

Die Beobachtungsstation bei Großschwabhausen der Universitäts-Sternwarte Jena

**Mechanik und Automatisierung
von Teleskop und Auswertegeräten**

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

Verein Technikgeschichte in Jena e.V.
Jena, Universitäts-Campus, Hörsaal 7
17. Oktober 2006

Gliederung

1. Teil (Kämnitz):

- Baugeschichte

2. Teil (Schielicke):

- Vorgeschichte der Station
- Mechanisches Konzept des Teleskops
- Die ursprüngliche Steuerung
- Geräteautomatisierung (u.a. Irisblenden- und Registrierfotometer)
- Teleskopautomatisierung (Vorgeschichte und Stand)

3. Teil (Pfau):

- Optische Konzeption des Teleskops
- Grundlegende Untersuchung der Leistungsparameter (u.a. Hartmann-Test)
- Geräteentwicklungen und –tests
- Beobachtungsprogramme in der Schmidt-Version des Teleskops
- Beobachtungsprogramme in der Nasmyth-Version des Teleskops
- Aktuelle Beobachtungsprogramme

Gliederung

2. Teil:

- Vorgeschichte der Station
- Mechanisches Konzept des Teleskops
- Die ursprüngliche Steuerung
- Geräteautomatisierung
(u.a. Irisblenden- und Registrierphotometer)
- Teleskopautomatisierung
(Vorgeschichte und Stand)

Vorgeschichte

- 1898: **Otto Knopf** stellt nach Messungen an Observatorien in Österreich-Ungarn schlechte Beobachtungsbedingungen in Jena fest → Wunsch nach einer Beobachtungsstation außerhalb des Saaletals

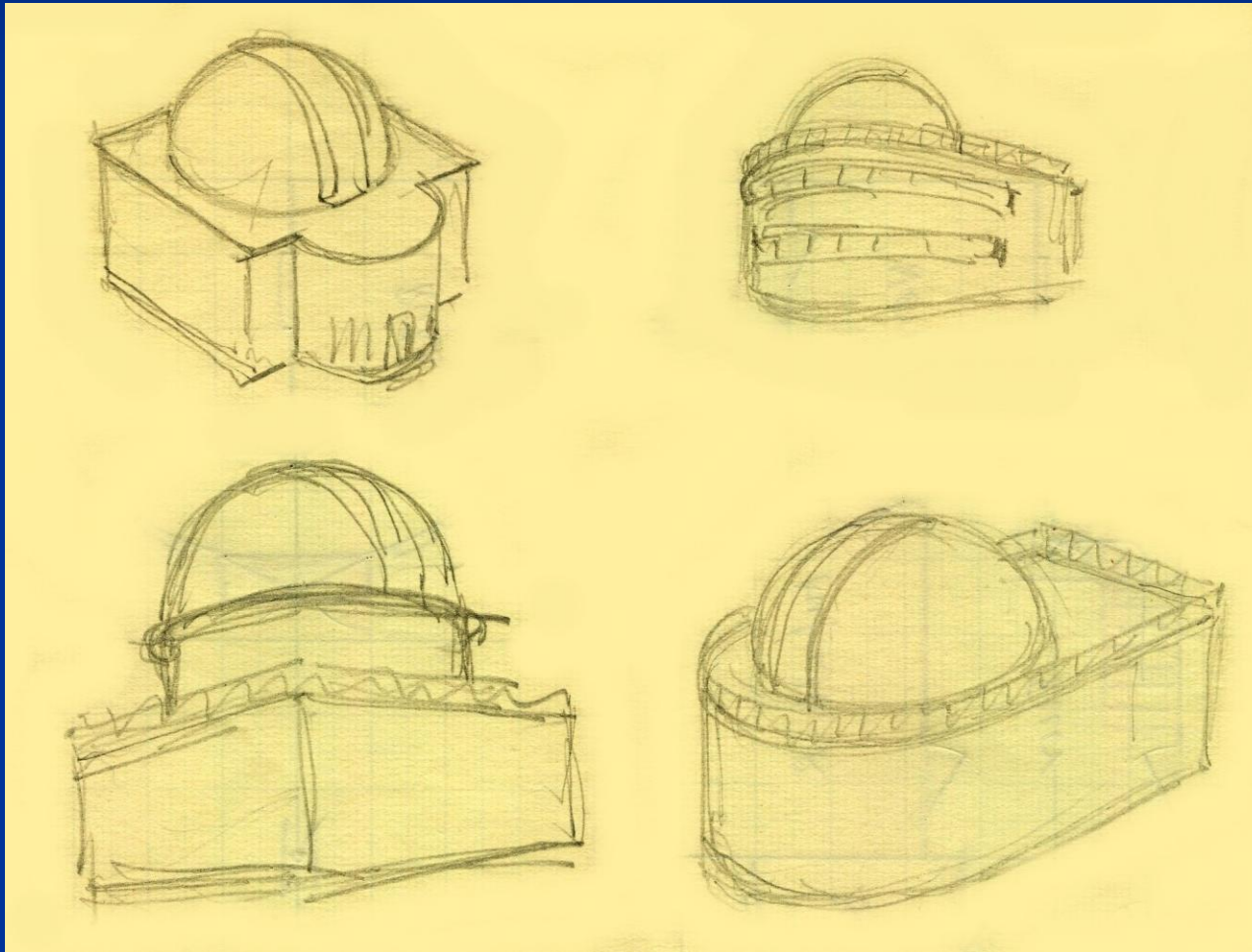


Vorgeschichte

- 1898: **Otto Knopf** stellt nach Messungen an Observatorien in Österreich-Ungarn schlechte Beobachtungsbedingungen in Jena fest → Wunsch nach einer Beobachtungsstation außerhalb des Saaletals
- 1927: **Walther Baade** lehnt Ruf nach Jena ab, auch weil eine Beobachtungsstation nicht genehmigt wird
- 1932: **Heinrich Vogt** und dann **Heinrich Siedentopf** beantragen 1-m-Spiegelteleskop, Standort bei Großschwabhausen oder Tautenburg; das Teleskop wird später Teil des „Mussolini-Projekts“
- 1950: **Hermann Lambrecht** beantragt Beobachtungsstation mit Schmidt-Spiegel und Zusatzgeräten

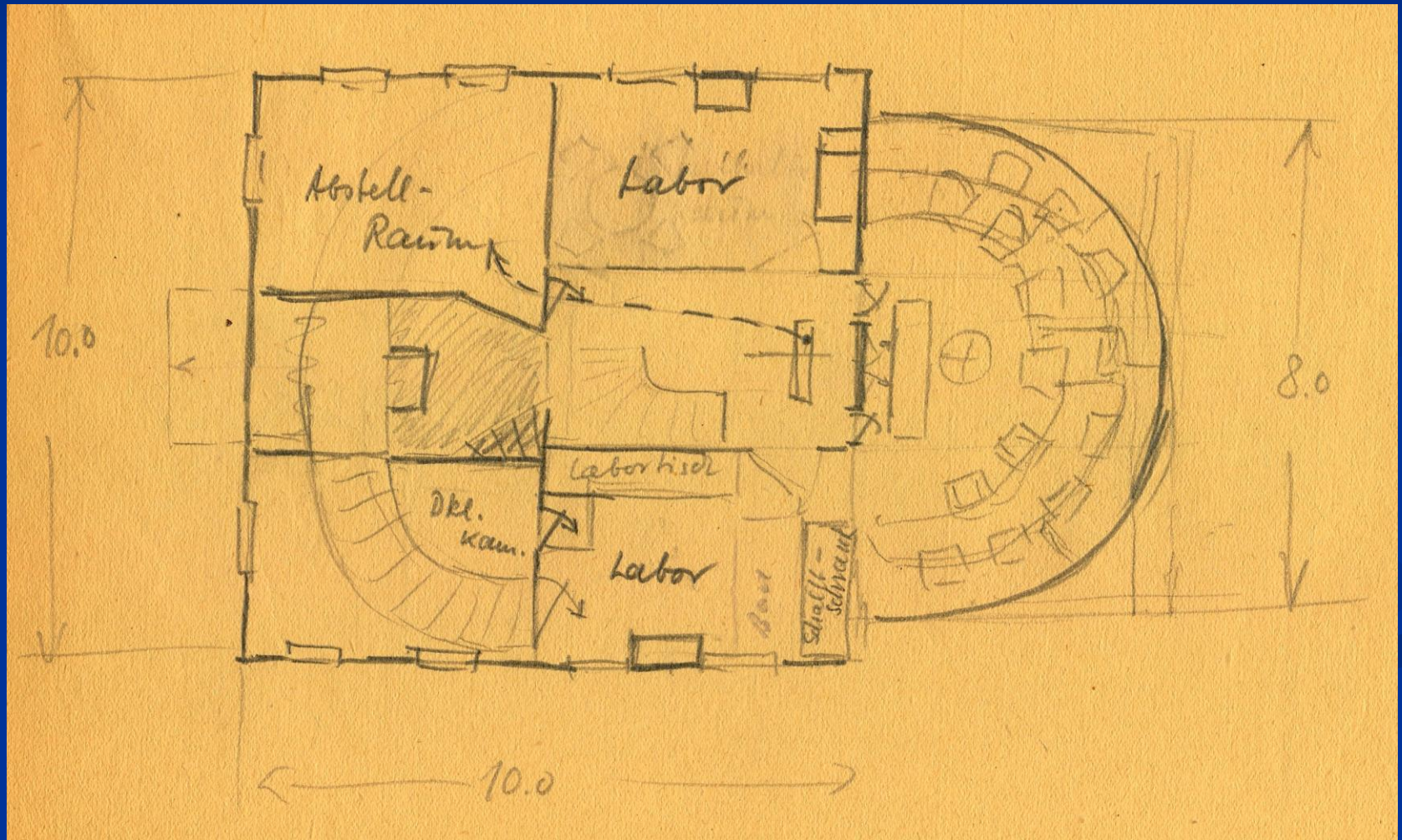
Zur Baugeschichte

Erste Entwürfe Mitte der 1950er Jahre:

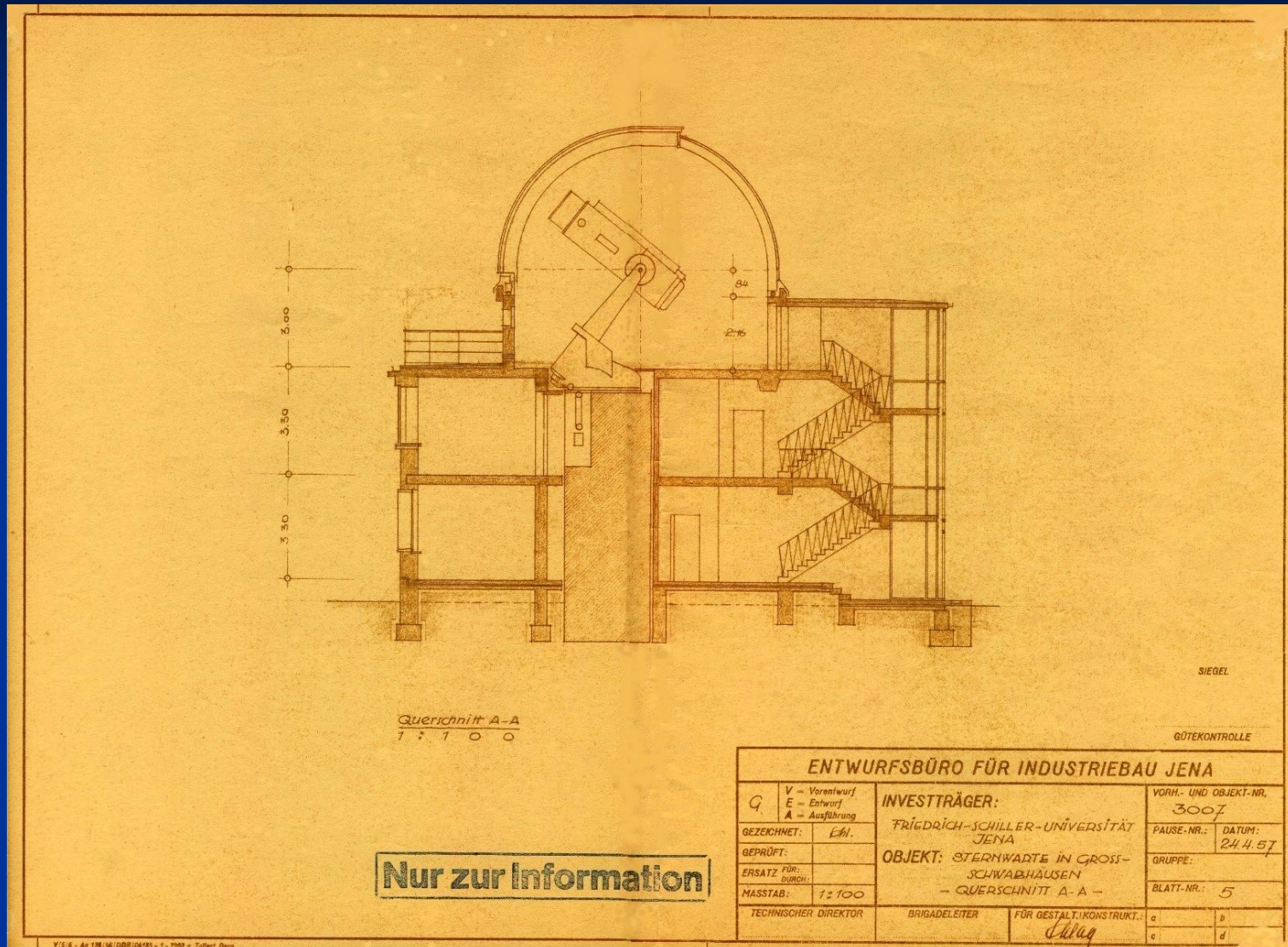


Zur Baugeschichte

Erste Entwürfe Mitte der 1950er Jahre:

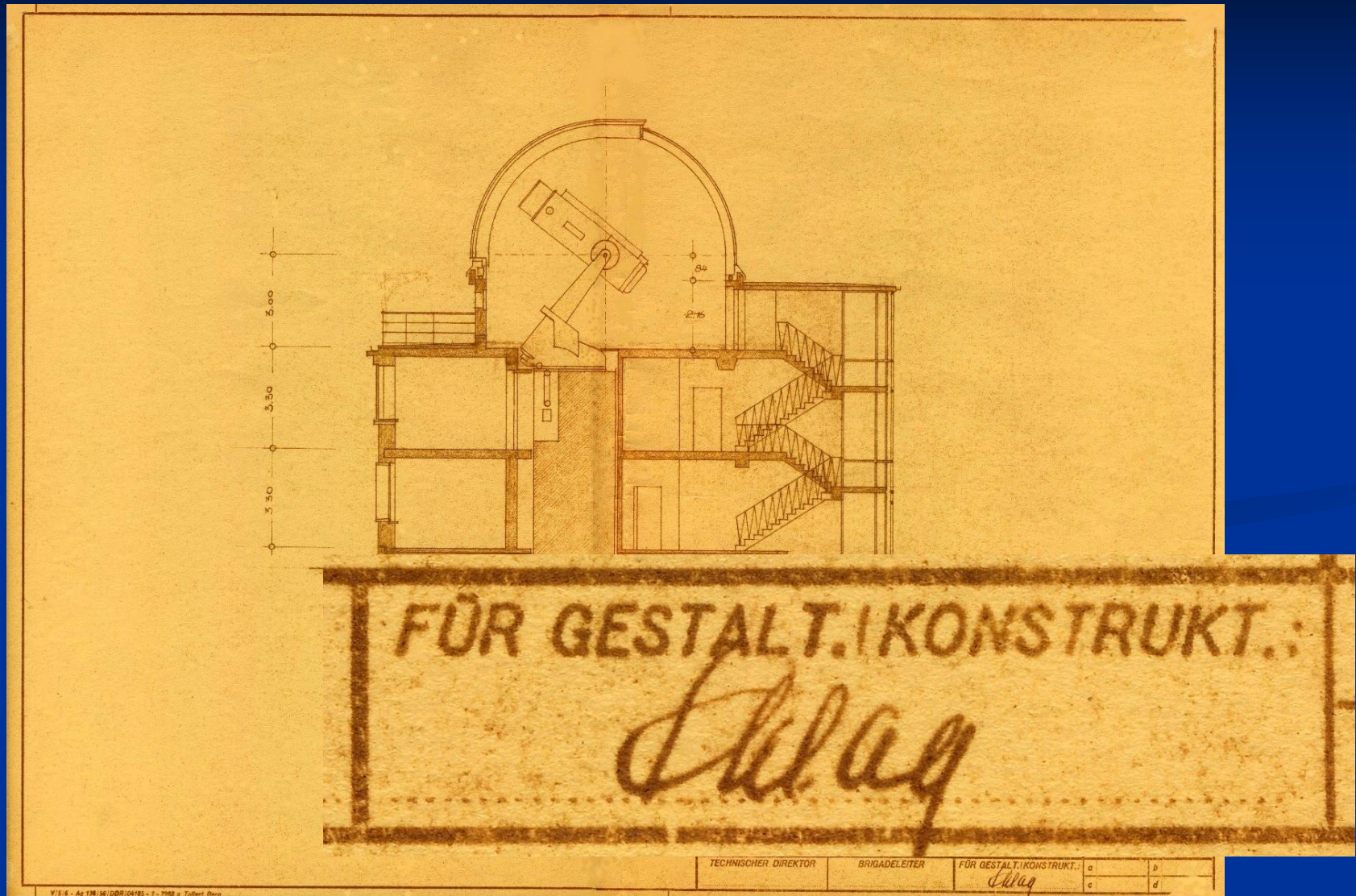


Zur Baugeschichte



24. April 1957: Gestaltung und Konstruktion durch Hans Schlag

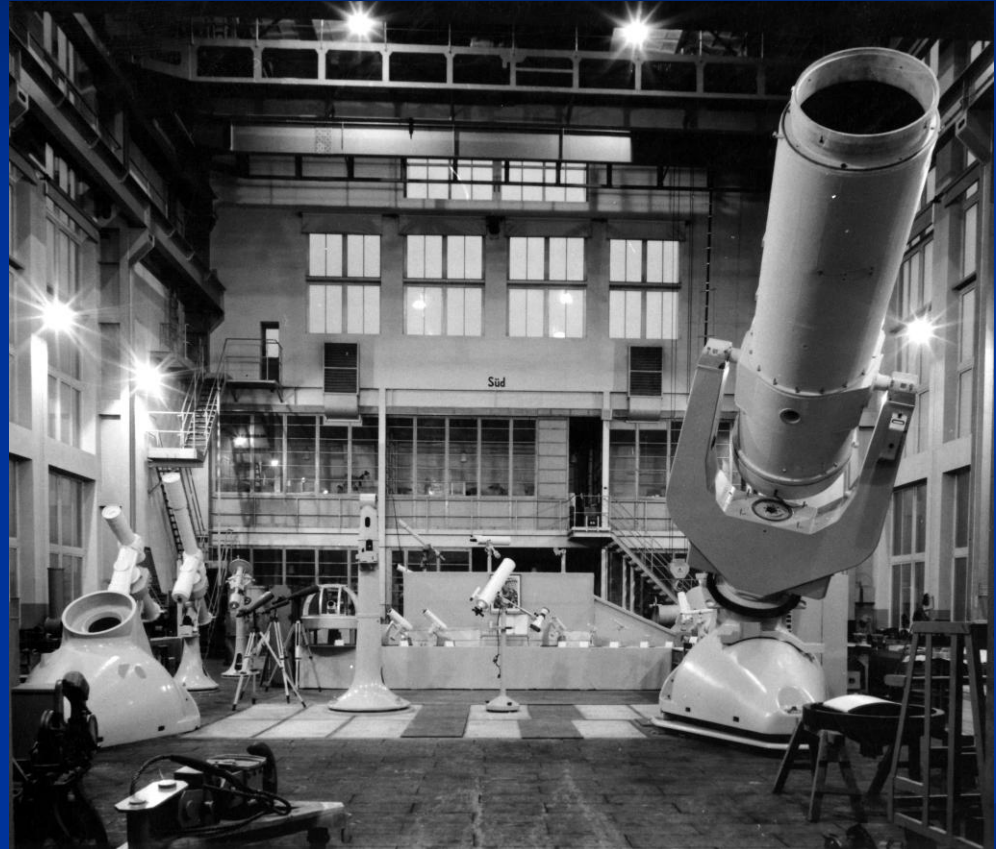
Zur Baugeschichte



24. April 1957: Gestaltung und Konstruktion durch Hans Schlag

Technische Daten des Teleskops

- Kombination von Schmidt- und Nasmythteleskop auf Gabelmontierung
- bewegt durch
 - Grob- ($120^{\circ}/\text{min}$),
 - Fein I - ($3^{\circ}/\text{min}$) bzw.
 - Fein II - ($1^{\circ}/\text{min}$) und
 - Feinstantrieb ($1'/\text{min}$) in jeder der beiden Koordinaten, dazu
 - uhrgesteuerter Antrieb ($15'/\text{min}$) in Stunde



Carl Zeiss JENA fertigt in den 1950er Jahren vier (fast) identische Teleskope: für die Universitäts-Sternwarte Jena, für Toruń, Budapest und Peking

Technische Daten des Teleskops

Optik:

Hauptspiegel: 1000 mm $\varnothing$, ZK 7, freie Öffnung $d = 900$ mm,
Kugelfläche mit $r = 3610$ mm,

Fassung mit 9 axialen und 15 radialen Entlastungssystemen

Korrektionsplatte: 640 mm $\varnothing$, UBK 7, freie Öffnung $d = 600$ mm

Hyperbolspiegel: 120 mm $\varnothing$, ZK 7, freie Öffnung $d = 114$ mm

Umlenkspiegel: 124 mm $\varnothing$, ZK 7, freie Öffnung $d = 120$ mm

Mechanik:

Gesamtmasse: 13 t

Masse der beweglichen Teile: 6,4 t

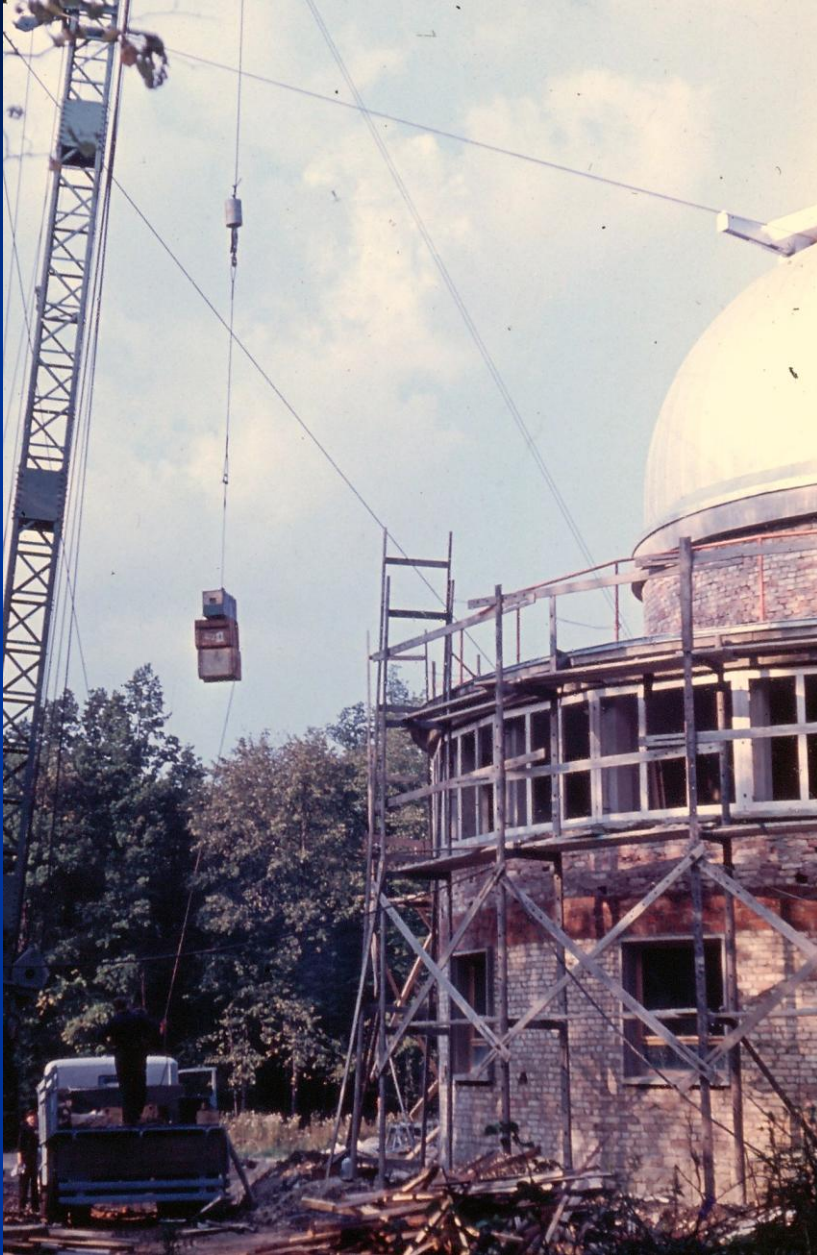
mittleres Drehmoment an der Stundenachse: 4 kpm

mittleres Drehmoment an der Deklinationsachse: 1,5 kpm

Photoplatte:

16 x 16 cm², Schmidt-Kassette: Durchbiegeradius 1800 mm

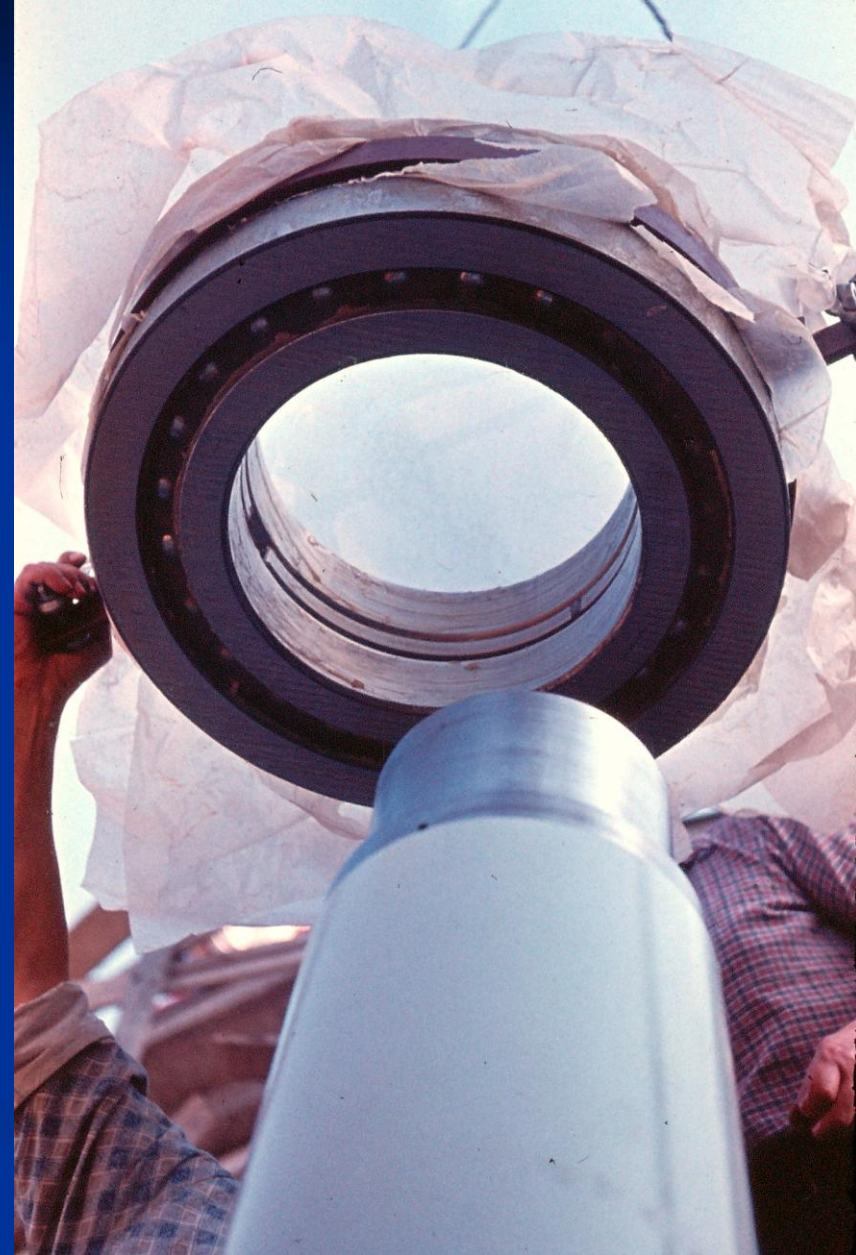
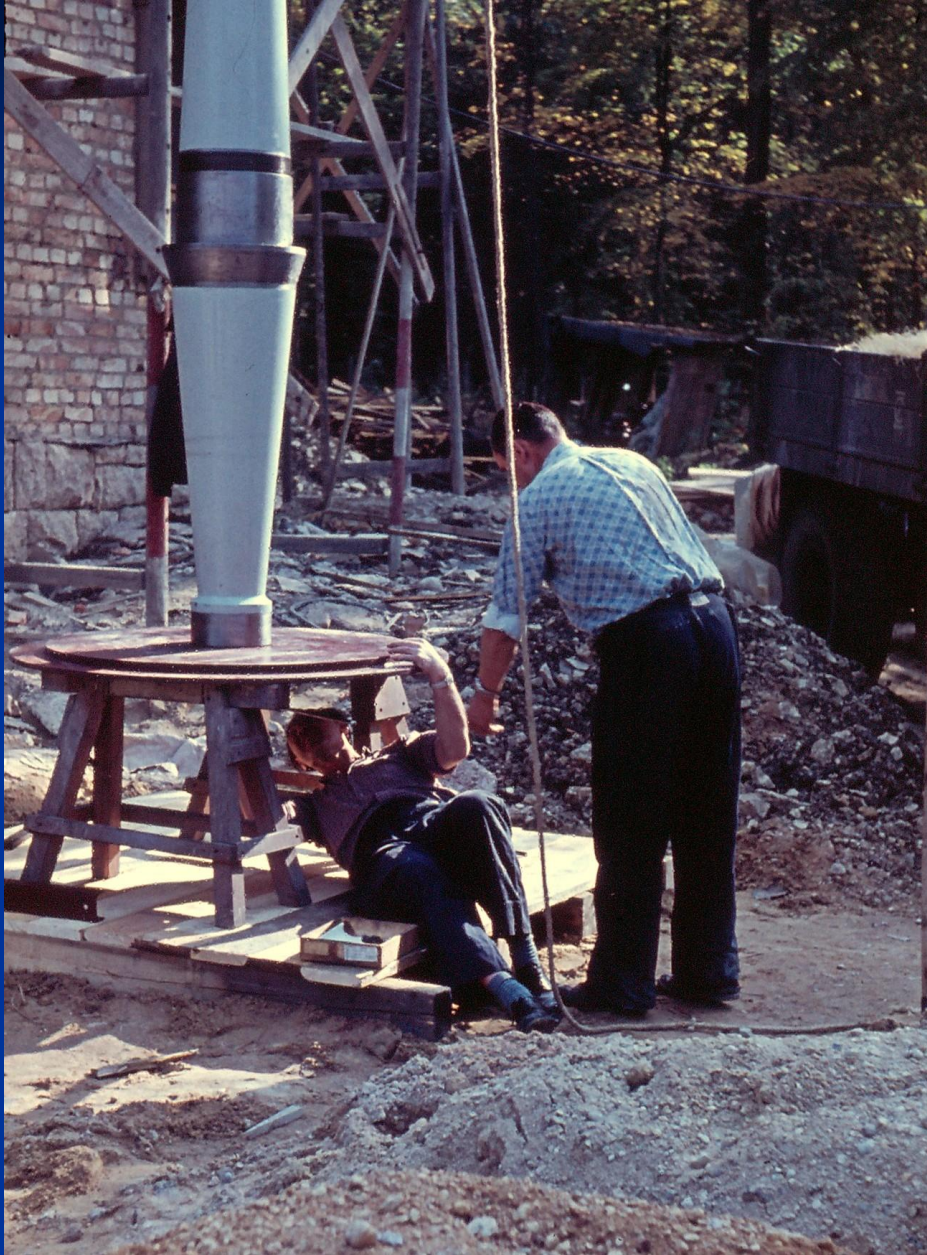
Bilder von der Montage des Teleskops – Aufnahmen: Rudolf Sander, Herbst 1962



