

Computergestützte Steuer- und Regelungsmittel in der astronomischen Beobachtungstechnik bis in die 1980er Jahre

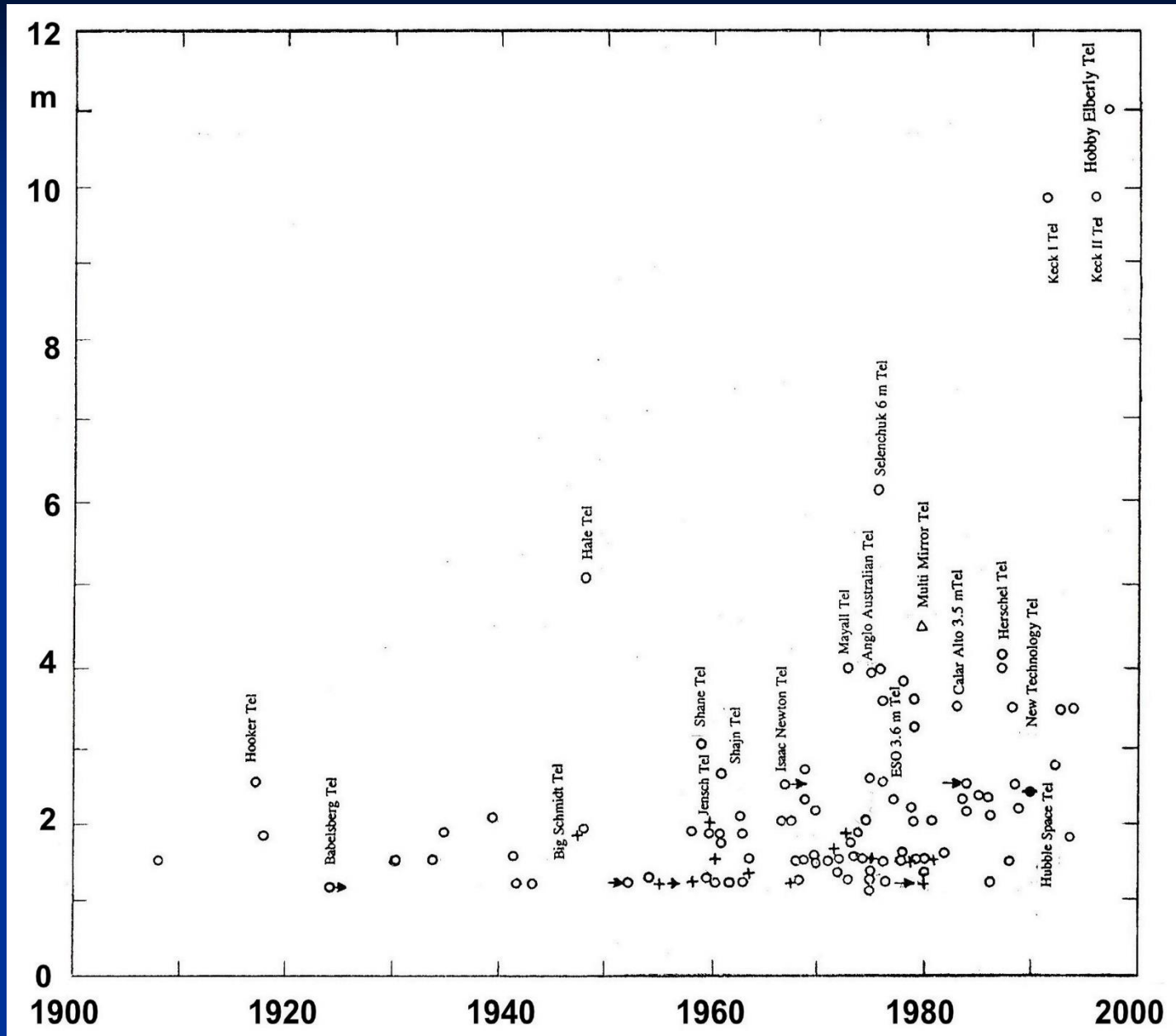
Dr.-Ing. Reinhard E. Schielicke
p.A. Astrophysikalisches Institut und Universitäts-Sternwarte Jena

