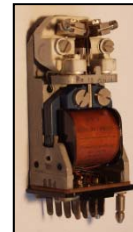
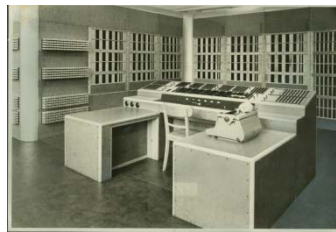


Als die Informatik noch nicht Informatik hiess:
der Relaisrechner **Oprema** im Zeisswerk am
Ernst-Abbe-Platz

Jürgen F H Winkler
Institut für Informatik

Friedrich-Schiller-Universität, Jena, 25. Okt. 2014



Rechner

1905 Wilhelm Kämmerer geb.
1907 Herbert Kortum geb.
1910 Konrad Zuse geb.

1941 Zuse Z3: erster DigRechner

1953 Zuse Z5 (Leitz, Wetzlar)

1955 Oprema (Kämmerer, Jena)

Informatik

1957 INFORMATIK / Steinbuch

1969 WS Informatik in KA

1990 WS Informatik an FSU

INFORMATIK: Automatische Informationsverarbeitung

Von K. Steinbuch · Standard Elektrik AG, Informatikwerk

DK 681.14-523.8

1. Allgemeines

Die elektrische Nachrichtentechnik hatte bis vor wenigen Jahren eine einzige Aufgabe: die Übertragung von Signalen über räumliche Entfernungen hinweg. Zum Beispiel übertragen Telegrafiesysteme die Fernschreibsignale über Tausende von Kilometern; Telefonesysteme ermöglichen Sprechverbindung mit Amerika oder Australien, und Funkverbindungen tragen das Fernsehbild über Kontinente hinweg in unsere Wohnung. In all diesen Beispielen ist die Überwindung der räumlichen Entfernung die wesentliche Leistung.

Vor etwa zwanzig Jahren entdeckten Ingenieure in USA und Deutschland unabhängig voneinander, daß die Verfahren der Nachrichtentechnik auch für andere Aufgaben nützlich sind, Aufgaben, bei denen die Überwindung der räumlichen Entfernung ganz unwesentlich ist. Sie fanden, daß man mit elektrischen Schaltungen Zahlenrechnungen durchführen kann, und zwar mit einer Schnelligkeit, wie sie bis dahin einfach unvorstellbar war. Damit begann die automatische Informationsverarbeitung. Wir nennen sie „INFORMATIK“.



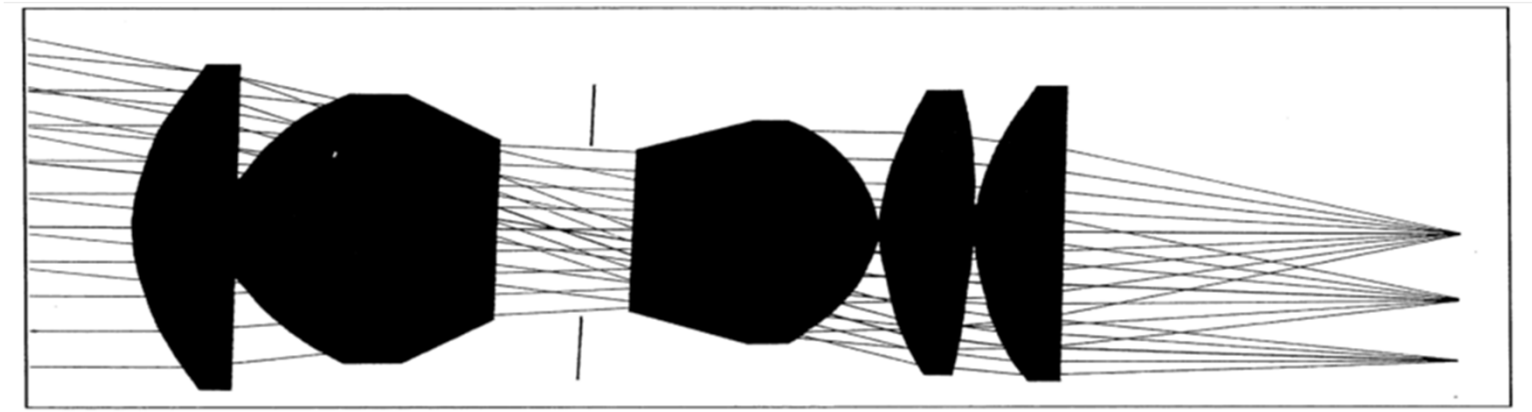
Abb. 3 Aufbau eines Rechenplatzes

darstellen, entweder auf mehreren Drähten gleichzeitig, oder auf einem einzigen Draht nacheinander angeordnet sein können (Parallel- bzw. Seriendarstellung).

Oprema = **Optikrechenmaschine** (1954 – 1963)
≠ **OPTikREchenMASchine**

Bei der Konstruktion von opt. Systemen
muss **viel gerechnet** werden

Wie werden unterschiedliche Strahlen
an den verschiedenen Linsen gebrochen?



