

TMASK unterscheidet innerhalb der Maske zwischen Führungstexten sowie Ein- und Ausgaben von String-, Real- und Integerwerten. Mittels spezieller Parameter, die gleichzeitig die Länge der Eingaben bzw. Ausgaben bestimmen, wählt TMASK die jeweilige typenbezogene E/A-Prozedur.

TMASK bietet

– beim Maskenentwurf

• Editieren des Maskenentwurfs; dabei werden gebräuchliche Steuerzeichen des Textprozessors genutzt,

• Lauffähigkeit auf BAB 1 und BAB 2,

• Sichern Maskenentwürfe als Textfile,

• Akzeptanz von Textfiles als Maskenentwurf

– beim späteren Programm

• formatierte Ein- und Ausgabe von bis zu 64 Werten,

• vom Anwender festgelegte Reihenfolge der Eingaben, unabhängig von ihrer Position in der Bildschirmmaske,

• Vorwärts- und Rückwärtsbewegung zur nächsten bzw. vorhergehenden Eingabe in Abhängigkeit von der Taste, welche die Eingabe abschloß (CTRL-E = zurück, CTRL-X, RETURN = vorwärts),

• Rückgabe einer Ergebnismeldung aus der Prozedur.

TMASK ist ein overlay-freies Programm, das unter SCP-kompatiblen Betriebssystemen arbeitet.

Interessierte Nachnutzer wenden sich bitte an den Magistrat von Berlin, DDR, Abt. Finanzen, Klosterstr. 59, Berlin, 1020, Tel.: 2 42 37 00.

Höltling

● rundblick

Am Anfang war OPREMA ...

Die Entwicklungsgeschichte der ersten funktionsfähigen Rechenanlage in der DDR

Edgar Mühlhausen

VEB Carl Zeiss Jena, Forschungszentrum

Im September 1955 wurde das Rechenzentrum des VEB Carl Zeiss Jena gegründet. Rechentchnische Basis war die OPREMA

(OPTik-REchen-MASchine), die im FE-Bereich des Betriebes in sehr kurzer Zeit entwickelt, im Dezember 1954 fertiggestellt worden war und ab Juni 1955 im vollen Rechenbetrieb genutzt wurde. Seitdem sind mehr als 30 Jahre vergangen –

Anlaß genug, um an die technische Leistung zu erinnern, die mit dieser Entwicklung vollbracht wurde und die man unter Berücksichtigung der damaligen Verhältnisse nicht hoch genug einschätzen kann. 30 Jahre Abstand – das ist bei dem ungeheuren Tempo, mit dem sich die Rechentchnik entwickelt hat, eine historische Zeitspanne. Die Rechentchnik hat seither unsere technische Welt weitgehend verändert. Mit der Mikroelektronik drangen elektronische Rechner in alle Lebensbereiche des Menschen ein. Es vollzog sich eine revolutionäre Entwicklung auf technischem Gebiet, deren Ende noch nicht abzusehen ist – ebensowenig wie die Auswirkungen, die sie auch in Zukunft auf Mensch und Technik haben wird.

Heute wird an der Entwicklung der 5. Generation elektronischer Rechenanlagen gearbeitet /1/ – die OPREMA war die erste Maschine der 1. Generation in der DDR.

1944	Mark 1	(Relaismaschine)
1946	ENIAC	(Ringzähler im 1-aus 10-Code)
1949	EDVAC	(bewegliches Komma)
1950	AVIDAC	(++)
	WHIRLWIND1	(++)
	SEAC	
1951	ADEC	(+, 3-Adreßmaschine)
	SWAC	(++)
	UNIVAC 1	(+, 3-Adreßmaschine)
1952	IAS	(++)
	MANIAC 1	(++)
	ORDVAC	(++)
	MAGNETRONIC	
	RESERVISOR	(++)
	ILLIAC	
	ELECOM 100	
1953	LOGISTICS	
	OARAC	(+)
	IBM 701	(++)
	RAYDAC	(++)
	MAGNEFILE	(+)
	UNIVAC SC	
	1103 A	(++, 2-Adreßmaschine)
	FLAC 1,2	(++)
	ORACLE	(++)
	UDEC 1,2	(++)

Als aktive logische Schaltelemente benutzten Mark 1 und ENIAC Relais, alle anderen Elektronenröhren. Die mit ++ gekennzeichneten Anlagen waren Parallelrechner, die mit + gekennzeichneten intern dualdezimal verschlüsselt organisiert. Zur Ausstattung des größten Teils der genannten Anlagen gehörte ein Magnettrommelspeicher.

