

Computergestützte Steuer- und Regelungsmittel in der astronomischen Beobachtungstechnik

Dr.-Ing. Reinhard E. Schielicke

p.A. Astrophysikalisches Institut und Universitäts-Sternwarte Jena

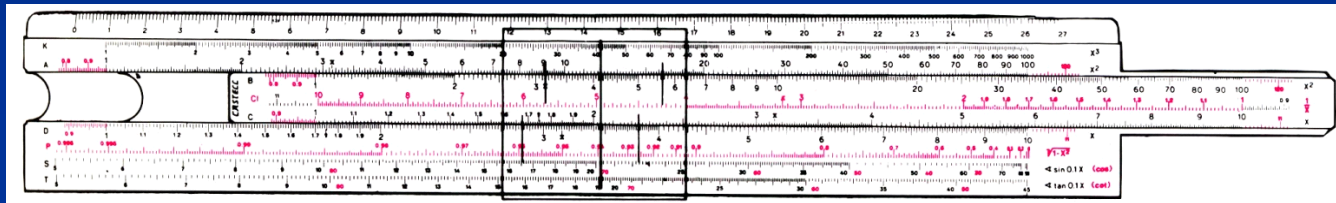
Lange Nacht der Wissenschaften 2005

Astrophysikalisches Institut und Universitäts-Sternwarte

Jena, am 18. November 2005

Rechentechnik:

- **analog:** Verknüpfung mechanischer, hydraulischer, pneumatischer oder elektrischer/elektronischer Größen



- **digital:** Verknüpfung – in der Regel binärer – elektrischer/elektronischer Schaltzustände nach der Booleschen Algebra.

Programmierbar durch – auch auswechselbare – festverdrahtete Programmablaufsaltungen oder frei durch in Speichern abgelegte Programme.

Manuelle und elektromechanische Arbeitsplatzrechner



Multiplikationsmaschine
Leibniz, 1693 (Schaltklinke)



Hamann Manus
vor 1945
(Schaltklinke)



Rheinmetall
1951
(Staffelwalze)

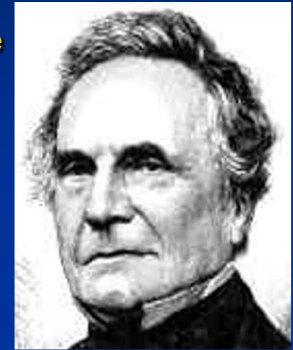


Mercedes-Euklid
1953
(Proportionalhebel)

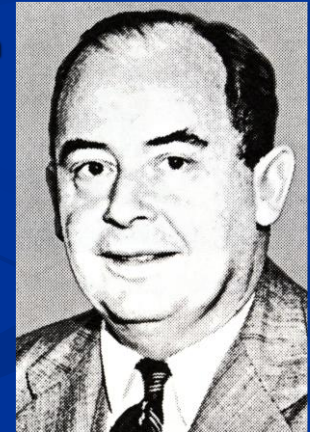
Anfänge der digitalen Rechentechnik

- **Charles Babbage** (1792-1871):
plant 1832 mechanische
Rechenmaschine mit
Lochbandsteuerung
- **Hermann Hollerith** (1860-1929):
führt um 1890 Lochkarten ein
- **John von Neumann** (1903-1957):
formuliert 1944 seine Grundidee
über die Speicherung von
Programmen in Computern

Babbage



von Neumann



Anfänge der digitalen Rechentechnik

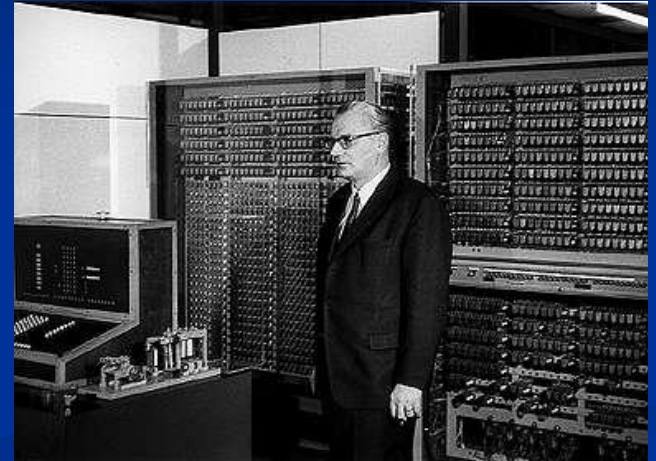
Relais-Rechner:

Konrad Zuse (1910-1995): 1941 Z3
mit 2 600 Relais;
Speicher: 64 Worte mit je 22 Bit

Howard Hathaway Aiken (1900-1973):
1944 Mark I

Wilhelm Kämmerer (1905-1994) und
Herbert Kortum (1907-1979): 1955 OPREMA
(Optik-Rechenmaschine, Carl Zeiss Jena)
mit 70 000 Relais; 100 Operationen/s

1961





**1. August
1955**

Geschichte der digitalen Rechentechnik

1. Generation: Rechner mit Elektronenröhren

Alan Turing (1912-1954):

entwickelt 1943 die Maschine „**Colossus**“
mit 1 500 Röhren

J. Presper Eckert (1919-1995) und **John William Mauchly** (1907-1980):

bauen 1945 nach John Atanasoff und Clifford Berry
die „**ENIAC**“ mit 18 000 Röhren,
300 Operationen/s – allerdings nicht frei programmierbar

Geschichte der digitalen Rechentechnik

Sonderform:

Ferritkernlogik mit Röhrenverstärkern

1959: Zeiss-Rechenautomat **ZRA 1**

64-Bit-Worte, Trommelspeicher: 4096 Worte,
Lochkarten, später Lochstreifen; Trommeldrucker.

150 ... 170 Operationen/s. Maschinensprache, ALGOL



2. Generation: Rechner mit Transistor-Dioden-Logik

um 1955: 15 000 Operationen/s

3. Generation: Rechner mit monolithischen Schaltkreisen

um 1962: 150 000 Operationen/s

4. Generation: Rechner mit hochintegrierten Schaltkreisen

(Mikroprozessoren) ab 1978

- I 46-58 Relais bzw. Röhren
- II 58-65 Transistoren und Dioden
- III 65-75 IS, MSI, LSI
- IV ab 75 VLSI, ULSI, GLSI

1954 Kämmerer und Kortum:
OPREMA: 17.000 polarisierte Relais auf 200 Relais tafeln
ab April 55 Versuchsbetrieb
Parallelbetrieb nie realisiert
Schaltung nur stromlos -> Zuverlässigkeit
1954-63 in Betrieb
150 Hz Taktfrequenz, 30 W Leistungsaufnahme
Programmierung durch Kabelbrücken

1957 Beginn Entwicklung ZRA1
Name -> Verkaufsprodukt
48 Bit Wortlänge, Lochkarten, Zeilendrucker
1959 erste Muster
720 Röhren, 12.000 Ge-Dioden, 8.500 Ferritkerne
O bzw. L dynamisch dargestellt
(Impuls oder Nichtimpuls)

10 kW Leistungsaufnahme			
	ZRA1	moderner PC	
Taktfrequenz	200 KHz	3,2 GHz	1: 16.000
RAM	42 Byte	2.048 M Byte	1: 48.761.905
Platte	24,6 kByte	200 GByte	1: 813.081

1960 Leipziger Frühjahrsmesse
2 Anlagen im Jenaer Werk
Serienfertigung in Saalfeld, 31 Exemplare 1,2 MioMark

Folge: ZRA2: Fe-Transistortechnik vorgesehen
aber Reibereien zw. Kortum und Werksleitung CZ,
Folge: Kortum ZIA(utomatisierungstechnik) in Dresden
ZIA nach 1,5 Jahren aufgelöst (Flugzeugfertigung eingestellt)

bei CZ Spezialrechner
für Gerätesteuerung und -kopplung
- Rechner zum Cartimat
Ferrit-Transistortechnik
- ASCORECORD 100.000 Exemplare für SU (Militär)
KME3-Bausteine, Keramische Werke Hermsdorf