Quelle: R. Simmen, 1991

Wilhelm Kämmerer



1905 in Büdingen geb.
Mathematiker (Gießen)

1954 Chef der Abteilung ELQ
(Entwicklungsleiter)

Geistiger Vater / Schöpfer
der Oprema

1991 Konrad-Zuse-Medaille
der GI

Herbert Kortum



1907 in Gelting geb.
Physiker (FSU)

1954 Entwicklungshauptleiter
des Zeisswerks

Initiator des Oprema-
Projekts

Der Weg zur Oprema

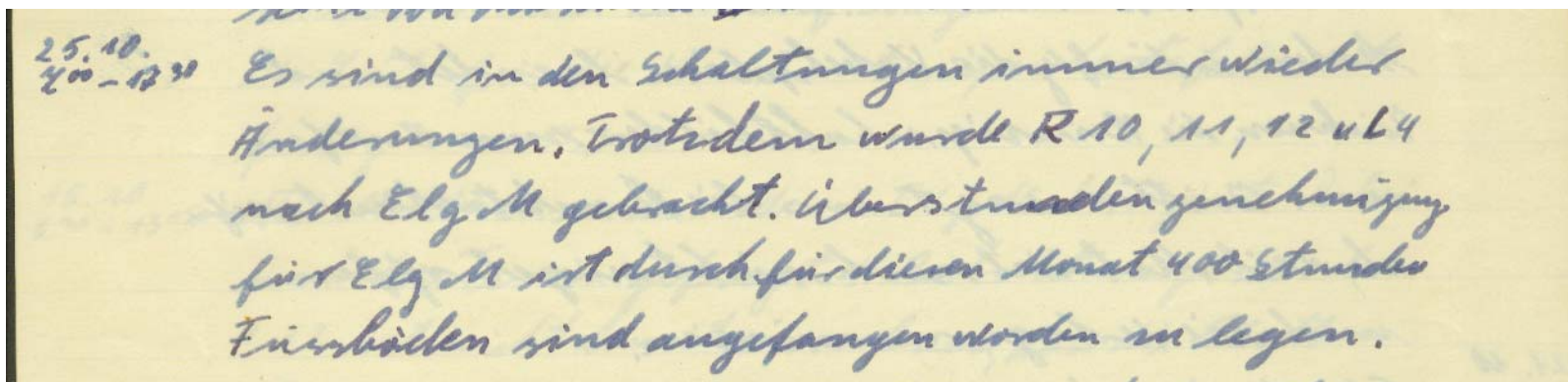
- 1905.07.23** Wilhelm Kämmerer geb. in Büdingen, Hessen
- 1907.09.15** Herbert Kortum geb. in Gelting bei Schleswig
- 1910.06.22 Konrad Zuse geb. in Berlin
- 1934** Herbert Kortum wechselt zu Zeiss; erste Aufgabe:
„Entwicklungsarbeiten an **Rechengernäten** für die
Feuerleitung unter Verwendung elektromecha-
nischer **Analogrechen**glieder und Servosysteme“
- 1941.05.12 Zuse Berlin: Z3
Erster programmgesteuerter Digitalrechner
weltweit.
- 1942** Wilhelm Kämmerer tritt in die Zeiss-Werke ein;
wiss. Mitarbeiter im Konstruktionsbüro Kortum

Der Weg zur Oprema

- 1946.08.17 Kortum erwähnt die Idee einer Optik-Rechenmaschine in einer Besprechung
- 1953.Nov Kämmerer und Kortum kehren aus der SU zurück
- 1954.05.17 Schrade und Kortum bei Min. Rau in Berlin**
Kortum thematisiert die Oprema: Hinweis Leitz/Z5 und Fa. Wild/Zürich-Z4 (Objektiv für Luftbildkamera);
Rau stellt spontan 1 Mio DM aus dem Rationalisatorenfond zur Verfügung
Kortum sagt Fertigstellung bis Ende 1954 zu
- 1954.12.30 Fertigstellung der Oprema wird an Min. Rau gemeldet**
- 1955.Mai Versuchsrechenbetrieb Maschine 1 beginnt**
- 1955.08.01 Produktionsrechenbetrieb Maschine 1 beginnt**
- 1956.01.01 Bereinigung von Maschine 2 abgeschlossen.
Maschine 2 in Betrieb genommen.

Was passierte am Montag 25. Oktober 1954?

„25.10.
7⁰⁰ – 17³⁰ Es sind in den Schaltungen immer wieder Änderungen. Trotzdem wurde R10, 11, 12 u L4 nach Elg M gebracht. Überstundengenehmigung für Elg M ist durch für diesen Monat 400 Stunden Fussböden sind angefangen worden zu legen.“