Tabelle 1: Liste der in den USA bis 1953 in Dienst gestellten programmgesteuerten Rechenanlagen

1945	Fertigstellung der Z4	Duale Wortdarstellung, 27 Bit
Danach bis Ende der 50er Jahre	Entwicklung und industrielle Fertigung der Z11 (1960: 38 Anlagen im Einsatz)	Duale Wortdarstellung, 27 Bit Wortlänge, Einadressbefehle, Serienrechner, 10–26 Arbeitsspeicher, Add.-Zeit 200 ms, Mult. 600 ms, Relais, Schrittschalter, Lochstreifeneingabe und -ausgabe, Programme fest verdrahtet oder auf Lochstreifen
1952	Inbetriebnahme der G1 im Max-Planck-Institut in Göttingen	Duale Wortdarstellung, 32 Bit Wortlänge, Einadressbefehle, Serienrechner, Arbeitsspeicher: Magnettrommel mit 26 × 12 Worten, Add.-Zeit 5 ms, Mult. 320 ms, 406 Röhren, 101 Relais, Lochstreifeneingabe und -ausgabe, Schreibmaschine, Programmabarbeitung schrittweise durch Lochstreifenleser
1950–1954	Entwicklung der G2	Duale Wortdarstellung 50 Bit seriell, Einadressbefehle, Magnettrommel mit 2048 Worten, Add.-Zeit 0,6/20 ms, Mult. 80/100 ms, Lochstreifeneingabe und -ausgabe, Indexregister, Programm auf Trommel
1950–1957 1958	Entwicklung der DERA im Institut für praktische Mathematik in Darmstadt	Dezimale Wortdarstellung 14 Stellen, Einadressbefehle, Serienrechner, Ferritkernspeicher 100 Worte, Trommelspeicher 3000 Worte, Add.-Zeit 0,8 ms, Mult. 12–16 ms (ohne Zugriffszeit), Lochkarten, Drucker, Adressenrechenwerk, 1440 Röhren, 8000 Dioden, 90 Relais
1950–1956	Entwicklung der PERM im Institut für elektrische Nachrichtentechnik und Meßtechnik in München	Duale Wortdarstellung, 51 Bits, Parallelrechner, Einadressbefehle, Ferritkernspeicher 2048 Worte, gleitendes Komma, Add.-Zeit 12/30–540 µs, Mult. 280/500 µs, E/A: Lochstreifen, Schreibmaschine, Trommelspeicher 8192 Worte, 2400 Röhren, 3000 Dioden
1950–1956	Entwicklung der D1 im späteren Institut für maschinelle Rechentchnik an der TH Dresden	Duale Wortdarstellung, 72 Bit, Serienrechner, Einadressbefehle, Magnettrommelspeicher 2048 Worte, Add.-Zeit 6 ms, Mult. 22 ms, E/A: Lochstreifen, Blattschreiber, 760 Röhren, 100 Relais

Tabelle 2: Entwicklung der Rechentchnik im deutschsprachigen Raum Anfang der 50er Jahre

● veranstaltung ●

Jahrestagung der WGMA 1987 – Rechengestützte Meßtechnik und Qualitätssicherung CAQ für CAD/CAM und CIM

Termin: 12. bis 13. November 1987

Ort: Leipzig

Veranstalter: Wissenschaftlich-Technische Gesellschaft für Meß- und Automatisierungstechnik der Kammer der Technik

Schwerpunkt: Rechengestützte (fertigungstechnische, verfahrenstechnische, prüftechnologische, kostenoptimierte, programmtechnische) Qualitätssicherung

Organisatorische Hinweise:

Teilnahmewünsche sind zu richten an das Präsidium der KdT, Sekretariat der WGMA, PSF 1315, Berlin, 1086

Stand der Technik zum Zeitpunkt des Entwicklungsbeginns der OPREMA

1954 war die digitale Rechentechnik eine sehr junge technische Disziplin. Sie reicht in ihren ersten Anfängen kaum weiter zurück als in das Ende des 19. Jahrhunderts.

In Deutschland begann Conrad Zuse 1936 mit dem Bau programmgesteuerter Rechenanlagen, wobei seit 1938 durch Einsatz elektromechanischer Relais erste brauchbare Lösungen entstanden. 1945 wurde die bekannte Z4 fertiggestellt /2/.