Bilder von der Montage des Teleskops – Aufnahmen: Rudolf Sander, Herbst 1962



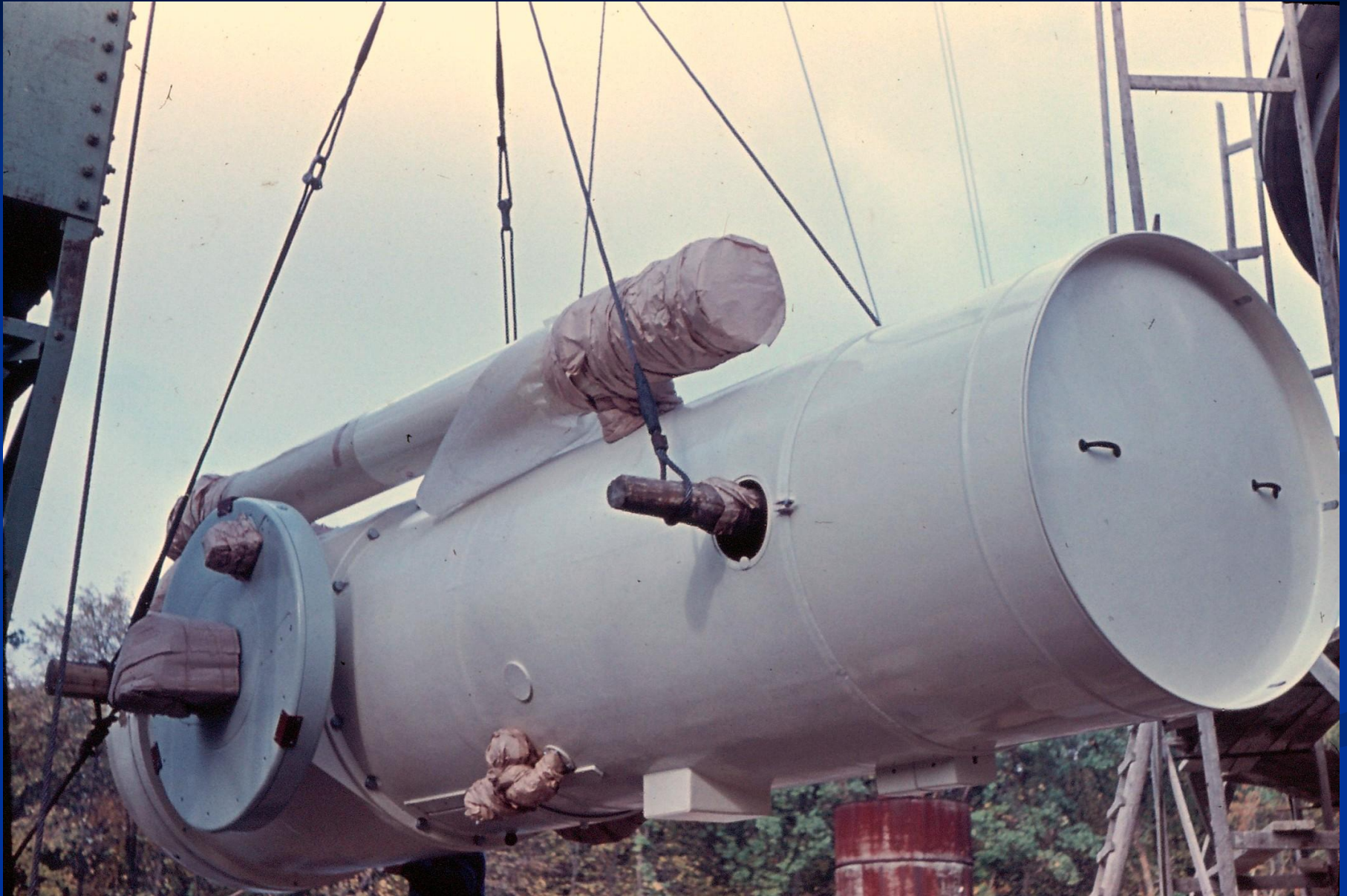
Bilder von der Montage des Teleskops – Aufnahmen: Rudolf Sander, Herbst 1962



Bilder von der Montage des Teleskops – Aufnahmen: Rudolf Sander, Herbst 1962



Bilder von der Montage des Teleskops – Aufnahmen: Rudolf Sander, Herbst 1962



Bilder von der Montage des Teleskops – Aufnahmen: Rudolf Sander, Herbst 1962



Bilder von der Montage des Teleskops – Aufnahmen: Rudolf Sander, Herbst 1962



Aus dem Übergabeprotokoll vom 6. Dezember 1962

Protokoll

Übergabe des 90cm-Spiegelteleskopes an die Universitäts-Sternwarte
Jena in der Beobachtungsstation Großschwabhausen

Anwesend: Prof.Dr. Lambrecht, zeitw.	}	Universitäts-Sternwarte Jena
Dr. Zimmermann		
Herr Pfau		
Herr Mark		
Herr Sander		
Herr Rink		
Koll. Fischer, PGgM1, zeitw.	}	CZ
Koll. Luthardt, EBoAs		
Koll. Dietz, PGgM1		
Koll. Klupsch, PGgM1		
Koll. Sandner, PGgM1		
Koll. Eismann, PGgM1		

Das Instrument, der Schaltschrank, das Steuerpult und die Kuppel
wurden von den Monteuren von VEB CZ komplett montiert.

Jena, den 6. Dezember 1962

Für die Universitäts -
Sternwarte Jena

Für die Bauverwaltung
der Friedrich Schiller
Universität Jena

Für
VEB Carl Zeiss
Jena

H. Lambrecht
H. Zimmermann

H. Rink
K. Eismann

L. J. J. J.
K. J. J. J.

Ansicht des Gebäudes, um 1970



Die ursprüngliche Steuerung des Teleskops

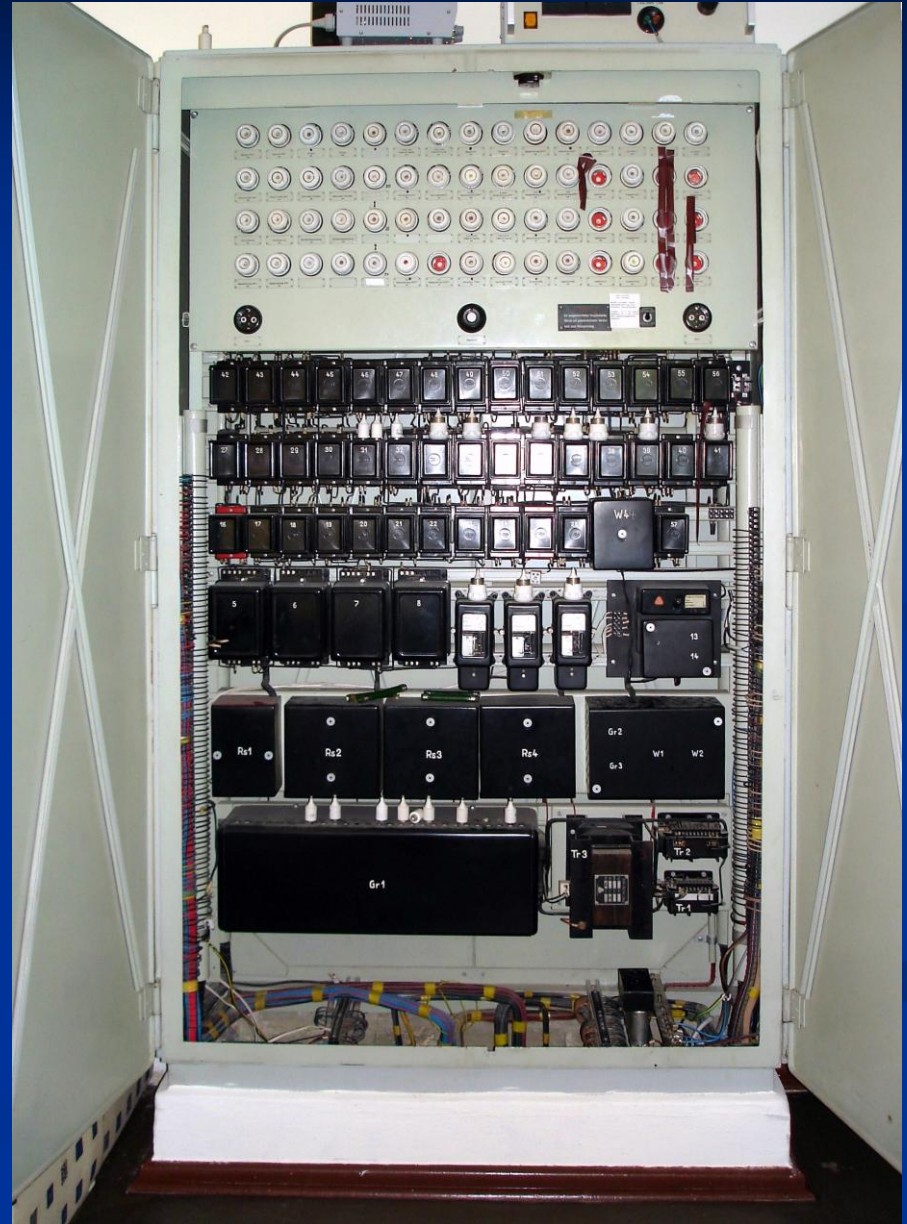
- Steuerung durch 24-V-Relais, Taster, Paketschalter, Pendeluhr mit Kontakt
- Koordinatenanzeige durch Selsyne (elektrische Welle)



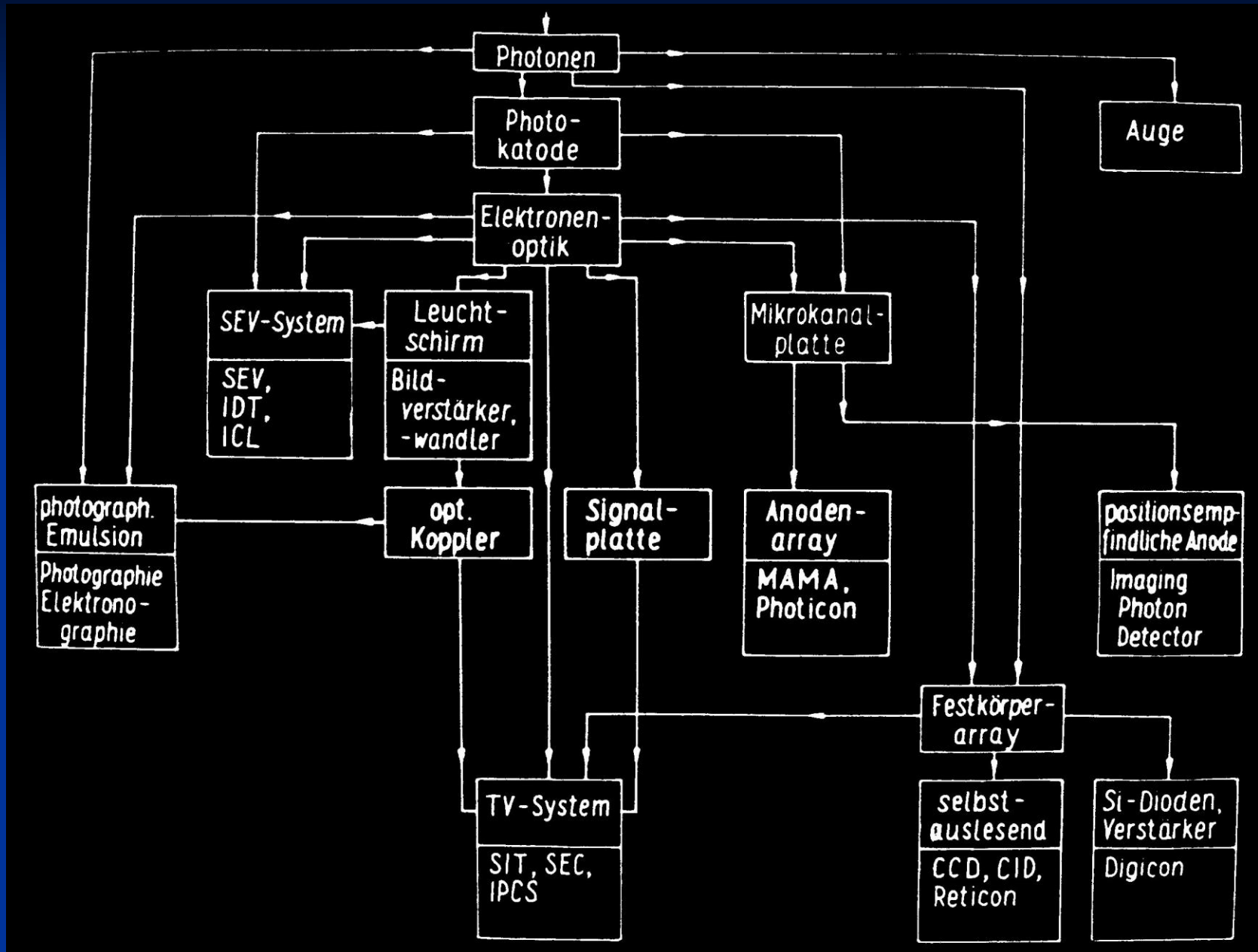
Die ursprüngliche Steuerung des Teleskops