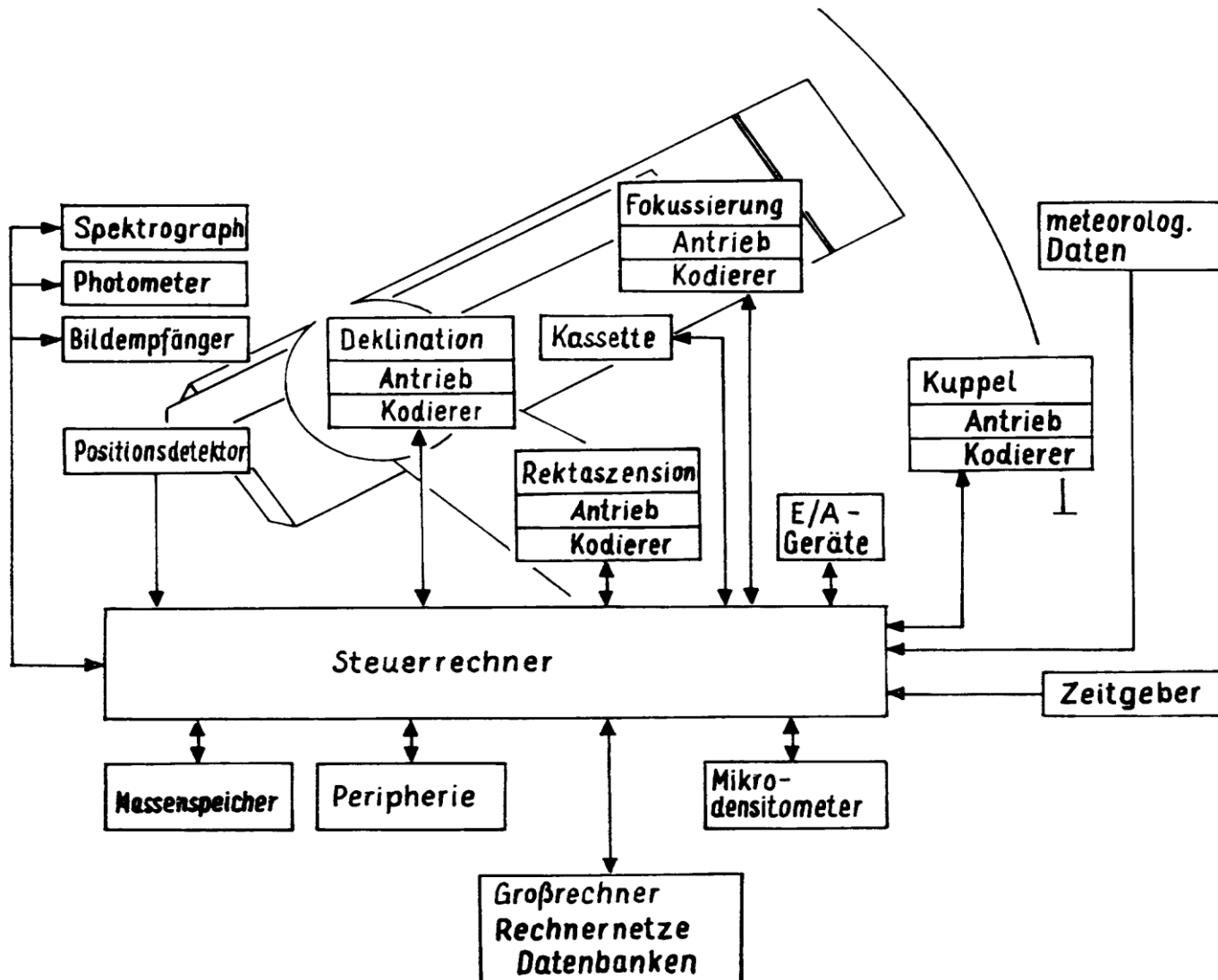
dann PDP8, -11 internationaler Markt, dafür
Import aus SU: Elektronik als Nachbauten E60, E100
(lithographische Geräte)

Ende(?) der 70er Jahre: KSR 4100 – Serie: ROBOTRON
IS D100-Baureihe, Ferritkernspeicher,
Standardschnittstellen, EGS-Schränke (19“)
12-bit-Bus, 2,7 µs Zykluszeit