In den Jahren nach dem 2. Weltkrieg wurden in den technisch fortgeschrittenen Ländern der Welt große Anstrengungen unternommen, die Entwicklung der programmgesteuerten Rechenanlagen voranzutreiben. An der Spitze der Entwicklung standen die USA, deren Stand zum Zeitpunkt der Aufnahme der Entwicklung der OPREMA (Frühjahr 1954) durch Tabelle 1 – zusammengestellt aus /3/ – charakterisiert wird.

In der UdSSR wurde in diesen Jahren ebenfalls an der Entwicklung von programmgesteuerten Rechenanlagen gearbeitet, von denen insbesondere die Anlagen BESM und URAL bekannt wurden. Der Entwicklungsstand programmgesteuerter Rechenanlagen zu dieser Zeit im deutschsprachigen Raum geht – ergänzend zu den oben gemachten Angaben über die Entwicklungen von C. Zuse – aus Tabelle 2 hervor /2/.

Entwicklung und Bau der OPREMA

Im Frühjahr 1954 begann im VEB Carl Zeiss Jena ein Entwicklungskollektiv auf Initiative des damaligen Entwicklungshauptleiters Dr. W. Kämmerer, der die wissenschaftliche Leitung des Projekts hatte, mit der Entwicklung der OPREMA. Die kurzfristige Entwicklung einer solchen Anlage war für den VEB Carl Zeiss dringend notwendig, weil bekannt geworden war, daß Konkurrenzfirmen dazu übergingen, optische Systeme mit programmgesteuerten Rechenanlagen zu berechnen und dadurch bedeutende Verkürzungen der Entwicklungszeiten erreichten (die Entwicklung hochwertiger Fotoobjektive z. B. betrug unter Benutzung elektromechanischer Tischrechenmaschinen bis zu 10 Jahre /5/). Schon knapp 7,5 Monate nach Auftragserteilung wurde der Bau der Anlage abgeschlossen.

Über einige Einzelheiten ihres Aufbaus soll im nächsten Abschnitt berichtet werden. An dieser Stelle seien die Hauptgesichtspunkte /4/ genannt, die beachtet werden mußten, als die verschiedenen Möglichkeiten, die der damalige Stand der Technik für den Bau von Rechenanlagen bot, gegeneinander abzuwägen waren unter den Gesichtswinkeln

- Betriebs- und Rechensicherheit,
- möglichst lange Lebensdauer der Schaltelemente,
- sinnvolles Verhältnis von Rechengeschwindigkeit, Vorbereitungs- und Auswertzeiten bei Optikentwicklungen (für diesen Zweck allein war ja die OPREMA gedacht).

Transistoren als zukünftige Bauelemente der Rechentechnik schied man aus, da ihre Serienproduktion in der ganzen Welt noch nicht angelaufen war. Vakuumröhren boten zwar den Vorteil einer hohen Rechengeschwindigkeit, standen aber zur damaligen Zeit noch nicht als industrielle

Typen zur Verfügung, wurden als Verschleißteil angesehen und hätten äußerst hohe Entwicklungsaufwände mit entsprechenden Entwicklungszeiten verlangt. Daher wurden als digitale Schaltelemente polarisierte Relais gewählt. Mit einem 3-Taktsystem konnte erreicht werden, daß diese Relais nur geschaltet wurden, wenn ihre Kontakte stromlos waren, so daß sie kaum Verschleißteile darstellten.

Dem Zweck angepaßte, annehmbare Rechenzeiten ergaben sich aus dem Aufbau der Anlage als Parallelrechner; interne Wortdarstellung dezimal dual verschlüsselt mit fließendem Komma, 3-Adreßmaschine, und – neben festverdrahteter Multiplikation und Division – die Konzipierung festverdrahteter Wurzelziehoperationen, wobei zur kompletten Durchführung jeder Operation nur ein Befehl notwendig war.

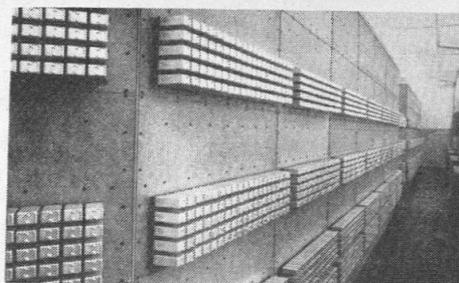
Die technische Konzeption der OPREMA

Die technischen Daten der Anlage sind in Tabelle 3 angegeben. Ursprünglich war eine Zwillingsanlage konzipiert. Zwei komplette Rechner sollten, um Rechenfehler zu vermeiden, mit gleichen Programmen Schritt für Schritt die gleichen Operationen durchführen und ihre Rechenergebnisse ständig automatisch vergleichen. Da sich aber schon während der Inbetriebnahme herausstellte, daß jeder Rechner für sich äußerst zuverlässig arbeitete, wurde der Zwillingsbetrieb niemals durchgeführt, so daß von Anfang an zwei völlig selbständig arbeitende Maschinen zur Verfügung standen.