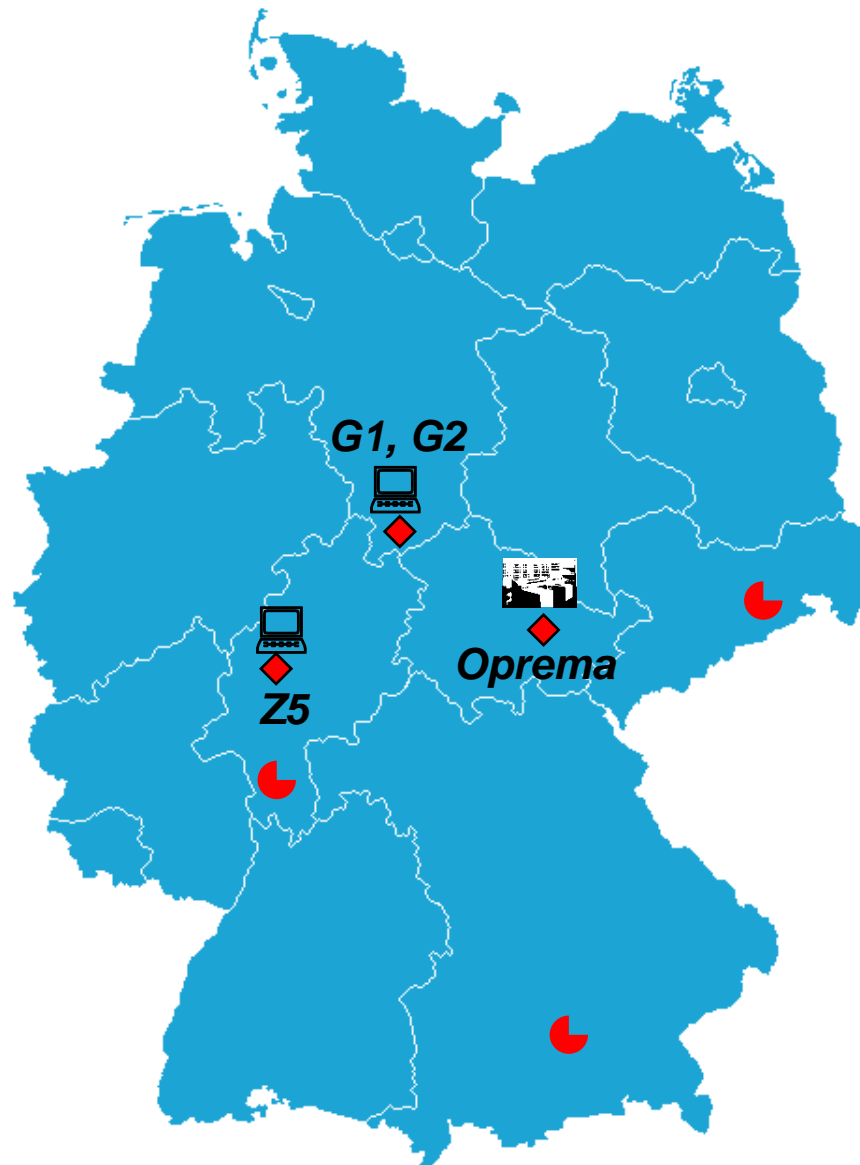
25.10.
7⁰⁰ - 17³⁰ Es sind in den Schaltungen immer wieder Änderungen. Trotzdem wurde R 10, 11, 12 u L4 nach Elg M gebracht. Überstundengenehmigung für Elg M ist durch für diesen Monat 400 Stunden Fussböden sind angefangen worden zu legen.

Aus den Arbeitsberichten von Gerhard Lenski (BACZ 27995)

Programmierbare Universalrechner In Deutschland

1. August 1955

📍 = Im Entstehen



Produktionsbetrieb
Oprema-1

Gründung des
Rechenzentrums

Eigenschaften der Oprema

„Die Funktionsweise der Maschine ist außerordentlich kompliziert und sehr schwer zu erklären.“

[Thür. Landeszeitung 23. 03. 1956]

Eigenschaften der Oprema

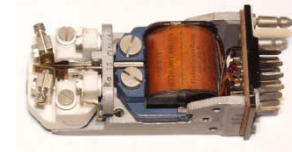
Relaisrechner (16 626)

Programmierung über Stecktafel (ROM)

Zahleneingabe über Stecktafel (ROM)