- Steuerung durch 24-V-Relais, Taster, Paketschalter, Pendeluhr mit Kontakt
- Koordinatenanzeige durch Selsyne (elektrische Welle)

Schaltschrank



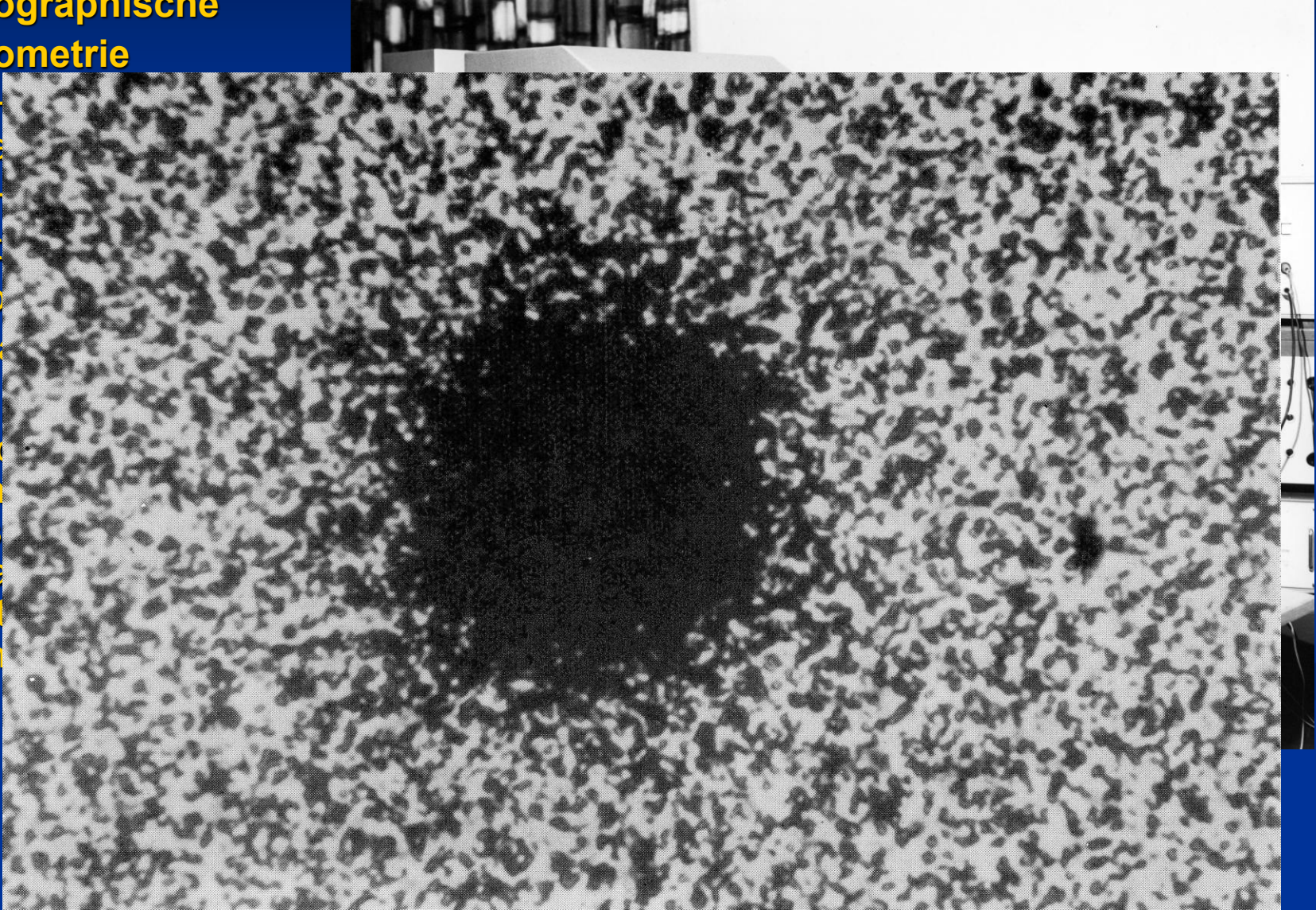
Optische Sensoren in der Astronomie



Meß- und Auswertegeräte und deren Automatisierung

■ Photographische Photometrie

- 1934: H. ...
Irisble...
- 1950: H. ...
beant...
Photo...
Fa. S...
- zahlreiche ...
Auton...
Klaus...
Gusta...
Christ...
Reinh...



Meß- und Auswertegeräte und deren Automatisierung

- **Photographische Photometrie**
 - 1934: Heinrich Siedentopf: Irisblendenphotometer
 - 1950: Hermann Lambrecht beantragt Kauf eines Photometers der Fa. Sartorius, Göttingen
- zahlreiche Automatisierungsschritte: Klaus Güssow, Gustaf Wanie, Christian Friedemann, Reinhard E. Schielicke



um 1965

Meß- und Auswertegeräte und deren Automatisierung

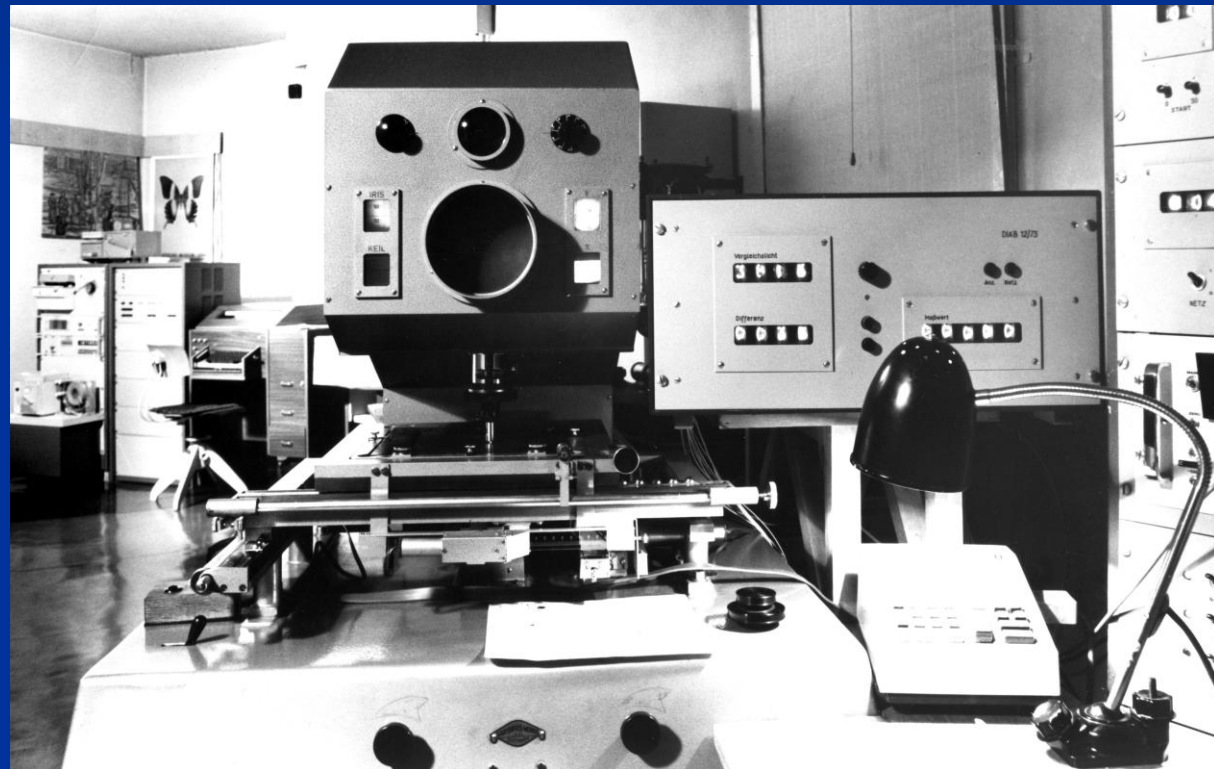
- **Photographische Photometrie**
 - 1934: Heinrich Siedentopf: Irisblendenphotometer
 - 1950: Hermann Lambrecht beantragt Kauf eines Photometers der Fa. Sartorius, Göttingen
 - zahlreiche Automatisierungsschritte: Klaus Güssow, Gustaf Wanie, Christian Friedemann, Reinhard E. Schielicke



um 1972

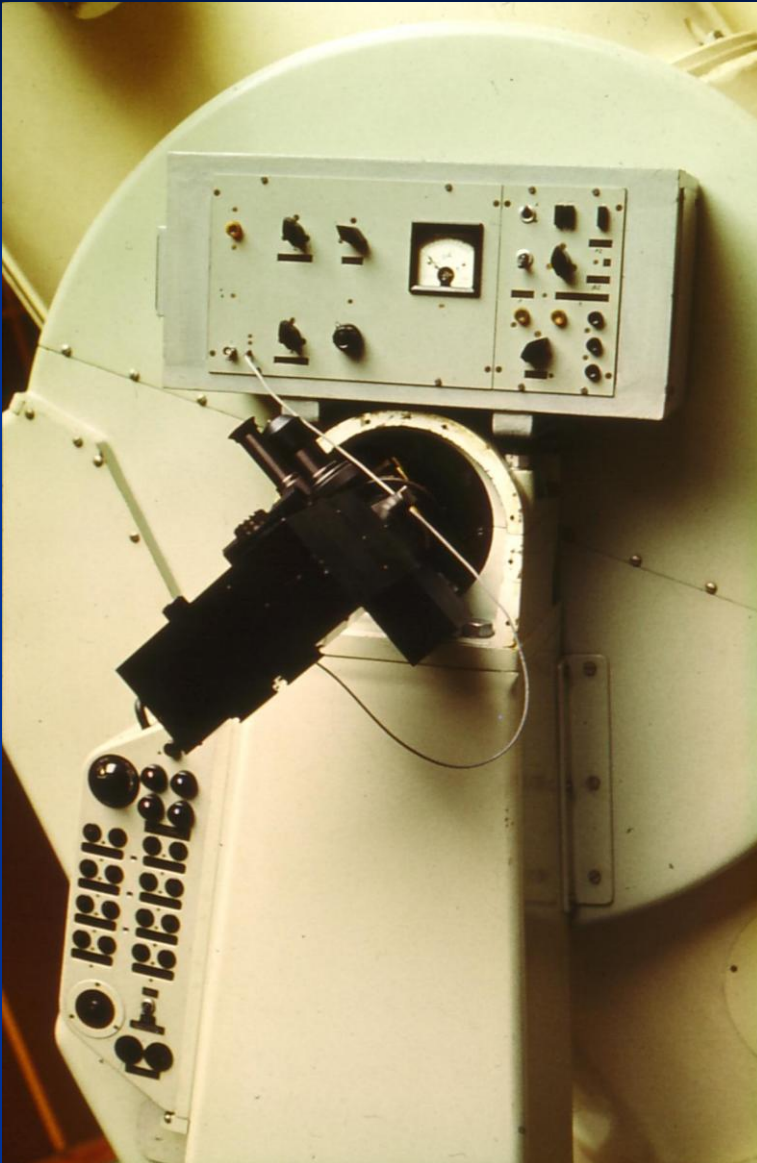
Meß- und Auswertegeräte und deren Automatisierung