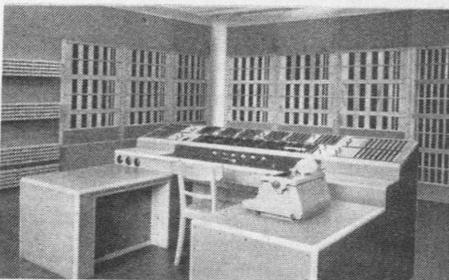
Konstruktiver Aufbau

Die zur Realisierung der logischen Komplexe verwendeten bipolaren Relais wurden mit von einem mechanischen Nockensender erzeugten Impulsströmen mit 5 mA bei 6 Volt sicher geschaltet. Mit ihnen waren alle logischen Schaltungen sowie Zwischenspeicher (Register) und der Arbeitsspeicher aufgebaut. Sie waren auf Tafeln zu je 100 (20x5) angeordnet (Foto 1).

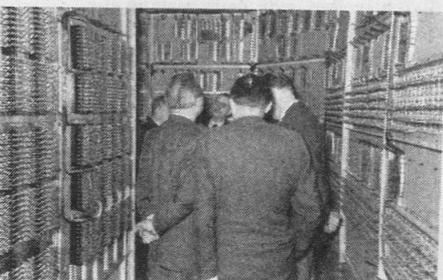
Zur Aufnahme der Programme und zu



1: Rückansicht der OPREMA



2: Vorderansicht der OPREMA mit Steuerpult, Befehlstafeln (6x) und einer Tafel für die Eingabe von Zahlen



3: Das Innere der OPREMA

verarbeitenden Zahlen waren Stecktafeln vorgesehen (Foto 2). Selengleichrichter entkoppelten die einzelnen Strompfade.

Tabelle 3: Technische Daten der OPREMA

Informationsdarstellung

Wortlänge: 38 Dualstellen, 39. Dualstelle als Sonderzeichen für Null, Unendlich, Unbestimmt

Numerische Daten

Zahlensystem: dezimal
 Verschlüsselung: (3-Excess)-Code
 Zahlenbereich:
 Gleitendes Komma: Exponentenbereich $|y| < 15$.
 Vorzeichen 2 Bits, Zahlenfaktor 8 Dez. (32 Bits),
 Exponent 4 Bits, rein dual verschlüsselt.

Befehle

System: Dreiadreßbefehle
 Aufbau: Je 6 Bits für 1. und 2. Adresse, 5 Bits für 3. Adresse, 6 Bits Operationsteil

Anzahl: 25 Befehle

Arbeitsweise

Parallelrechner
 Schrittggeschwindigkeit ca. 150 Hz
 Programmeingabe durch Stecktafeln

Rechenzeiten mit Zugriff und Abspeichern

Addition	120 ms
Multiplikation	800 ms
Division	800 ms
Radizieren	1200 ms

Speicher

- 32 Relais-Register als Arbeitsspeicher
- 28 Register als Eingabespeicher (auf Stecktafel)
- 4 Relais-Register, die nach jedem Lesen aus Magazinen zyklisch nachgefüllt werden

Magazine: 4 Stecktafeln zu je 80 Wörter

Ein- und Ausgabe

Eingabe von Programm und Daten durch Stecktafeln
 Ausgabe mit Schreibmaschine

Bauelemente

Für beide Anlagen zusammen
 17 000 polarisierte Relais
 90 000 Selengleichrichter

Die Verdrahtung aller Relais (für die gesamte Anlage waren es 16 626) und Stecktafeln, wozu etwa 500 km Schaltdraht benötigt wurden, erfolgte im Inneren der Maschinen (Foto 3). Dort waren auch die Selengleichrichter angebracht.

Gesteuert wurden die Maschinen von Kommandopulten, die Ausgabe der Resultate erfolgte mittels elektromechanischer Schreibmaschinen.