**12. Tagung der FG „Geschichte der Astronomie“ in der VdS
Berlin-Treptow, am 31. Oktober 2015**

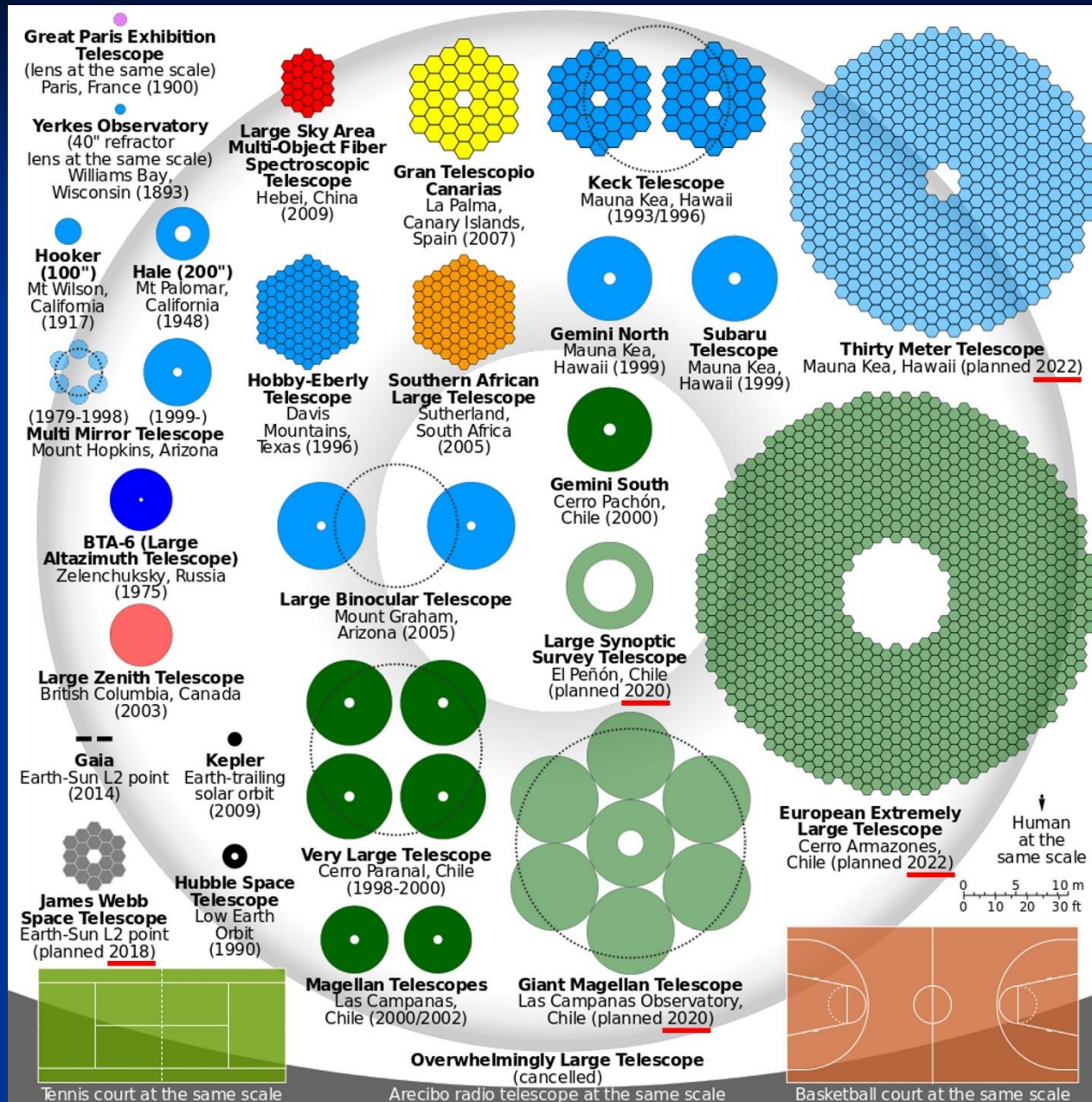
Zur Effektivitätssteigerung der Erfassung astronomischer Informationen mit erdgebundenen Teleskopen im optischen Spektralbereich gibt es drei Wege:

– der Einsatz neuer Teleskope mit größeren Öffnungen,

– der Einsatz neuer Teleskope mit größeren Öffnungen



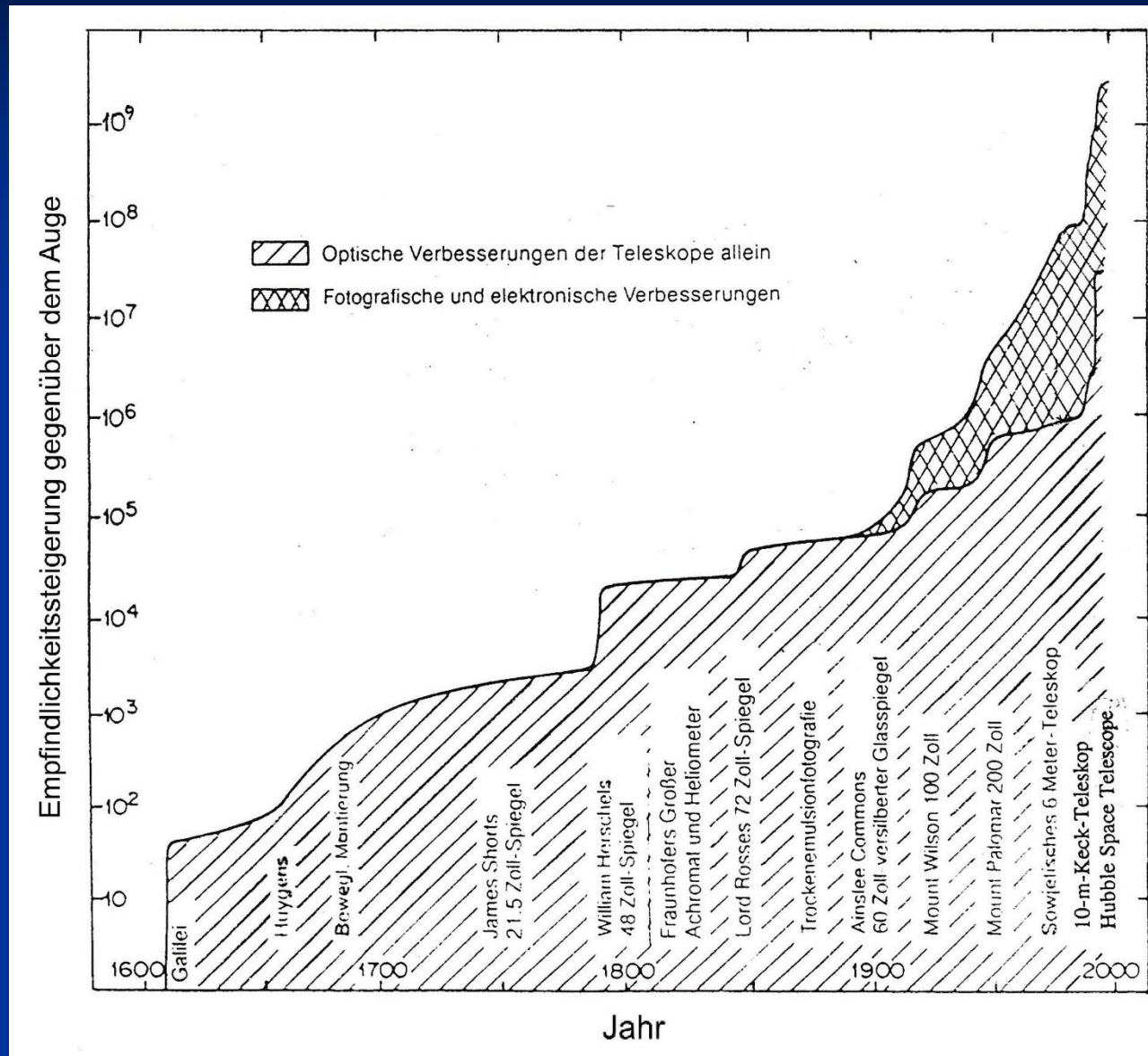
– der Einsatz neuer Teleskope mit größeren Öffnungen



Zur Effektivitätssteigerung der Erfassung astronomischer Informationen mit erdgebundenen Teleskopen im optischen Spektralbereich gibt es drei Wege:

- der Einsatz neuer Teleskope mit größeren Öffnungen,**
- der Einsatz von Detektoren mit höherer Quanteneffektivität und**

- der Einsatz neuer Teleskope mit größeren Öffnungen
- der Einsatz von Detektoren mit höherer Quanteneffektivität

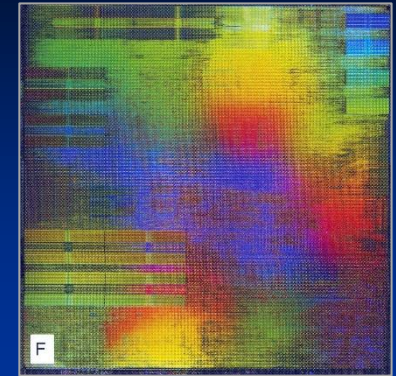
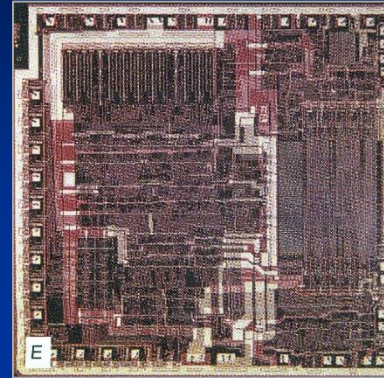
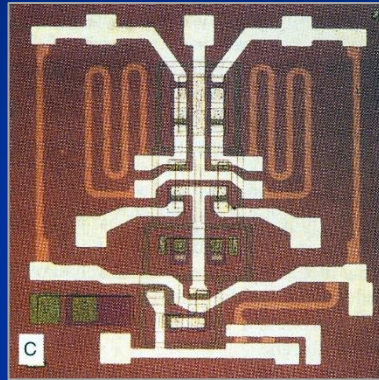
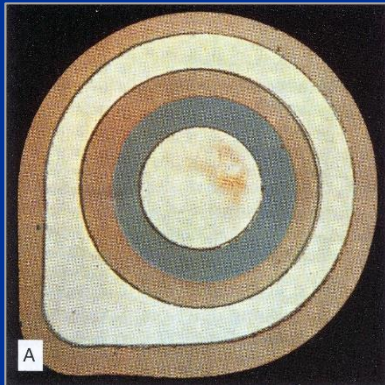