- **Photographische Photometrie**
 - 1934: Heinrich Siedentopf: Irisblendenphotometer
 - 1950: Hermann Lambrecht beantragt Kauf eines Photometers der Fa. Sartorius, Göttingen
- zahlreiche Automatisierungsschritte: Klaus Güssow, Gustaf Wanie, Christian Friedemann, Reinhard E. Schielicke



um 1978

Meß- und Auswertegeräte und deren Automatisierung



Lichtelektrische Sternphotometrie

Seit 1936: Untersuchung von Photozellen

(Paul Görlich mit Hz. Ernst II v. Sa.-Altenburg)

1938: Einsatz von Photovervielfachern

Tagung zur lichtelektrischen Photometrie an der
Jenaer Sternwarte

1953: Entwicklung eines lichtelektrischen Photometers

1957: Multiplierprüfstand (1P21 von RCA)

von 1959 an: lichtelektrische Sternspektroskopie

Danach Weiterentwicklung der Photometer für
Forststernwarte und
90-cm-Teleskop in Großschwabhausen

Gleichstromverfahren

integrierendes Gleichstromverfahren

Photonenzählung

Pointierungsautomatik
für Schmidtsystem

1 μ s Zeitauflösung

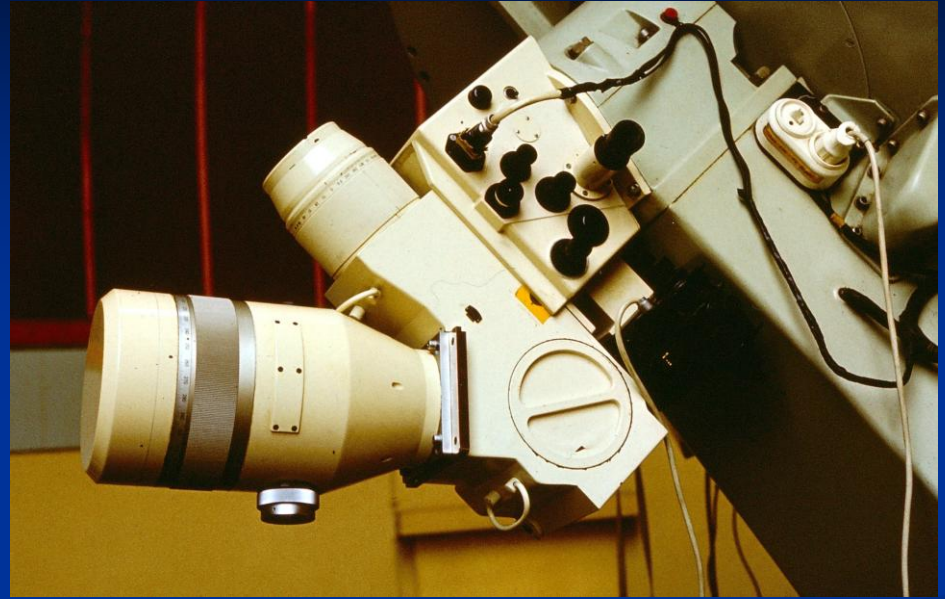
1990: schnell rotierendes Filterradd

quasi-simultane Messungen in den Farben

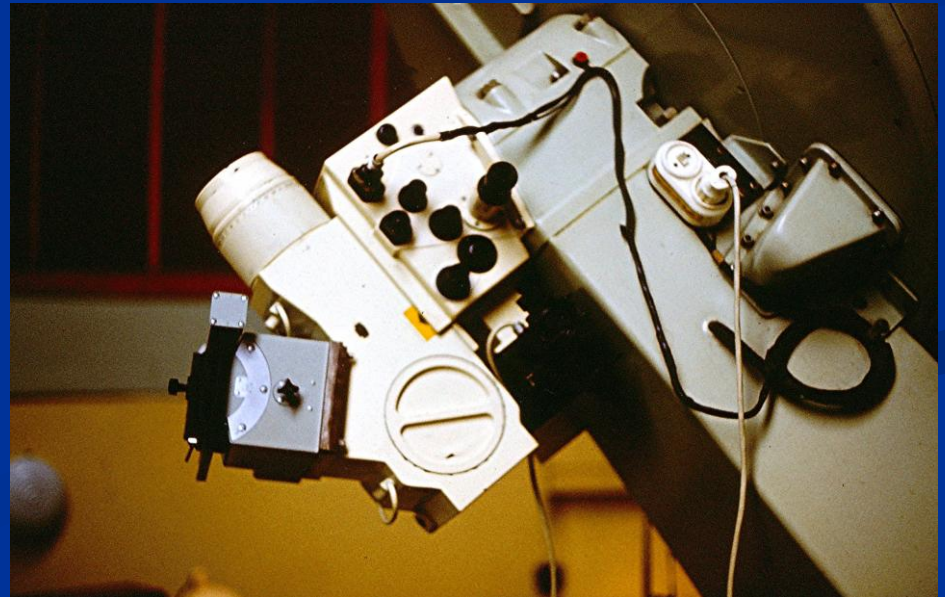
1991: AT 386SX für online-Steuerung

Meß- und Auswertegeräte und deren Automatisierung

- Gitterspektrograph am Nasmythfokus mit Schmidt-Kamera



- mit Bildwandleransatz



Dispersion ca. 10nm/mm ,
Reichweite bis etwa 6^{m}

Meß- und Auswertegeräte und deren Automatisierung

■ Lichtelektrisches Registrierphotometer

Automatisiert durch
SEV als Sensor,
Kompensationsbandschreiber
als Ausgabegerät,
Schrittmotor als Antrieb

dadurch allerdings Aufgabe
des ursprünglichen
Proportionalhebelantriebs



um 1978

Meß- und Auswertegeräte und deren Automatisierung

CCD-Photometrie und CCD-Polarimetrie



1987: Untersuchung einer CCD-Matrix
(512 x 576 Pixel; Diplomarbeit Ralf Launhardt 1989)

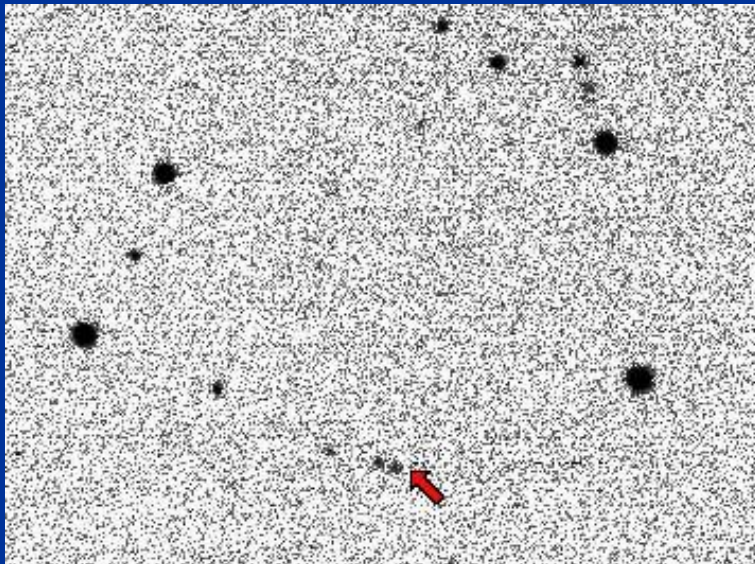
1990: ST4

1994: LcCCD 12 mit KODAK-Chip KAF 1600
(1536 x 1024 Pixel)

im Schmidt-Fokus, Pentium-PC-Steuerung

1996: Polarimeter (Polarisationsfilter und Savart-Platte)
für LcCCD 12,
rechnergesteuerte Filterwechseleinrichtung

Hale Bopp am 20.08.1996, Falschfarbendarstellung



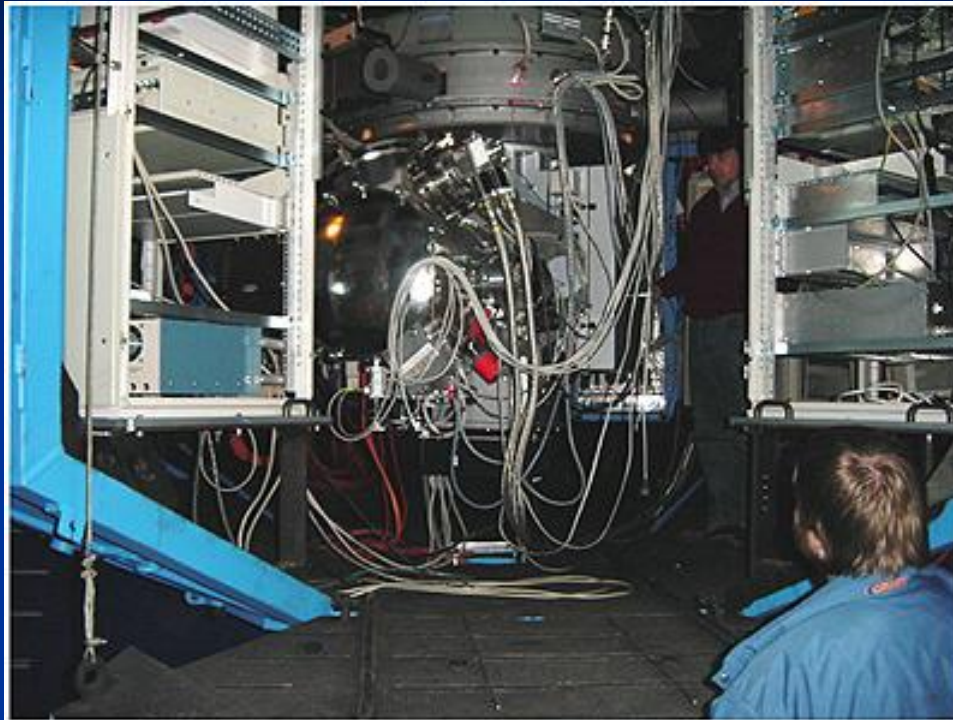
Objekte:

Bedeckungsveränderliche,
offene Sternhaufen

Kometen: Hale-Bopp, Hyakutake,
Herbig Ae/Be-Sterne,
Polarimetrie von Reflexionsnebeln,
Kleine Planeten,
Feldsterne großer Eigenbewegung.