Zahlenausgabe über elektrische Schreibmaschine

Zahlendarstellung intern: Dezimal-Gleitkomma

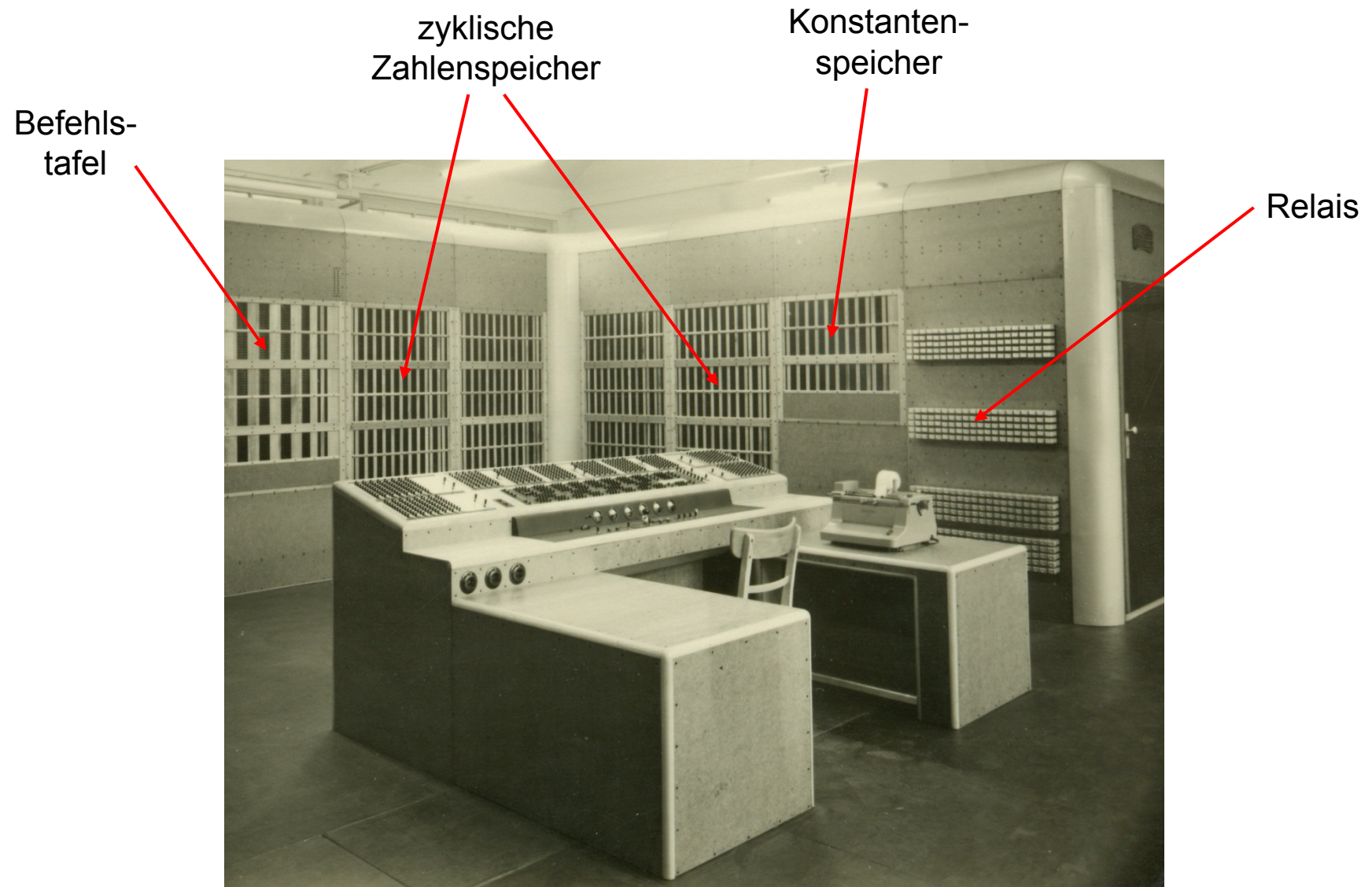


Interne Arbeitsweise

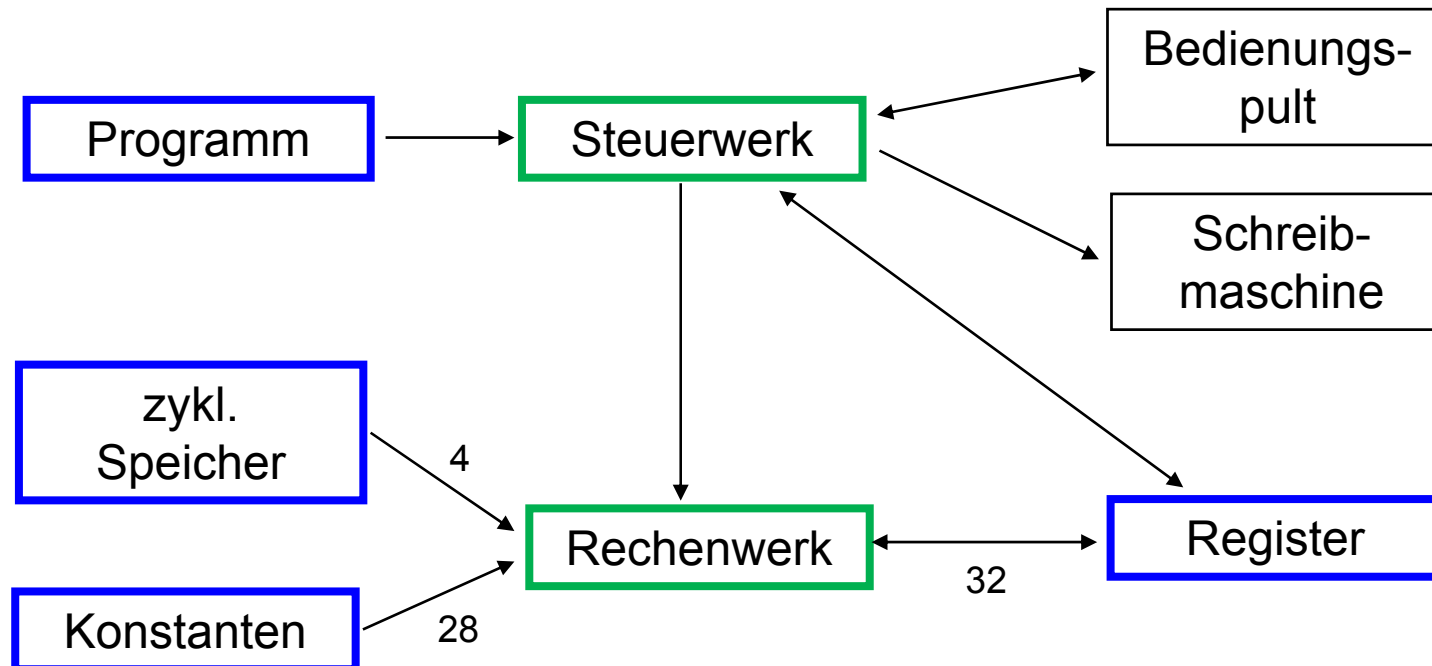
Addition als arithmetische Basisoperation (parallel)	120 ms
darauf aufbauend Multiplikation	800 ms
Division	800 ms
Quadratwurzel	1200 ms