Zur Effektivitätssteigerung der Erfassung astronomischer Informationen mit erdgebundenen Teleskopen im optischen Spektralbereich gibt es drei Wege:

- der Einsatz neuer Teleskope mit größeren Öffnungen,**
- der Einsatz von Detektoren mit höherer Quanteneffektivität und**
- die Automatisierung der Teleskope und Zusatzeinrichtungen.**

– die Automatisierung der Teleskope und Zusatzeinrichtungen

1943 Thomas J. Watson (IBM-Chef):
»Ich glaube, es gibt einen weltweiten Bedarf
an vielleicht fünf Computern.«



Transistoren, Dioden



IC, MSI, LSI



VLSI, ULSI, GLSI



Relais bzw. Röhren



Entwicklung der Technologien



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: 10000 Dioden, 800 Transistoren, 100 W 15 000 Operationen/s

3. Generation: Rechner mit monolithischen Schaltkreisen

um 1965: 150 000 Operationen/s

4. Generation: Rechner mit hochintegrierten Schaltkreisen

(Mikroprozessoren) ab 1972

1977 Ken Olsen (Gründer von DEC):

»Es gibt keinen Grund, warum jemand einen
Computer zu Hause haben wollte.«



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**

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 alphanumerische Displays und Magnetbandperipherie
(McDonald Obs., Spez. Astrophys. Obs. Selentschukskaja, Hale Obs., MIT,
Kitt Peak National Obs., Cerro Tololo Inter-American Obs.)**

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 alphanumerische 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

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 alphanumerische 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

**1974 KISO Tokyo: Rechnergesteuertes 155-cm-Schmidt-Teleskop
Gabelmontierung in 36° nördlicher Breite**



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

Bis 1975: allgemeine Überlegungen

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

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, Assoc. Univ. Res. Astron., 1971)

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, Assoc. Univ. Res. Astron., 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)

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, Assoc. Univ. Res. Astron., 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,

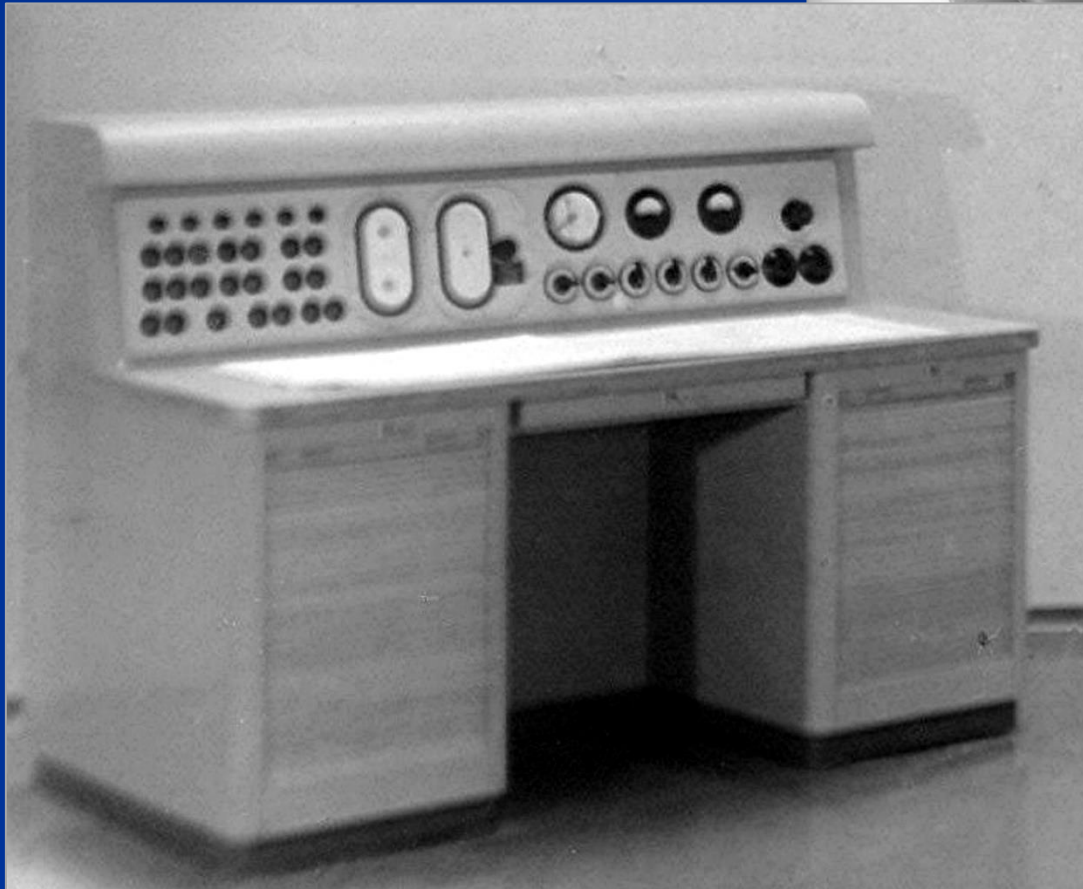
Softwarerealisation darunter (C++, UNIX/LINUX)