**Kleiner Planet 1990TM7 (7580 Schwabhausen),
Überlagerung dreier Aufnahmen**

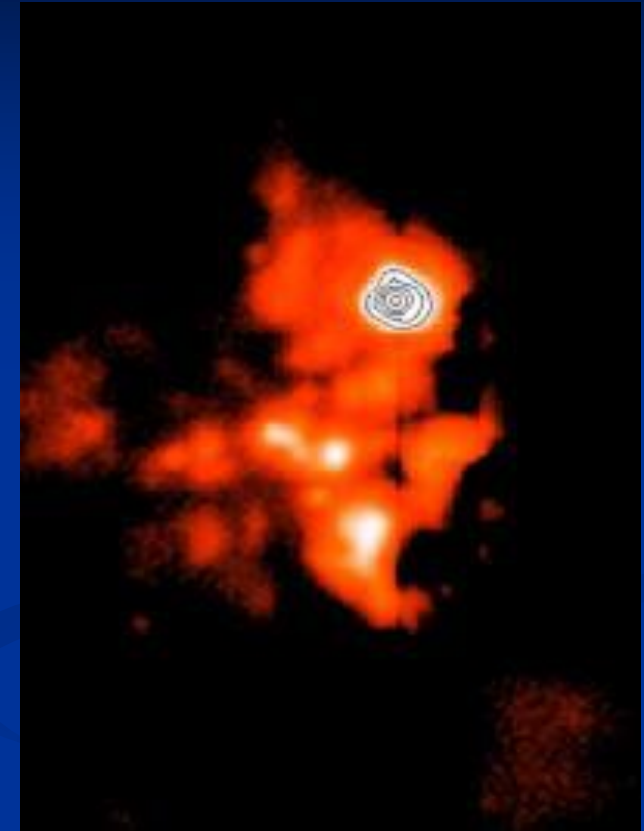
TIMMI2



TIMMI2 at the Cassegrain Focus of the ESO 3.6-m Telescope

ESO PR Photo 12e/01 (30 March 2001)

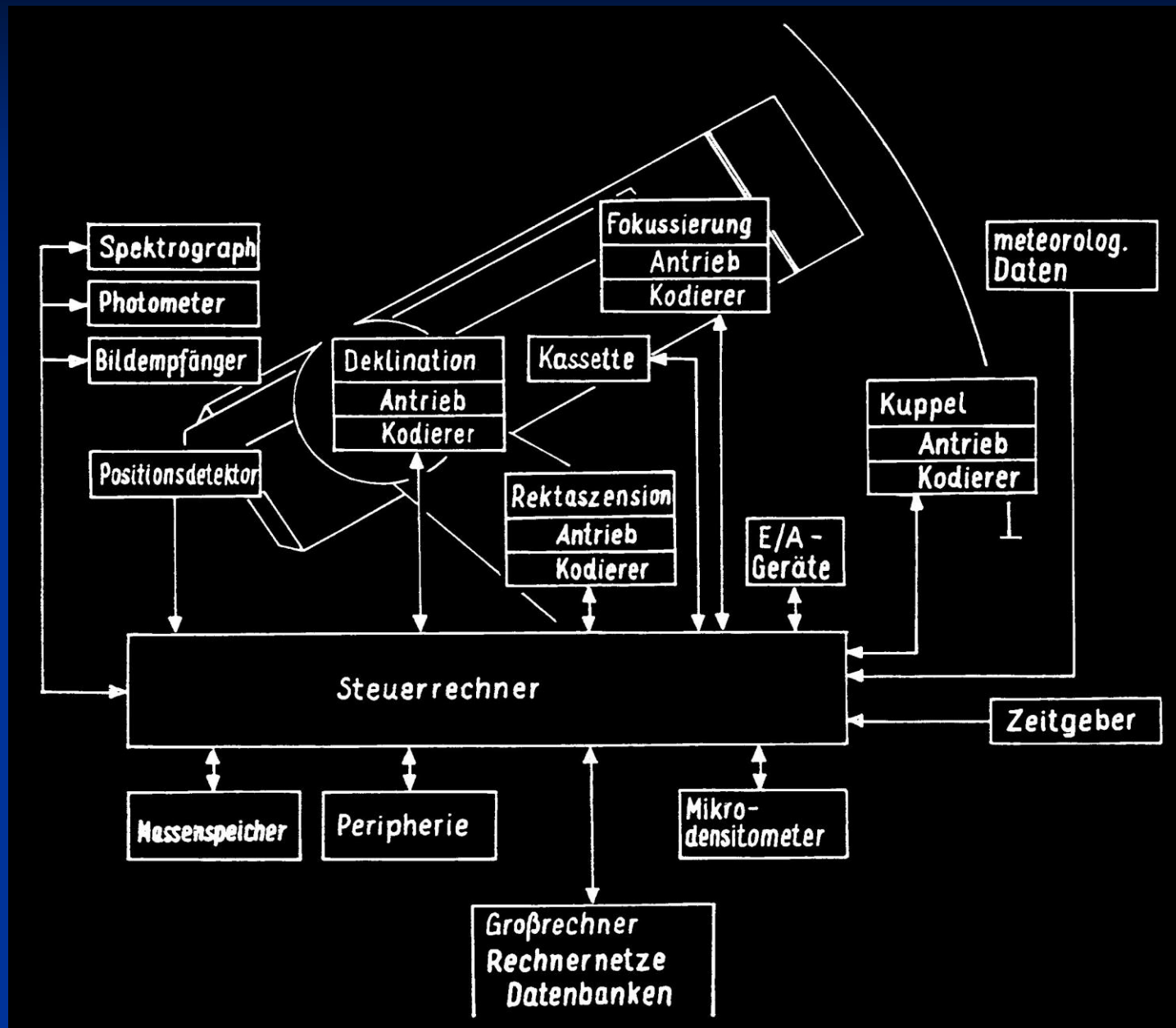
© European Southern Observatory



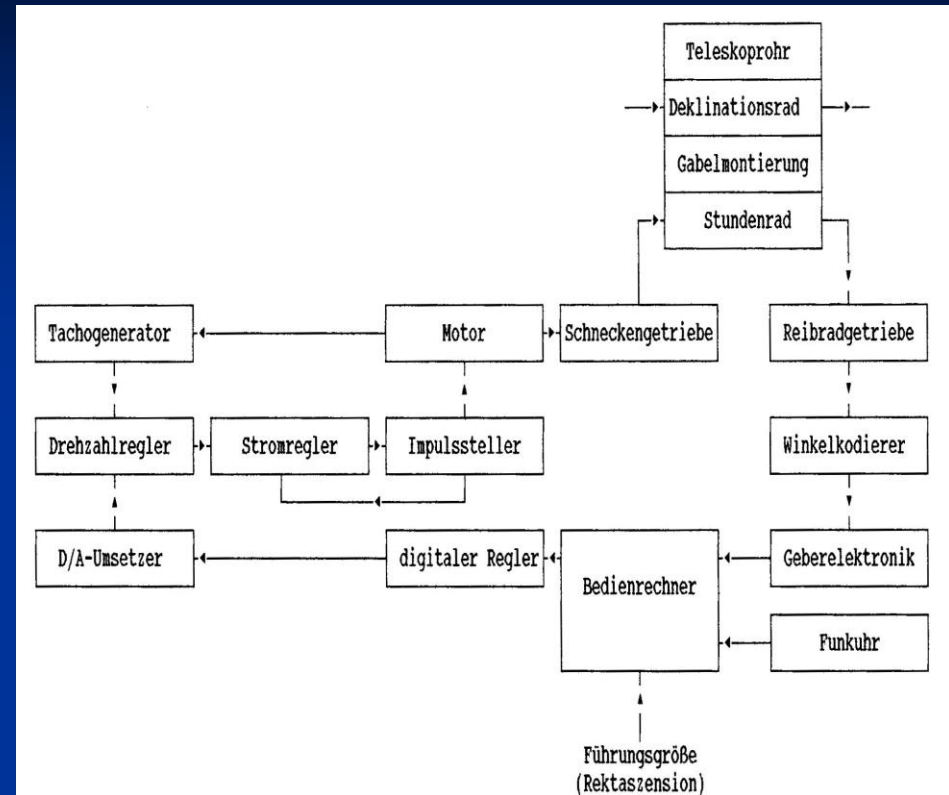
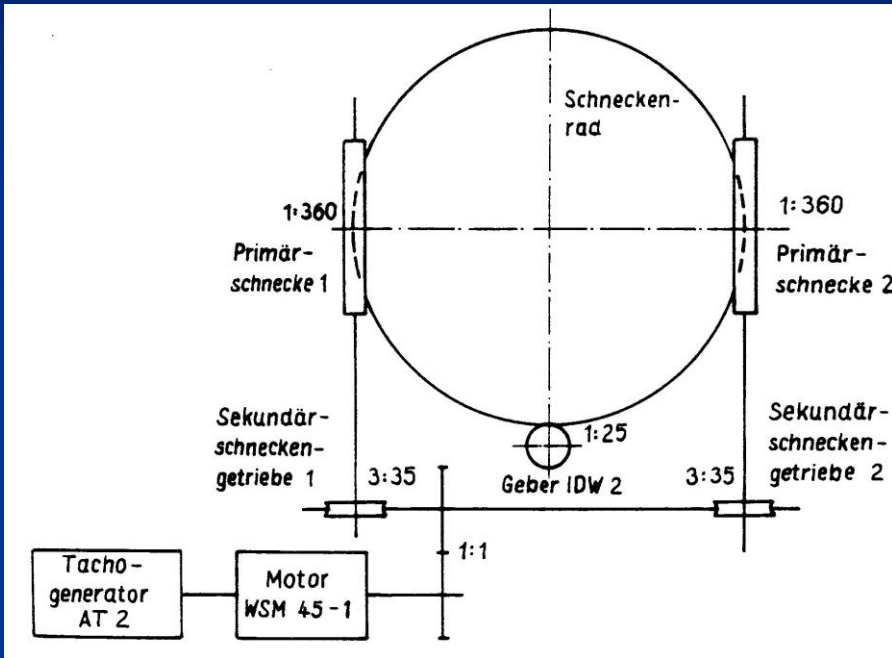
TIMMI 2 (Thermal Infrared MultiMode Instrument)
gebaut 1996-2000 im Infrarotlabor in der Beobachtungs-
station Großschwabhausen (Universitäts-Sternwarte Jena
[Verantwortlicher Bearbeiter: Hans-Georg Reimann]
in Kooperation mit ESO und Universitätssternwarte Wien)

Zentrum des Orionnebels im IR (ESO)

Rechnergestützte Steuerung des Teleskops



Rechnergestützte Steuerung des Teleskops



Schema der Mechanik / Stundenachse

Regelkreis für eine Achse

- Stromregelung mit Drehmomentbegrenzung
- analoge Drehzahlregelung mit Geschwindigkeitsbegrenzung
- digitale Lageregelung mit Beschleunigungsbegrenzung