Als Doppelrechner konzipiert (Zuverlässigkeit)

Maschine 1 erwies sich als so zuverlässig,
dass der Doppelbetrieb nicht erforderlich war



Blockschaltbild der Oprema



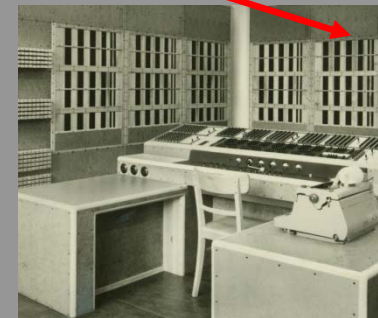
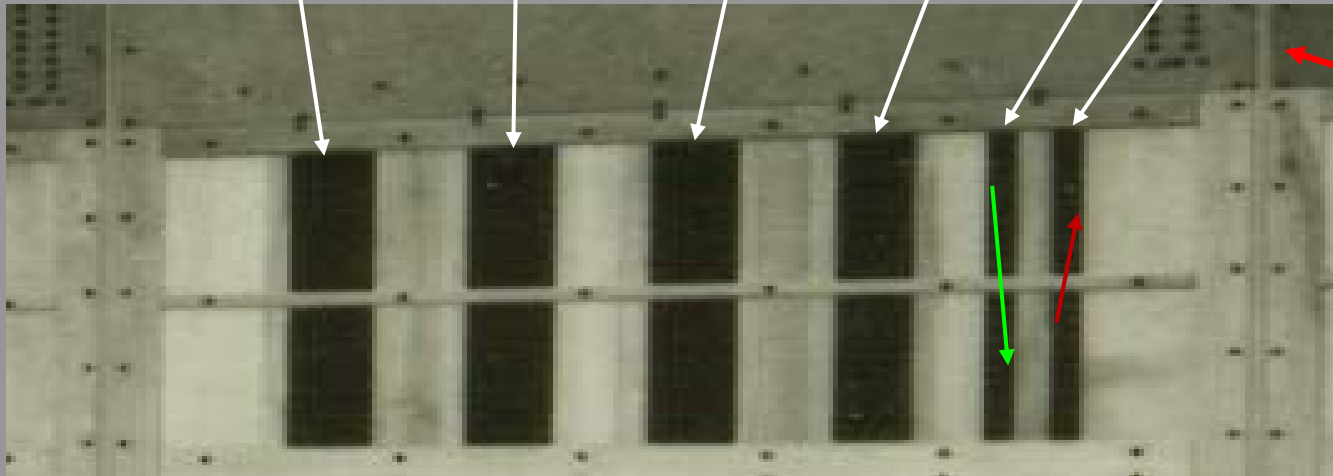
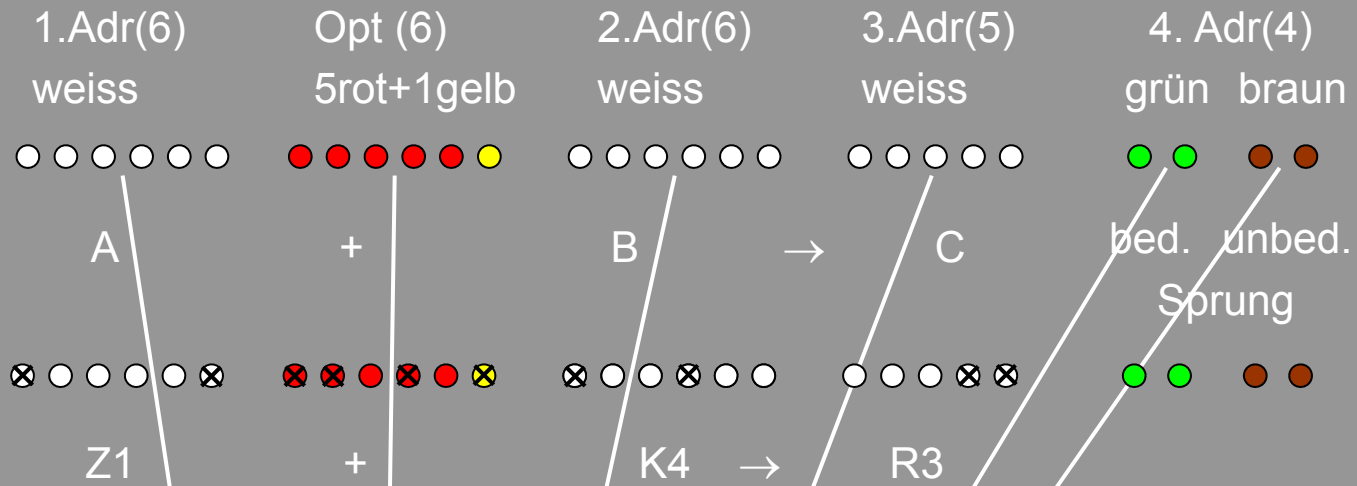
64 Leseadressen: 6 Bit (1. und 2. Adresse)