**1962:
90-cm-Schmidt-Spiegel-Teleskop
der Universitäts-Sternwarte Jena**

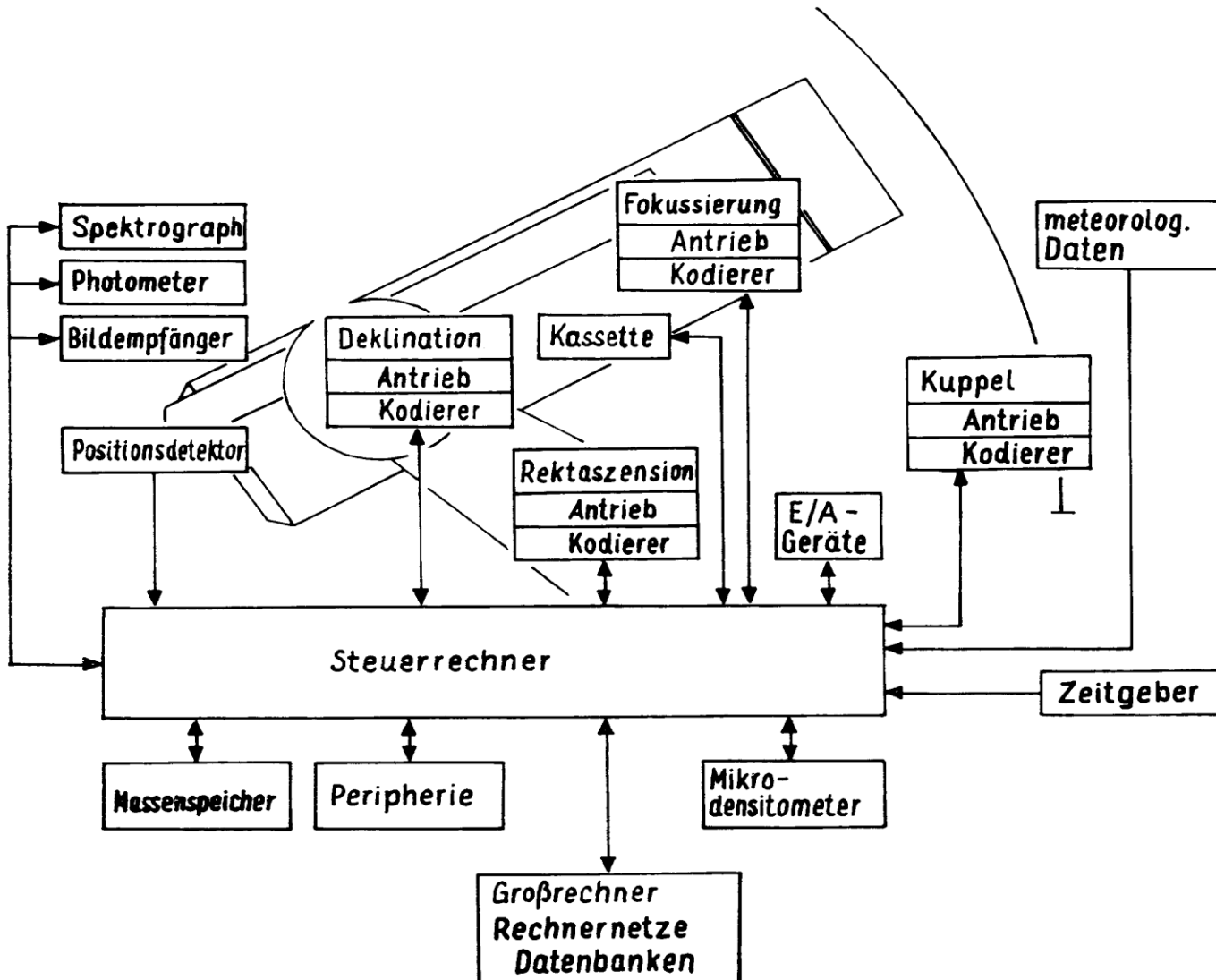


**1962:
90-cm-Schmidt-Spiegel-Teleskop
der Universitäts-Sternwarte Jena**

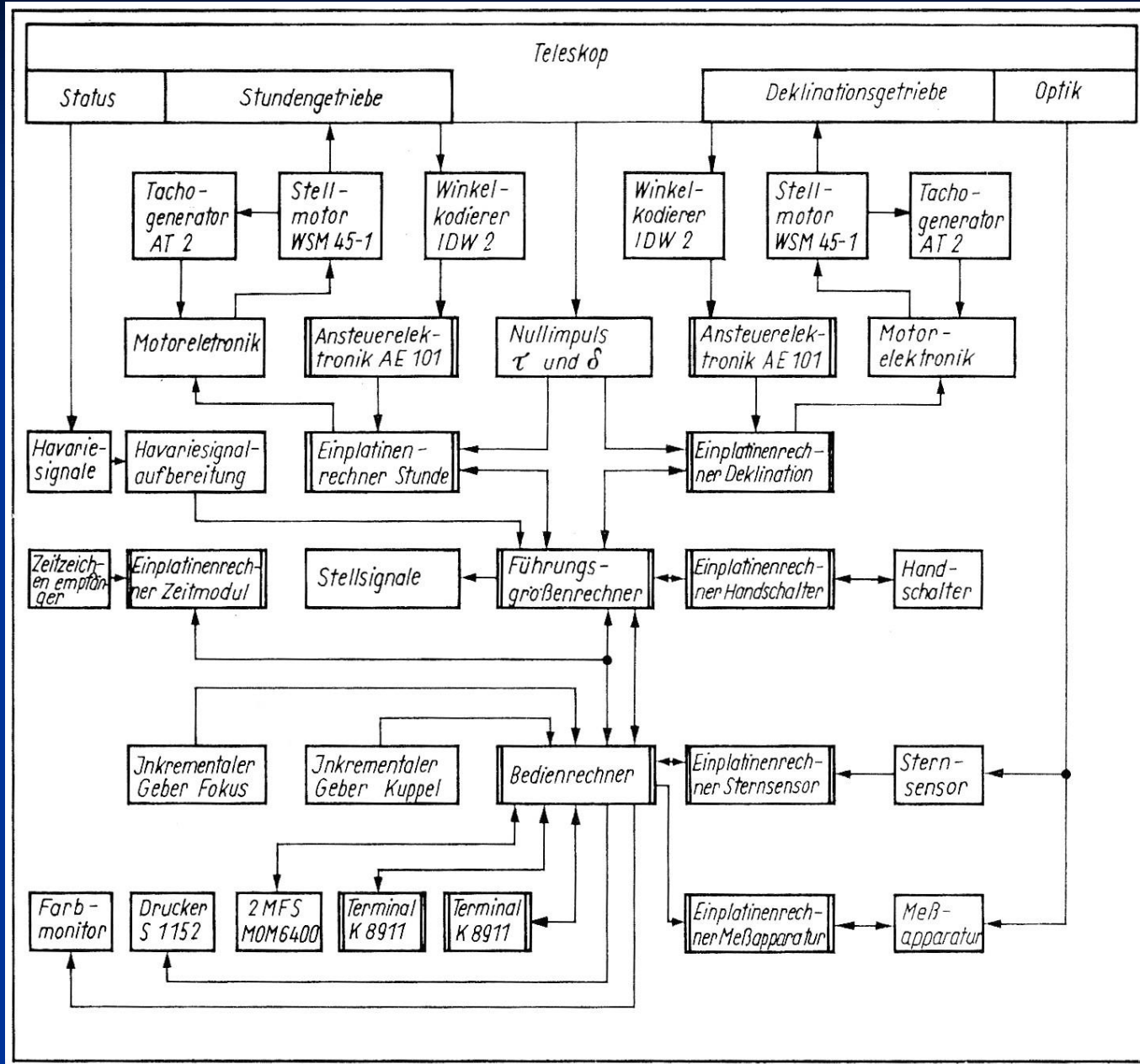
Bedienpult



Astronomische Aufgabenstellung um 1980: Steuerung von (optischen) Teleskopen



Modulares Mikrosystem mit 16 Z80 (1982)



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



1984 haben wir begonnen, die Lageregelung des Teleskops
mit einem Multi-Mikrorechnersystem zu automatisieren.