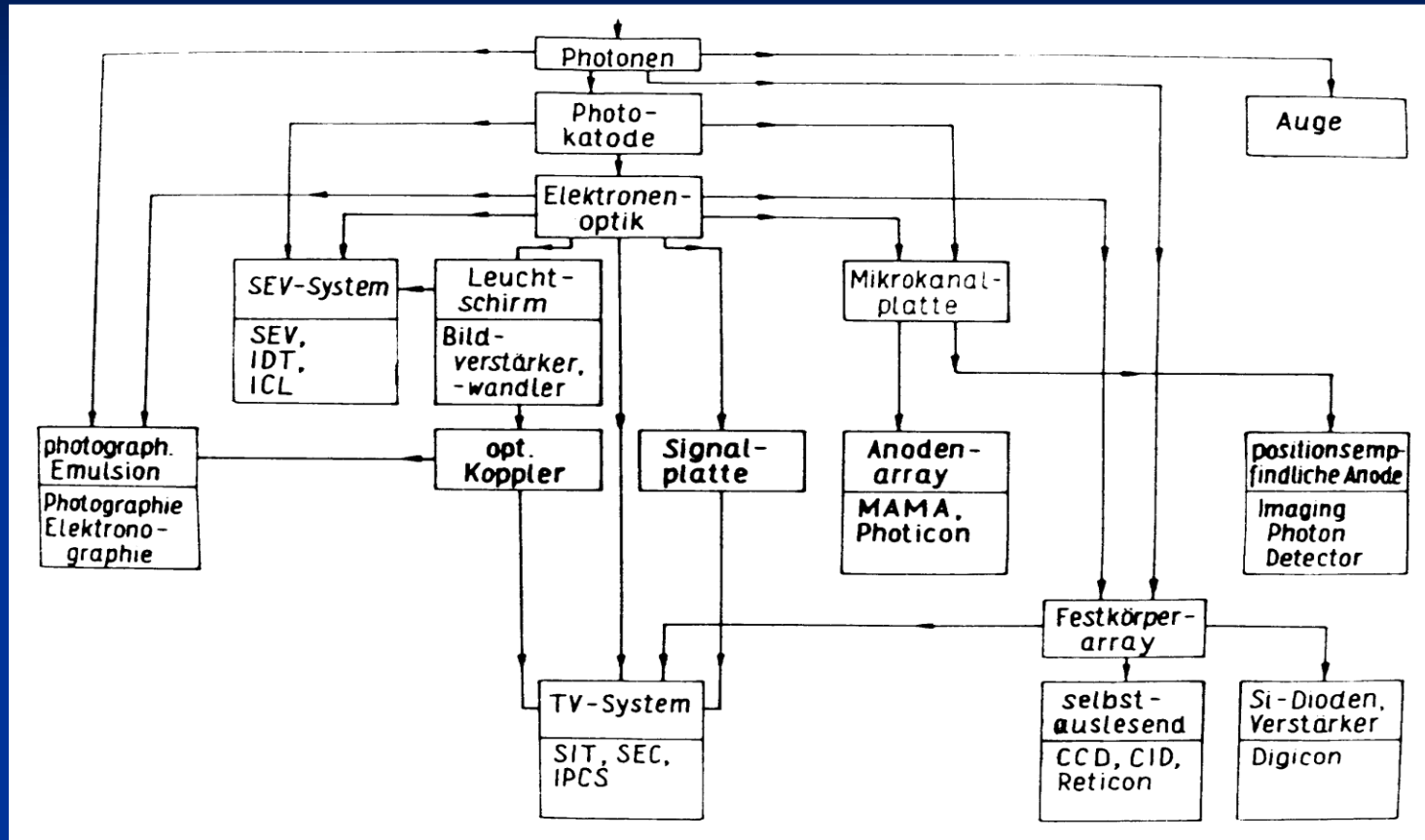
dann wieder Spezialrechner:
M6800 Motorola in Theo EOT2000
-> K880 ab DDR-Fertigung

Entwicklung von Rechentechnik bei Zeiss Jena
gab wesentliche Impulse für die Entwicklung in der DDR

Astronomische Aufgabenstellung um 1980: Steuerung von (optischen) Teleskopen



Astronomische Aufgabenstellung um 1980: Sensoren für die optische Astronomie



SEV: Sekundärelektronenvervielfacher
 IDT: Image Dissector Tube
 ICL: Imperial College of London-System
 SIT: Silicon Intensified Target
 SEC: Secondary Electron Conduction

IPCS: Image Photon Counting System
 MAMA: Multianode Microchannel Array
 CCD: Charge Coupled Device
 CID: Charge Injection Device

Zeitlicher Verlauf des Einsatzes rechentechnischer Automatisierungsmittel in der Astronomie (Hardware)

Bis etwa 1965: spezielle festverdrahtete Hardware-Steuerungen
(Cerro Tololo Inter-American Obs., Hale Obs.):
Effektivitätssteigerung um Faktor 2, MTBF etwa 10 Jahre

Bis etwa 1975: Online-Rechner (PDP 8, später PDP 11-Typ)
zunächst mit 16 K Worten Speicher, Lochstreifenperipherie und Fernschreiber,
später Displays und Magnetbandperipherie
(McDonald Obs., Spez. Astrophys. Obs. Selentschukskaja, Hale Obs., MIT,
Kitt Peak National Obs., Cerro Tololo Inter-American Obs.)