32 Schreibadressen: 5 Bit (3. Adresse)

Kapazität der Oprema

Programm:	max. 300 Befehle (6 Tafeln à 50) 1 Befehl = 27 Bit	8 100 Bit
Konstanten:	max. 28 Zahlen à 39 Bit	1 092 Bit
zykl. Speicher:	max. 320 Zahlen (4×2 Tafeln à 40) 1 Zahl = 41 Bit	13 120 Bit
Register:	32 Register à 39 Bit	1 248 Bit
	Zusammen	23 560 Bit 2 945 Byte ≈ 3 kB

Befehlsformat



“Laden” eines Programmes

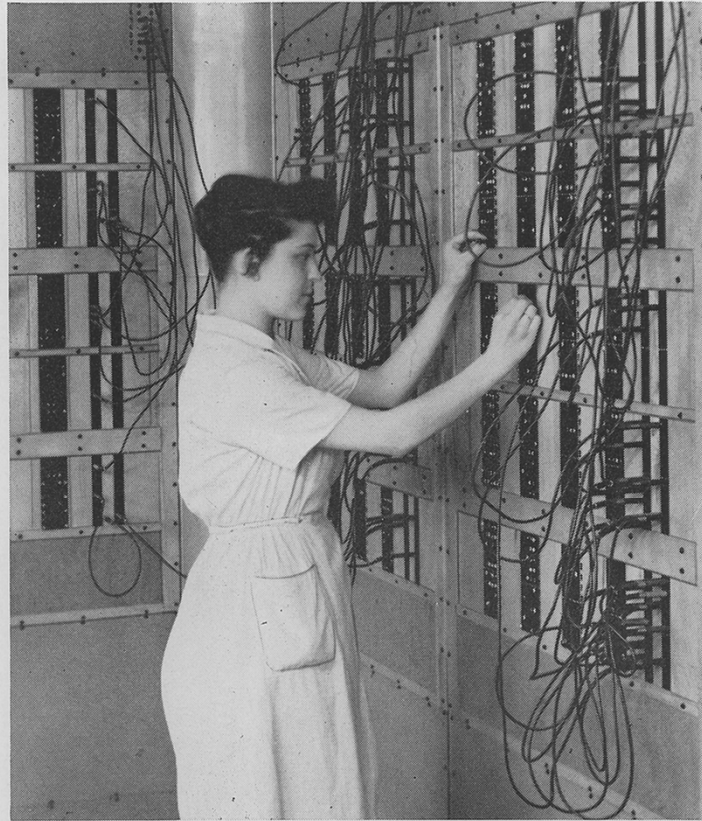


Abb. 36/5.6.5
OPREMA: Programmstecktafeln

Quelle: de Beauclair

Konrad Zuse über die Oprema, die er wohl selbst nie gesehen hat:

“wahrscheinlich der schnellste Relaiscomputer, der je gebaut wurde.”

Merkmal	Z4	Z5	Oprema
Anzahl Relais	ca. 2200	ca. 2500	8313
Zeit für Addition	1 s	0.10 s	0.12 s
Zeit für Multiplikation	2.5 s	0.40 s	0.8 s
Zeit für Division	5 s	0.75 s	0.8 s
Zeit für Wurzelziehen	5 s	0.75 s	1.2 s
Wortlänge für Zahlen	32 Bit	36 Bit	39 Bit
Energieaufnahme	4000 W	5000 W	ca. 20 W (ohne Lampenfelder usw.)
Verbleib	Dt. Museum München	verschr. ca. 1958	verschrottet im Spätherbst 1963

Nutzen der Oprema

Die Oprema rechnet **schneller und richtiger**
als geübte menschliche Rechner

Nutzen der Oprema: Zuverlässigkeit

Experiment als Teil des Versuchsbetriebs 1955:

Vergleich menschliche Rechner (EBoTh) vs Oprema

- tabellarische Berechnung eines Polynoms 5. Grades
 - für **151** Abszissenwerte nach dem Hornerschema
 - **mit 8-stelliger Mercedes-Euklid-Rechenmaschine**
 - Koeffizienten durch einfache algebraische Beziehung zu ermitteln
 - Abszissenwerte durch alternierende geometrische Reihe zu berechnen
-
- **2 bewährte Rechner** von EBoTh arbeiteten unabhängig
 - **sollten ihre Rechnung selbst überprüfen**