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

UNIVERSITY OBSERVATORY OF JENA, 90 cm telescope

MEZ : 13 h 34 min 4.2 s MESZ: 14 h 34 min 4.2 s
LST : 3 h 17 min 24.7 s date: 1994 - 4 - 24

telescope coordinates:

alpha : 3 h 17 min 24.71 s delta: 0 ° 0 ' 0.00 "
tau : 0 h 0 min 0.0 s

azimut: 0.00 ° airmass : 1.584
zenith distance: 50.93 °

dome azimut: 180.0 °

focus: 23.486 mm

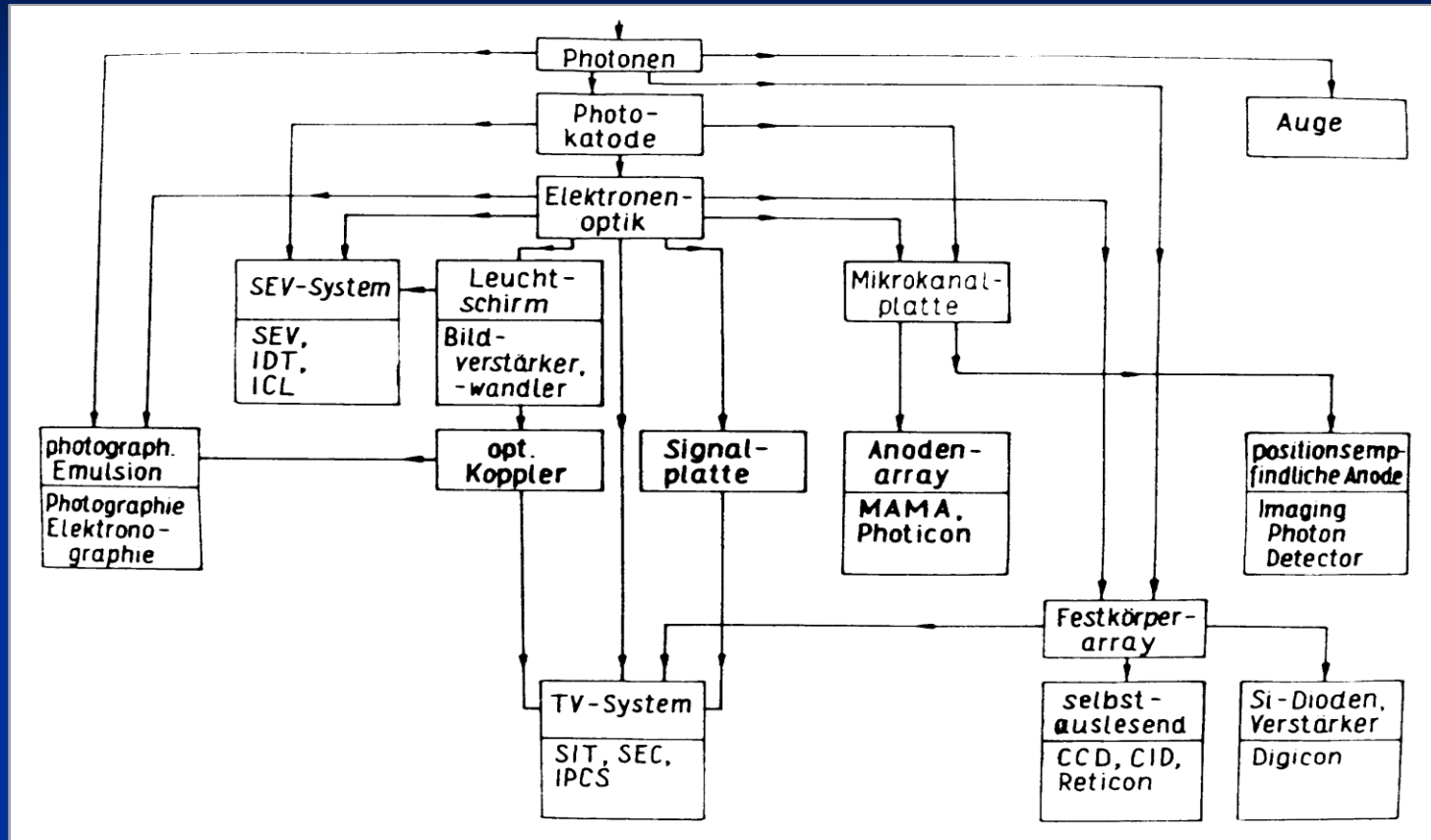
oil	over $\tau \pm$	$\delta \pm$	hor $\tau \pm$	$\delta \pm$	rot $\tau \pm$	danger
-----	-----------------	--------------	----------------	--------------	----------------	--------

position alpha : hh.mmss
position delta : -gg.mmss
position epoche: aaaa.aa
position slit : ggg.gg
position focus : mmm.mmm
correct alpha : hh.mmss
correct delta : -gg.mmss
tracking alpha : 15.000
tracking delta : 0.000

handpaddle : fine/pointing
mounting : nonreversed/reversed
dome : left/stop/right/auto
slit : open/stop/close
exposure : open/close
autoguiding: run/stop
position : north/zenith/south
position : next of file
quit

