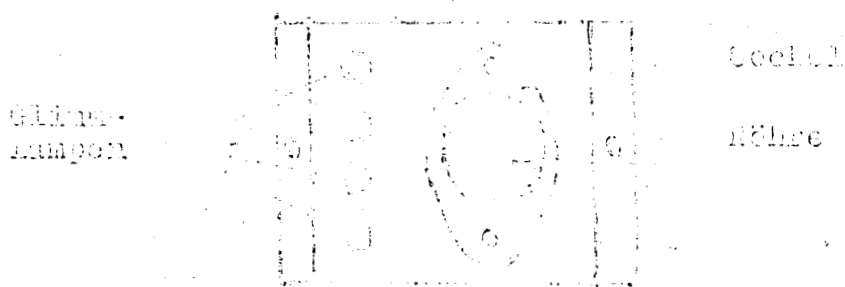
$$GL_n = (A \vee B) \wedge \bar{E}_2$$

übergeht..

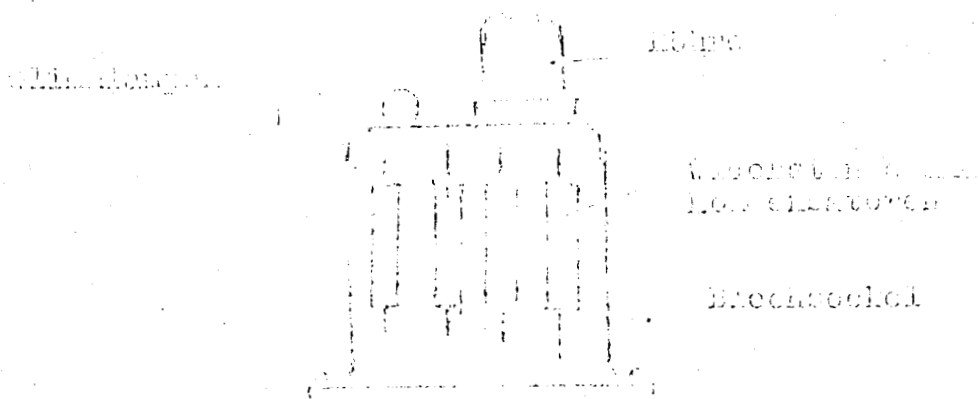
Relaistype 4 (2i) zeigt ebenfalls diese letztgenannte Änderung, nur mit dem Unterschied, daß das eine Steuergitter mit der Kathode verbunden wurde.

Die rechts unten gezeigte quadratische Platte (2i) zeigt die Aussenanschlüsse des Modul-Bausteins, der ungefähr folgenden Aufbau hatte:

Ansicht von oben:



Ansicht von der Seite:



Bl.3 zeigt den von Zuse entworfenen Umwandler von dreistelligen Dezimalzahlen in Binärzahlen. Das Festprogramm enthielten die rechts gezeichneten Drehwählerarme, die von einem Impulsgeber in Schritten bewegt wurden. Die Eingabe der Dezimalwerte wurde über die Tastatur (Bl.4) vorgenommen. Die Dekaden wurden, durch den Drehwähler gesteuert, hintereinander abgetastet und im Addierwerk (Bl.3 rechts) verarbeitet. Das Endresultat erschien danach in Fallklappen (Bl.3 links unten).

In Anlehnung an diese Schaltung wurde nun die elektronische Schaltung entwickelt, bei der die vorher in 2b, 2e, 2g und 2k gezeigte Symbolik angewandt wurde. Bl.5 zeigt die elektronische Schaltung als Ersatz für die Drehwähler und den Impulsgeber. Der Impulsgeber war ein freischwingender Multivibrator, dessen Rechteckimpulse in der darauf folgenden Röhre verstärkt und durch Begrenzung von Unregelmässigkeiten gesäubert wurden. Diese Impulse steuerten ein Schieberegister, das die Drehwählerarme ersetzte. Dieses Schieberegister benötigte nicht mehr einen Leistungsverstärker wie in der vorhergehenden Doktorarbeit, die Phasenumkehr wurde durch das Röhrenrelais ST_{r2} vorgenommen. Das Festprogramm wurde an den Ausgängen Fh, Fg, Fd sowie Fi abgenommen, während die Abtastung der in der Tastatur eingegebenen Dezimalwerte an den Ausgängen Z_{a2} , Z_{a1} , Z_{a0} , der entsprechenden Röhrenrelais erreicht wurde.

Bl.7 zeigt das eigentliche Rechenwerk, das hier ein Addierwerk ist, da zur Umwandlung von mehrstelligen Dezimalzahlen in Binärzahlen, die wiederholte Addition mit der entsprechenden Stellenverschiebung notwendig ist. Das Rechenwerk wurde ebenfalls taktmässig durch St_1 und das Röhrenrelais Str_1 gesteuert.

./.