1975 bis 1977: Mehrrechner-Steuerungen
(Anglo-Australian Telescope, Hale Obs.)

ab 1978: mehrere Mikrorechner (Typ Z-80), oft mit Kleinrechnern gekoppelt.
alphanumerische und graphische Displays, Magnetband- und -platten-Peripherie,
Plotter

ab etwa 1988: Workstation DEC VAX 11/780: 1 MIPS

ab etwa 1995: Sun SparcStation: 155 MIPS

Pentium-PC mit 133 MHz: 188 MIPS -> WWW

Zeitlicher Verlauf des Einsatzes rechentechnischer Automatisierungsmittel in der Astronomie (Software)

Bis 1975: allgemeine Überlegungen

Programme müssen „astronomensicher“ geschrieben sein,
falsche Befehle müssen erkannt werden:

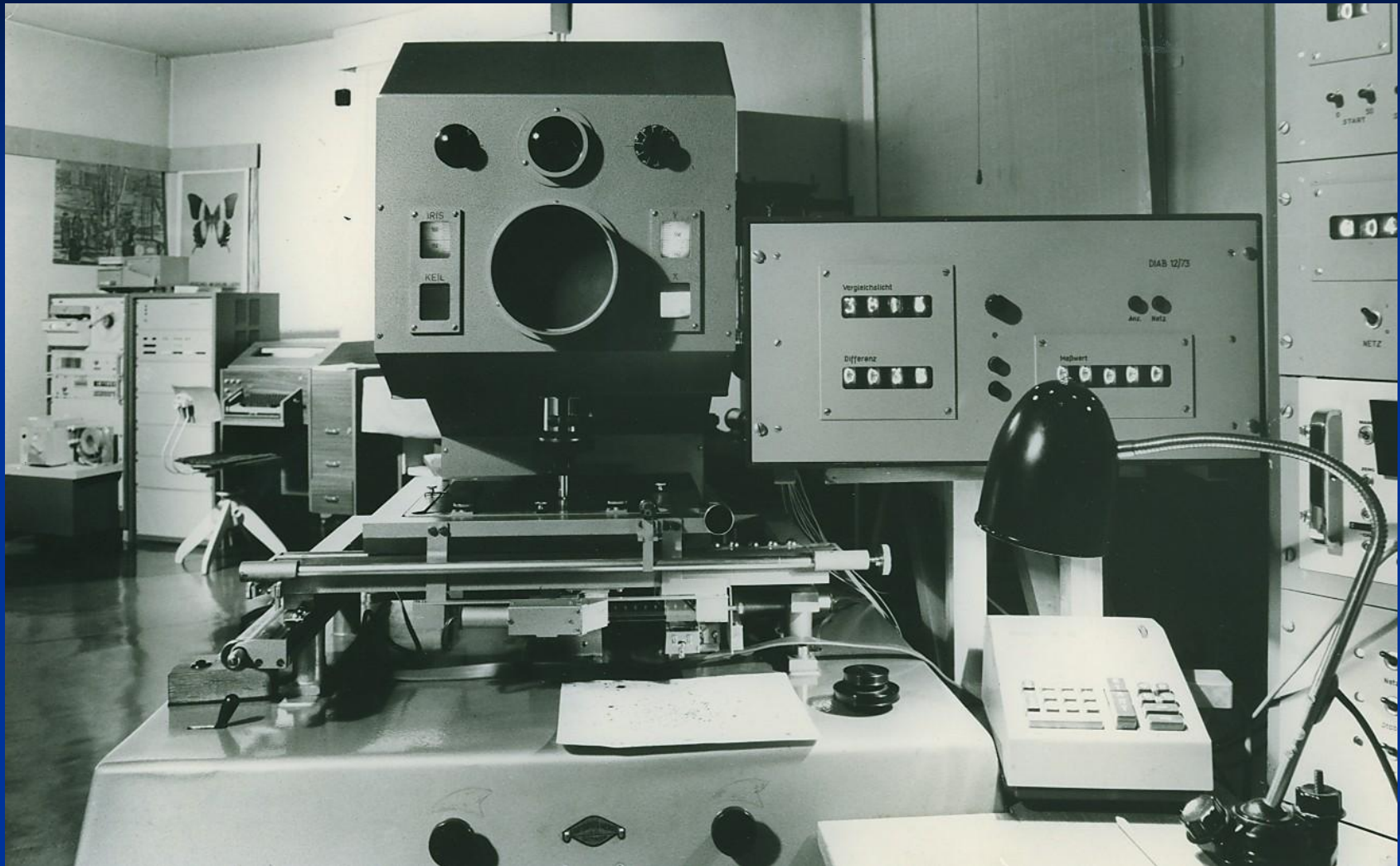
Rechner an Sternwarten werden im allgemeinen von Personen bedient, *„für die Computer fremde und exotische Anlagen darstellen und die dankbar sind, wenn sie bei ihrer Arbeit vergessen können, daß sie ein System bedienen, in dem ein Rechner vorhanden ist“*. (Lasker, AURA, 1971)