Schaltungstechnischer Aufbau

Durch das Leitwerk, hauptsächlich bestehend aus Steuerketten, wurden die Abläufe der Rechenoperationen gesteuert. Von den Steuerkettenelementen (Relais) gingen synchronisierende Stromimpulse aus, die – diese Ketten jeweils um einen Schritt weiter schalteten,

– die aus parallel angeordneten Relais bestehenden Register „lesen“, indem sie über deren Kontakte geschickt wurden und gleichzeitig andere Register „beschrieben“, indem sie auf die Spulen der zu diesen Registern gehörenden Relais wirkten, – aus Relais bestehende „Weichen“ stellten, um die Register in gewünschter Weise miteinander zu verbinden.

Der Befehlsspeicher hatte 300 (5 × 60) Befehlszeilen, jede Zeile bestand aus 23 Buchsen entsprechend der Struktur des Befehlswortes und zusätzlich 4 Buchsen für bedingte und unbedingte Sprünge. Die Programme wurden mit Steckern, die Sprünge durch Kabel gesteckt.

Der Zahlenspeicher enthielt (mit pro Wort entsprechend der parallelen Zahlenstruktur 39 Steckbuchsen, vergleiche Tafel 3)

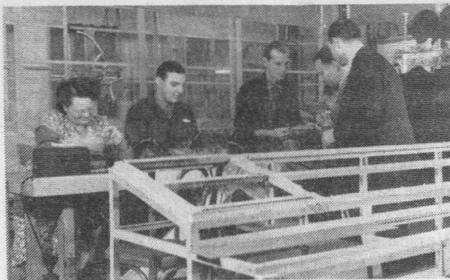
– 28 freiprogrammierbare, nur lesbare Konstantenspeicher und
– 320 nur lesbare Speicher, die in Blöcken zu je 80 jeweils über eine Adresse gelesen wurden, wobei nach jedem Lesen im jeweiligen Block die jeweils nächste Speicherzelle bereitgestellt wurde.

Außerdem umfaßte der Zahlenspeicher – 32 freiprogrammierbare Arbeitsspeicher aus Relais, die beschreib- und lesbar waren. Im Rechenwerk wurden gleichzeitig Mantis (parallel in Aikenverschlüsselung), Exponent (parallel dualverschlüsselt), Vorzeichen und Sonderzeichen in entsprechenden Schaltgruppen bearbeitet.

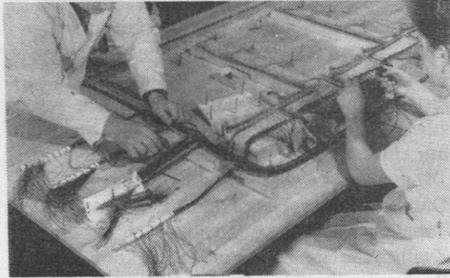
Der Bau der OPREMA – eine kollektive Leistung
Am Anfang der Entwicklungsarbeiten, im Juni 1954, war es nur ein sehr kleines Kollektiv von 6 bis 8 Mathematikern und Ingenieuren, das sich bemühte, die in der Konzeptionsphase der Rechenanlage anstehenden mathematisch-logischen, physikalisch-technischen, konstruktiven, technologischen Aufgaben sowie die Fragen der Entwicklungsorganisation und der Beschaffung zu lösen.

Ab Juli 1954 wurde das Kollektiv ständig erweitert und besonders ab September stieg die Zahl der bei Entwicklung und Bau der Anlage tätigen Mitarbeiter sprunghaft an. Mit großem Verantwortungsbewußtsein, mit Zielstrebigkeit und Einsatzbereitschaft wurde um die Einhaltung des Fertigstellungstermines gerungen. So weisen die Teilnehmerlisten des „OPREMA-Festes“, welches anlässlich des Abschlusses des Aufbaues der Anlage am 8. 1. 1955 gefeiert wurde, 252 Teilnehmer aus, auf den Überstundenlisten standen 86, auf den Prämienlisten 77 Namen.

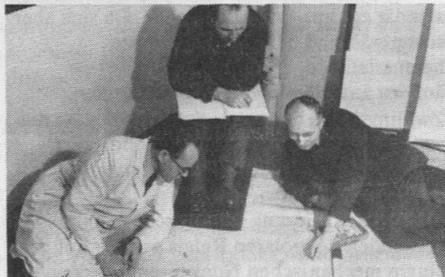
Der vorgesehene Termin 31. 12. 1954 konnte gehalten werden. Die Fotos 4 bis 8 geben einen Eindruck von dem konzentrierten



4: OPREMA im Bau (2. 12. 1954)



5: Herstellung der Kabelbäume (2. 12. 1954)



6: Überprüfung des Entwurfs der Steuerketten (rechts im Bild Dr. Kämmerer, 11. 11. 1954)

Ablauf der Entwicklung und des Aufbaus der Anlage.