Anstelle der Fallklappen für die Resultatausgabe wurde das Röhrenrelais Str₁ durch den Impuls Fi gesperrt, wodurch das Resultat in der unteren Relaisgruppe nicht gelöscht werden konnte. Die Kette (Schieberegister) machte nur einen einmaligen Umlauf und blieb dann mit dem letzten Relais, bei dem der Impuls Fi abgenommen wurde, stehen. Die Glimmlampen (8) von Fd, die das Resultat zeigten, wurden im Schaltpult untergebracht und löschten erst, wenn die Taste "löschen"(Bl.5) gedrückt wurde. Hiernach war erst ein neuer Start möglich. Außer der schnellen Durchschaltung war auch eine Handschaltung der Kette vorgesehen (L in Bl.5), um die einzelnen Funktionen prüfen zu können.

Die Schaltung des Befehls- und Anzeigepulsts zeigen die Blätter 8 und 9, inklusive des teilweise gezeigten Netzgerätes.

Zur Prüfung der einzelnen Module wurde ein Prüfgerät (Bl.10) entwickelt, das sämtliche Funktionsbedingungen nachbildete.

Bl. 11a bis d zeigt endlich die "Schaltungsanordnung eines elektrischen Kombinations-Speicherwerkes", das am 11. Juni 1943 patentiert wurde, die Patenterteilung wegen der Kriegsumstände jedoch am 1. Dezember 1955 wiederholt wurde. Es handelt sich hierbei um einen Parallel-Speicher, bei dem in Abb.1 und 2 je 2 Zellen mit 3 Binärstellen gezeigt wurden. Verwendet wurden sogenannte Thyatron-Speicherelemente wie sie auch in dem jetzt bekannt gewordenen Colossus-Computer in England während des Krieges angewandt wurden. Die Funktionsbeschreibung geht in genügender Weise aus der Patentschrift hervor.

C) Schlußbemerkung:

Wie man aus dem vorher gesagten ersehen kann, war man aufgrund der Entwicklung des Versuchsmodells durchaus in der Lage, eine größere Rechenmaschine zu bauen. Rechenwerk, Speicherwerk, Kommandowerk und Tastatur waren vorhanden, es fehlte lediglich das Ablesegerät von Lochstreifen, das aber keine Schwierigkeiten wegen seiner Einfachheit aufgewiesen hätte, außerdem hätte man ja den bereits entwickelten Abtaster der elektromagnetischen Maschine übernehmen können.

Daß es zum Bau dieser größeren Maschine nicht kam, verdankte man den damaligen Zeitumständen. Es war Krieg und kriegswichtige Arbeiten mit hoher Dringlichkeitsstufe gingen vor. Außerdem waren nur beschränkte Geldmittel vorhanden, und, was vielleicht noch wichtiger ist, es war kein Personal vorhanden, das mich bei meinen Arbeiten unterstützen konnte, um diese Entwicklungen schneller vorwärts zu treiben. Es ist bekannt, daß bei all den Entwicklungen von Rechenmaschinen, sei es in USA oder England, ein Team von Wissenschaftlern und Technikern vorhanden war, von denen jeder eine Teilaufgabe zu lösen hatte, und lediglich die Oberaufsicht auf eine Person konzentriert war. Alle diese Erleichterungen hatte ich bei meinen Arbeiten nicht. Es war also ein "Einmann-Team", das außerdem noch andere Arbeiten zu verrichten und mit den Schwierigkeiten der Kriegsumstände zu kämpfen hatte.

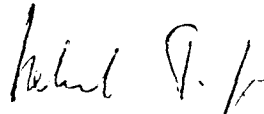
Ich hatte damals keine Möglichkeit, wegen der Kriegsumstände mich über ausländische Entwicklungen zu informieren, und musste daher zu meinem Erstaunen später feststellen, daß die Schaltungen von Computern mit Röhren meinen Schaltungen doch sehr ähnlich waren. Es

./.

ist daher interessant, auch hier festzustellen, daß derartige Entwicklungen mitunter "in der Luft liegen", wie es ja bei anderen Erfindungen z.B. von Telefon und Elektronenröhre auch der Fall war.

Abschließend möchte ich der GMD, insbesondere Herrn Prof.Dr. Krückerberg danken für die Ermöglichung der Reise nach Deutschland, die es mir erlaubte, die damaligen Unterlagen einzusehen und zu einem Bericht zusammen zu fassen. Auch danke ich Herrn Ministerial-Direktor Dr. Güntsch vom Bundesministerium für Forschung und Technik, der sich für diese meine Reise eingesetzt hat, sowie nicht zuletzt meinem Freund Prof.Dr. Konrad Zuse, der, wie schon früher, wiederum den Anlass zu dieser Arbeit gab.

Mosbach/Baden, den 1.8.1977



Dr.-Ing. Helmut T. Schreyer
Leiter des Fernmeldelabors der
Brasilianischen Post und Professor
der Technischen Hochschule des Bra-
silianischen Heeres in Rio de Janeiro.