Ergänzung von Interpretersprachen durch spezielle Befehle und neue Interpreter, z.B.

ASTROL (astronomical language, Kugler, CDS, 1978) und
ASCOL (astronomical control language, Gutcke, Zeiss Jena, 1979)

Mensch-Maschine(Astronom-Meßgerät)-Kommunikation
über graphische Computeroberfläche,
Softwarerealisation darunter (C++, UNIX/LINUX)

Photographische Sternphotometrie am Astrophysikalischen Institut der Universität Jena



**SARTORIUS-Irisblendenphotometer, 1958 beschafft,
1966 digitale Meßwertausgabe (Lochstreifen), 1975 digitaler Abgleich,
1979 online-Kopplung an Minirechner KSR 4100**

Rechentechnik am Astrophysikalischen Institut der Universität Jena

Mikroelektronische Arbeitsplatzrechner



1968: ETR222
Sömmerda, IS,
16stellig, Ziffern-
Anzeigeröhren,
Magnetstreifen



1984: MC 80
Gera, erster Monitor,
Magnetkassette,
Maschinensprache



1985: A 5120
Robotron, 5,25"-
Disketten, Betriebs-
System: MS-DOS var.



1986: PC 1715
8-Bit-Rechner, 64 K RAM
Disketten, Graphikbildschirm,
Wordstar, dBase, Pascal



1988: EC 1834
16-Bit-Rechner

und Nachfolger ...

Rechentechnik am Astrophysikalischen Institut der Universität Jena

Kleinststeuerrechner KSR 4100 von Zeiss Jena (PDP 8-Typ)



1977: 12-Bit-Rechner, 48 K Worte Kernspeicher, Fernschreiber, Lochstreifenperipherie, Drucker, Maschinensprache, INKA-Interpreter, SI 1.2-Interface zur Gerätesteuerung (beide Photometer, automatische Nachführung, Plotter). Numer. Rechnungen

1984: Modulares Mikrorechnersystem mit 16 Z80-CPU's zur Steuerung des Teleskops

Rechentechnische Automatisierungsmittel in der Beobachtungsstation Großschwabhausen des Astrophysikalischen Instituts der Universität Jena



1985 haben wir begonnen, die Lageregelung des Teleskops
mit einem Mikrorechnersystem zu automatisieren.

Wesentliche Quellen:

- Allington-Smith, J.R., Schwarz, H.E.: Imaging Photon Detectors for Optical Astronomy. Quart. J. R. Astron. Soc. **25** (1984), 267-289
- ESO/CERN Conf. on Large Telescope Design. Genève 1971
- ESO/CERN Conf. on Auxiliary Instrumentation for Optical Astronomical Telescopes. Genève 1972
- McLean, Ian: Electronic and Computer-aided Astronomy. Chichester: Ellis Horwood Ltd., 1989
- McLean, Ian: Electronic Imaging in Astronomy. Chichester et al.: John Wiley & Sons, 1997
- Robinson, Lloyd B.: On-line Computers for Telescope Control and Data Handling. Annu. Rev. Astron. Astrophys. **13** (1975), 165-185
- Schielicke, Reinhard E.: Steuerung großer optischer Teleskope. Sterne **59** (1983), 13-19
- Schielicke, Reinhard E.: Moderne Photosensoren und Auswertung astronomischer Bilder im optischen Spektralbereich. Sterne **62** (1986), 328-342