Polynomberechnung: quantitative Ergebnisse

	Oprema	1. Rechner	2. Rechner
a) Vorbereitungszeit	Programmbildung 10 Programmeingabe 20	100	100 min.
b) Rechenzeit	31	1100 Darin 80 min. Nach- rechnen von 15 selbstgefundenen Fehlstellen	790 Darin 30 min. Nach- rechnen von 15 selbstgefundenen Fehlstellen
c) Zahl der erst beim Abschlussvergleich gefundenen Fehler	0	19 im Mittel fast 10% unbeachtete Fehler	9
d) Zuschlag für Fehlersuche und Beseitigung (200% je Fehler)	0	266	90
e) Zeit für Schreibmaschinen- niederschrift und deren Kontrolle	-	90	90
f) Faktor der reinen Rechenzeiten einschl. Fehlersuche (b+d)	1	41	28

Polynomberechnung: Resümee

„Beachtenswert ist die Tatsache, daß im Mittel 10 % aller Werte [der menschlichen Rechner; JW] fehlerhaft blieben, obwohl der Gang der Werte eine gute Kontrollmöglichkeit bot.“

„Vergleich der Werte der Rechner mit den Werten der Oprema; falls beide von Oprema abweichen Überprüfung durch eine dritte Stelle:

=> die Oprema hat immer richtig gerechnet“

Quelle: Kämmerer 1956

=> **Rechenautomaten rechnen schneller und besser / zuverlässiger**

Das ist z.B. besonders wichtig bei Programmen zur Steuerung von Herzschrittmachern, Flugzeugen oder autonomen Fahrzeugen

Die Entwicklung ging weiter

Die weitere Rechnerentwicklung verlief dann sehr rasant

Geschwindigkeit (Milliarden Befehle pro sec)

Speicherkapazität (500 GByte Platte im PC)

haben sich vervielfacht

Anlass zur Entwicklung eines neuen Faches

der Informatik

welche alle unsere Lebensbereiche in nützlicher Art durchdringt

Speicher damals und heute



Oprema Relais: **1 Bit**

$$27.2 \times 38.0 \times 90.0 \text{ mm}^3 = \mathbf{93.0 \text{ cm}^3}$$

$$1.075 \times 10^{-2} \text{ Bit/cm}^3$$

64 GB SDXC-Karte: \approx **511×10^9 Bit**

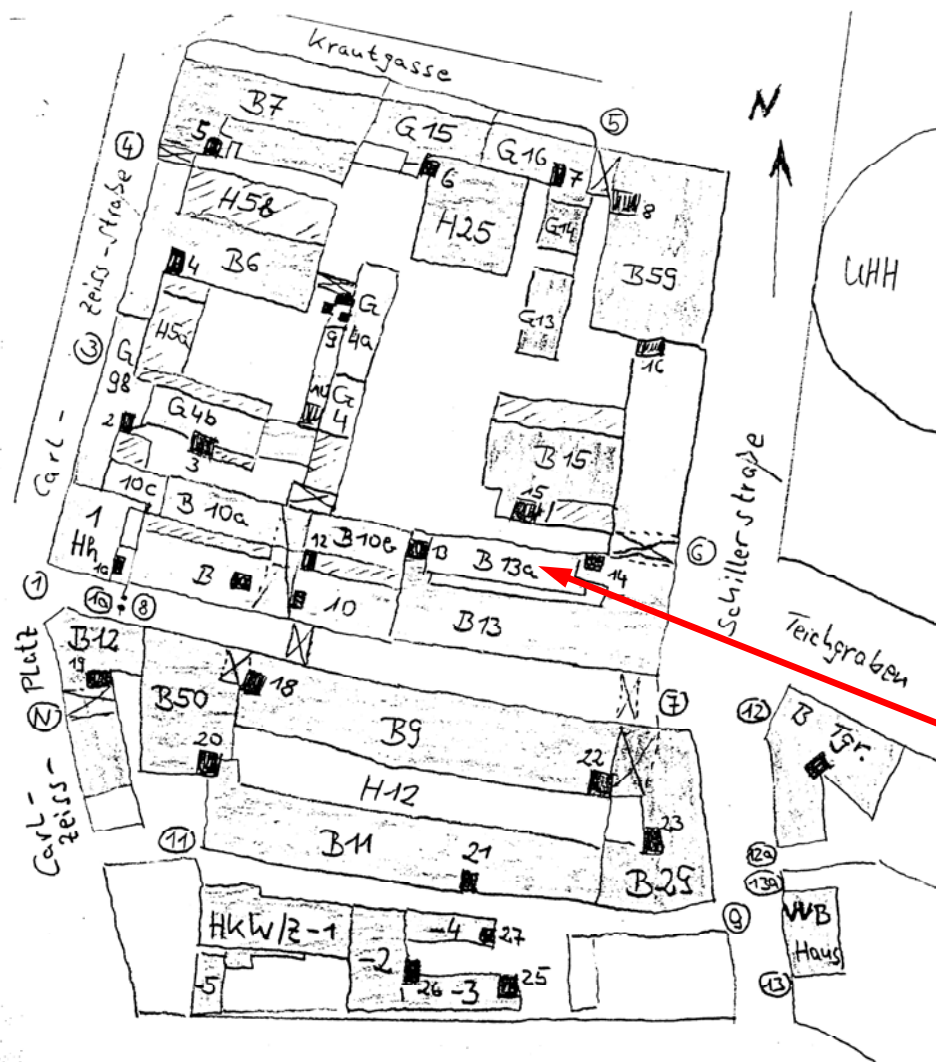
$$32 \times 24 \times 2.1 \text{ mm}^3 \approx \mathbf{1.61 \text{ cm}^3}$$