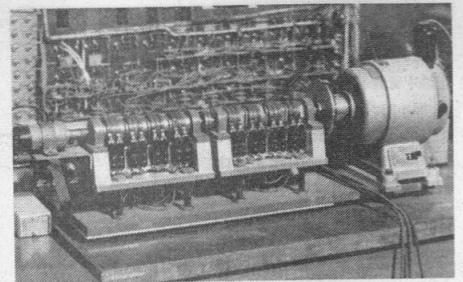
Außer dem erwähnten „OPREMA-Fest“ erfolgte am 5. 1. 1954 die Ministerabnahme der Anlage (Foto 9) und im gleichen Monat die Prämienzahlung.

Nach nochmaliger intensiver Arbeit – Justierung und Gesamtinbetriebnahme der ersten Maschine – wurden, wie eingangs erwähnt, ab April/Mai der Versuchsbetrieb und ab Juni der offizielle Rechenbetrieb aufgenommen.

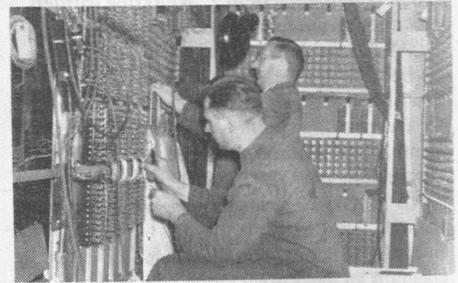
Die beiden OPREMA-Rechner wurden in den folgenden Jahren im 2- bzw. 3-Schichtbetrieb genutzt und im Spätherbst 1963 demontiert und verschrottet.

Die ersten auf den Rechnern wirksamen Programme waren nur eine Umsetzung der bis dahin üblichen Berechnungsmethoden für normale Linsensysteme, wie sie zuvor in den Rechenbüros angewendet wurden. Schon bald stellte sich heraus, daß die OPREMA viel schwierigere und größere Programme verkraften konnte. Die Behandlung von Zylinderflächen, Dezentrierung u. ä. konnten in das Arbeitsprogramm aufgenommen werden /5/. Aber nicht nur optische Berechnungen wurden in diesen Jahren auf der OPREMA durchgeführt. Die Leistungsfähigkeit der Rechner wurde in der DDR bald erkannt und viele andersgeartete Aufgaben konnten bearbeitet werden.

So wurde mit Entwicklung und Bau der OPREMA, mit der anschließenden intensiven Nutzung der Rechner ein entscheidender



7: Der Impulsgeber der OPREMA



8: Verkabelung der Anlage (15. 12. 1954)



9: Abnahme der OPREMA durch den Stellvertreter des Ministers E/E, Staatssekretär Gen. Wunderlich

Beitrag zur Einführung der Rechentechnik nicht nur im VEB Carl Zeiss Jena, sondern darüber hinaus in der DDR geleistet. Dies und die großen Leistungen und vorbildlichen Initiativen der damals mit Entwicklung und Aufbau der OPREMA betrauten Kollektive rechtfertigen es, daran zu erinnern, wie die damalige Generation auf die Ansprüche, die Wirtschaft und Technik stellten, reagierte.

Literatur

- 1/ Giloi, W.: Die Entwicklung der Rechnerarchitektur von der von-Neumann-Maschine bis zu den Rechnern der „fünften“ Generation. Elektronische Rechenanlagen 4 (1984), Seite 56–70.
- 2/ Stand des elektronischen Rechnens und der elektronischen Datenverarbeitung in Deutschland. Herausgeber: Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Rechenanlagen, Darmstadt (1961).
- 3/ A second Survey of Domestic Electronic Digital Computing Systems. United States Department of Commerce, USA (1957).
- 4/ Kämmerer, W.: Die programmgesteuerte Rechenanlage im VEB Carl Zeiss Jena. Die Technik, Messesonderheft 1955, Seite 7–9.
- 5/ Hofmann, C., Nordwig, W.: 25 Jahre Einsatz der Datenverarbeitung in der Optikentwicklung der DDR. Feingerätetechnik 7 (1981), Berlin, Seite 326.
- 6/ Kämmerer, W.: Ziffernrechenautomaten, Akademie-Verlag Berlin (1960).
- 7/ Lenski, G.: Tagebuch zur Entwicklung der OPREMA, unveröffentlicht (1954).