Bedienrechner: alpha-numerisches Terminal

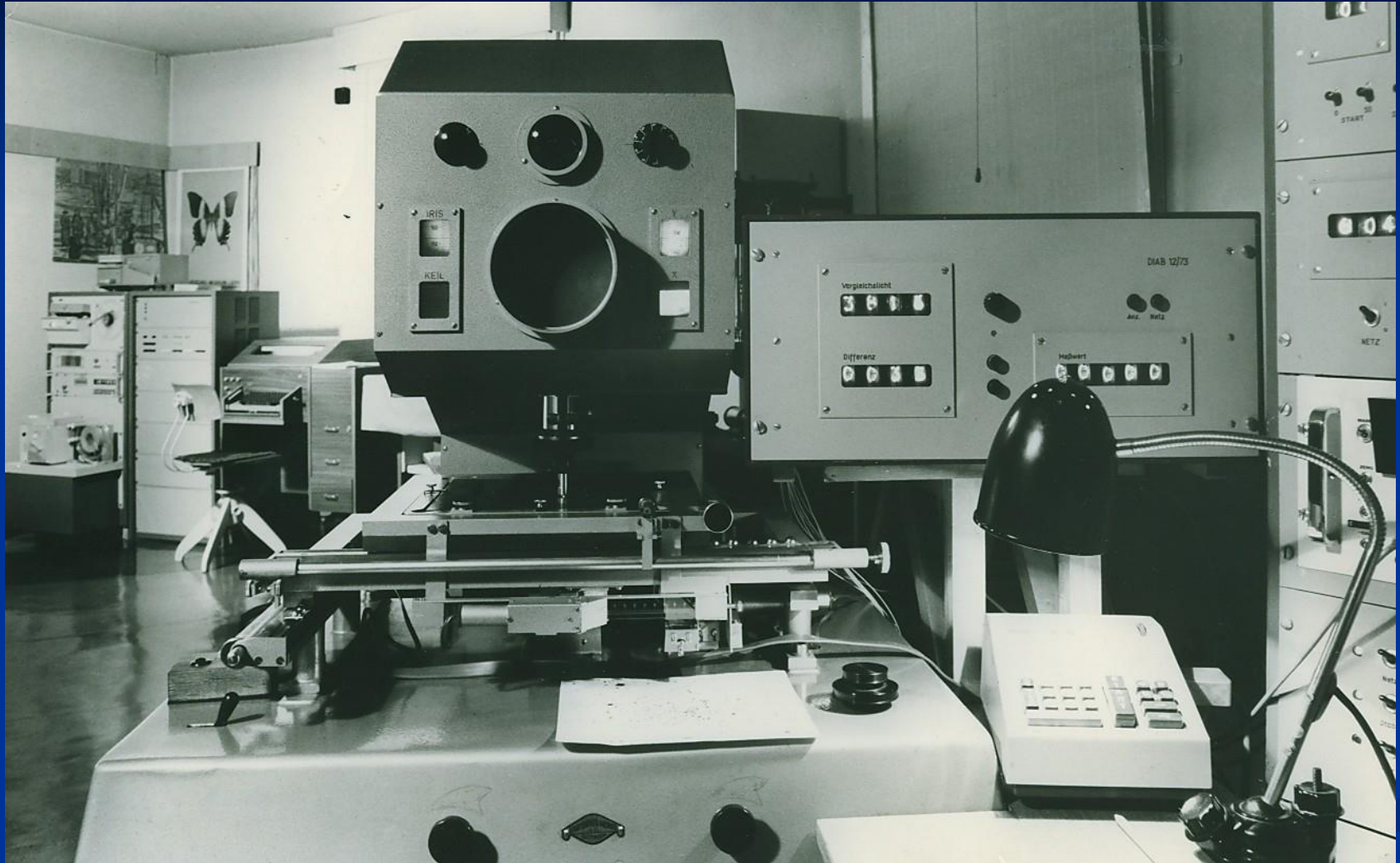
Astronomische Aufgabenstellung um 1980: Sensoren für die optische Astronomie



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
 CID: Charge Injection Device
 CCD: Charge Coupled Device

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**

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. Ann. 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
- Schmidt, Karl-Heinz: Einige Fakten zur Entwicklung der Astronomie seit 1950. Unveröffentlichtes Vortragsmanuskript, 10. April 1997

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 Z 80-CPU's zur Steuerung des Teleskops

- 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)

Leistungsaufnahme	10 kW	60 W	1: 0,006
	ZRA1	moderner PC (2015)	
Taktfrequenz	200 kHz	2,2 GHz	1: 11.000
RAM	42 Byte	8 GByte	1: 200 000 000
Platte	24,6 KByte	1 TByte	1: 40 000 000

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