$$3.172 \times 10^{11} \text{ Bit/cm}^3$$

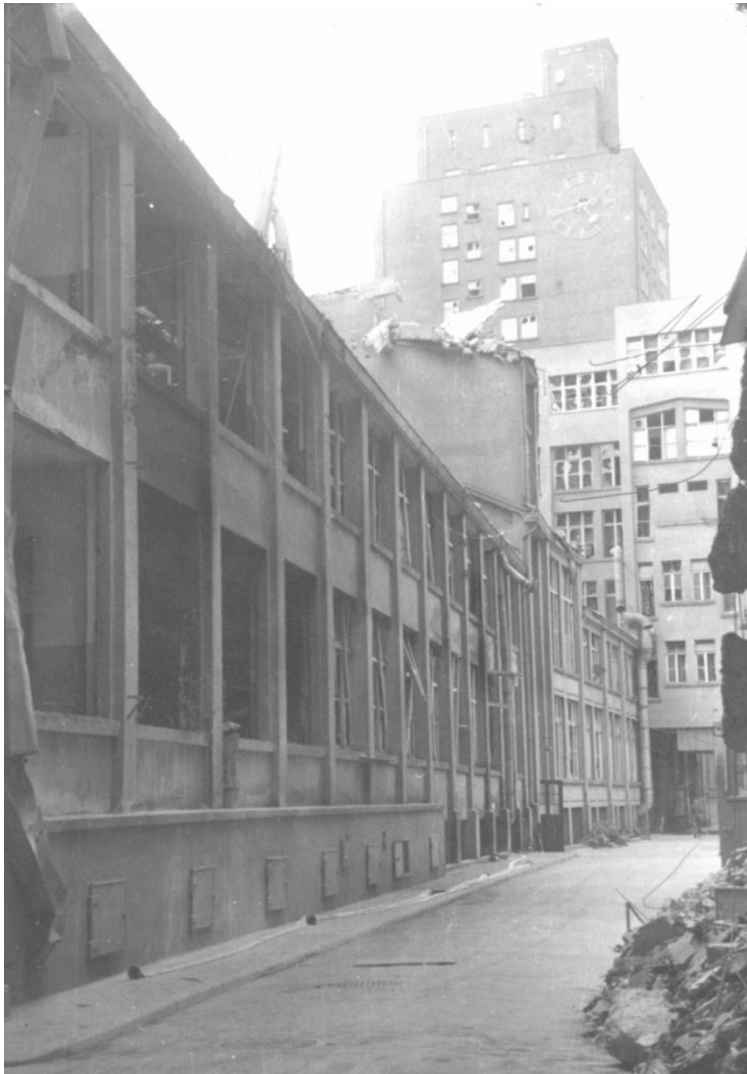
Verhältnis der Speicherdichten: $29.5 \times 10^{12} \approx$ **30 Billionen**

Wo stand die Oprema?

Lageplan des Carl
Zeiss Hauptwerks



In Bau 13a stand
die Oprema



Wo stand die Oprema?

Bau 13a, 1943 mit
Bombenschaden

J F H Winkler 2012
Qu.: Carl Zeiss Archiv

Würdigung der Oprema in Jena

Ernst-Abbe-Platz 2



Kein Hinweis auf
Kämmerer ???

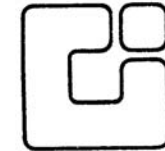
Wohnhaus Kämmerer



Quelle: Kämmerer, 2014

Kein Hinweis auf
Oprema ???

Konrad Zuse-Medaille an Wilhelm Kämmerer



Professor Dr.phil.habil. Wilhelm Kämmerer gehört zu den Computerpionieren in Deutschland, die zur Entwicklung und Anwendung der Informationsverarbeitungstechnik hervorragend beigetragen haben. Vor fast 40 Jahren wurde von ihm in den Zeiss-Werken in Jena für optische Berechnungen ein schnellster Relais-Rechenautomat OPREMA in bemerkenswert kurzer Zeit entwickelt und fertiggestellt. Nach seinen Ideen wurde eine Kleinserie elektronischer Rechenautomaten ZRA 1 gebaut, die vor 30 Jahren in der DDR als gemeinsame technische Basis für eine einheitliche Ausbildung und für den Rechneinsatz große Bedeutung erlangt haben. Für die Lehre stellte er erste Bücher bereit. Durch diese Leistungen und durch seine Arbeit als Forscher und als Hochschullehrer hat er der Entwicklung des neuen Wissensgebietes Informatik bedeutende Impulse vermittelt.

Die Gesellschaft für Informatik e.V.
verleiht

PROF. DR.PHIL.HABIL. WILHELM KÄMMERER

in Anerkennung seiner hervorragenden
Verdienste um die Entwicklung
der Informatik die

KONRAD-ZUSE-MEDAILLE
FÜR INFORMATIK

München, 23. Oktober 1991

Der Präsident

Konrad Zuse-Medaille der GI an Wilhelm Kämmerer



Vielen Dank

für Ihre Aufmerksamkeit