Rechnergestützte Steuerung des Teleskops

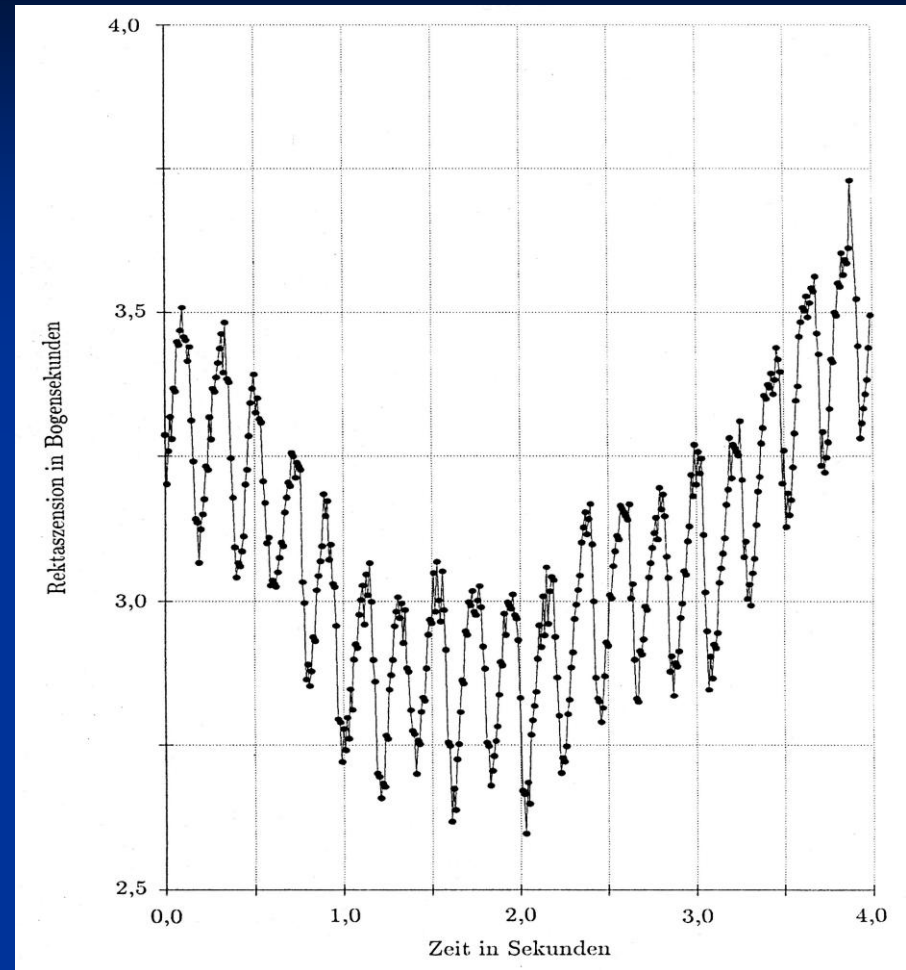
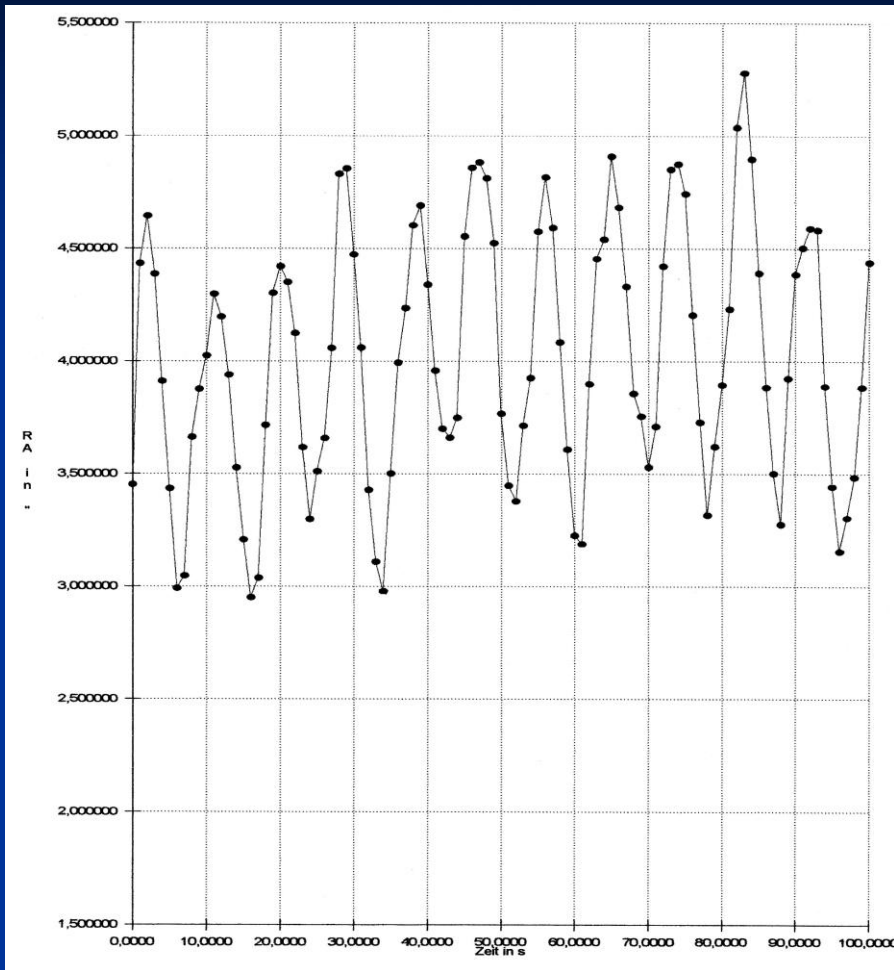
1985: Planung der Steuerung:
Ersatz der 7 Motoren durch
zwei impulsgesteuerte
Gleichstrommotoren,
digitale Geber für beide
Achsen
Programmierung in Basic
Modulares
Mikrorechnersystem von
Carl Zeiss

Vorhaben scheitert an:

- Nichtverfügbarkeit
geeigneter Transistoren
(Schalten von
20 A bei 16 kHz)
- Unzuverlässigkeit des
Mikrorechnersystems mit
16 U-880- (Z-80-)
Einplatinenrechnern



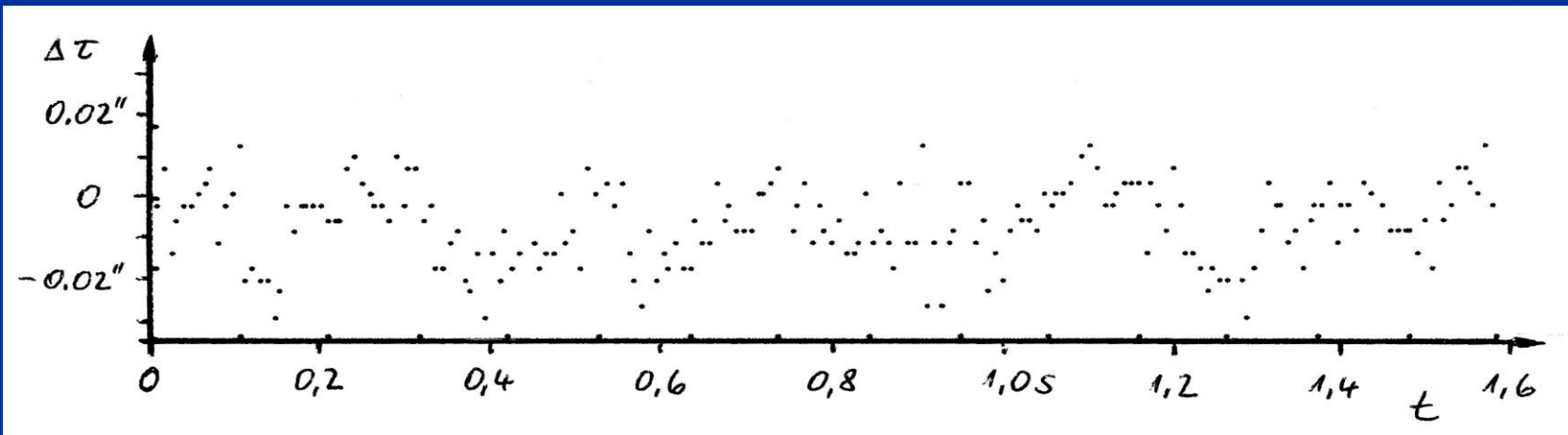
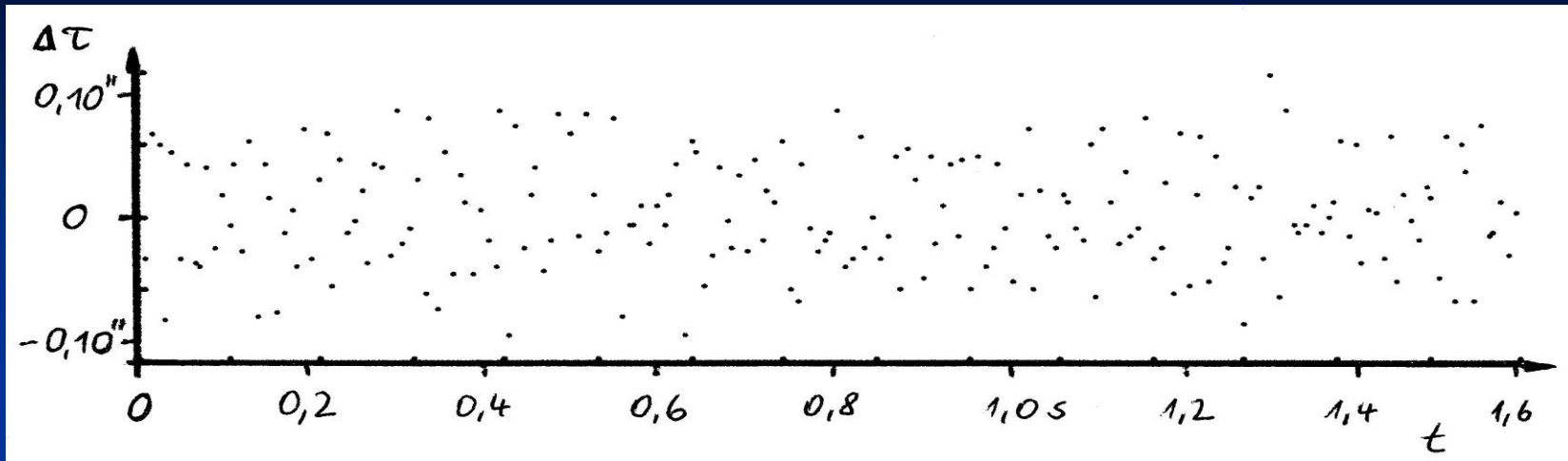
Rechnergestützte Steuerung des Teleskops



Untersuchung des ursprünglichen uhrgesteuerten Antriebs:

Das Nachführen mit dem ursprünglichen Antrieb und die mechanische Anordnung führen zu Änderungen der Winkelgeschwindigkeit mit Perioden von 0,21 s (0,35" Amplitude), 8,94 s (1,61" Amplitude) sowie 240 s (1,5" Amplitude)

Rechnergestützte Steuerung des Teleskops

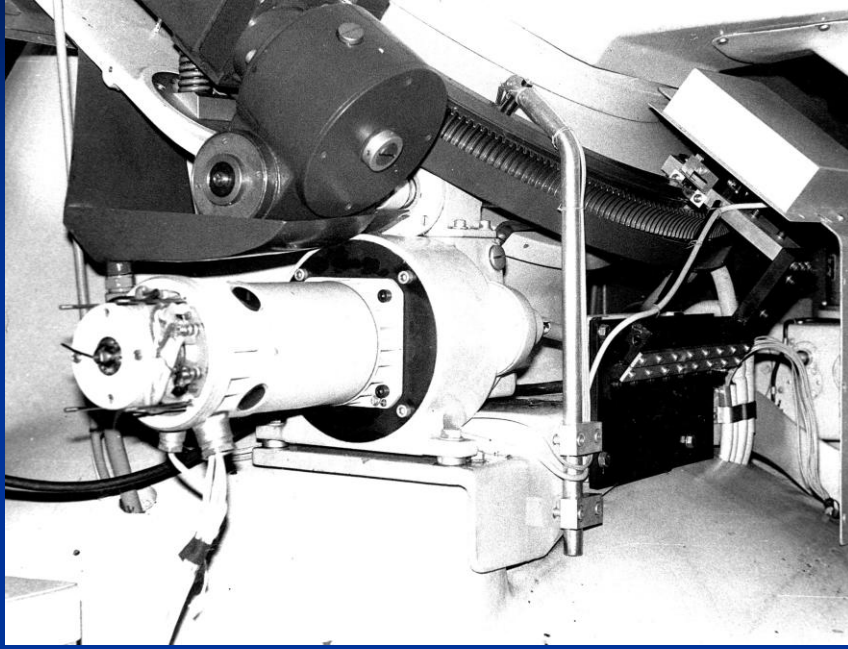


Vergleich des ursprünglichen uhrgesteuerten Antriebs mit dem geregelten:

oben: ursprünglicher ungeregelter Antrieb $(\pm 0,05'')$

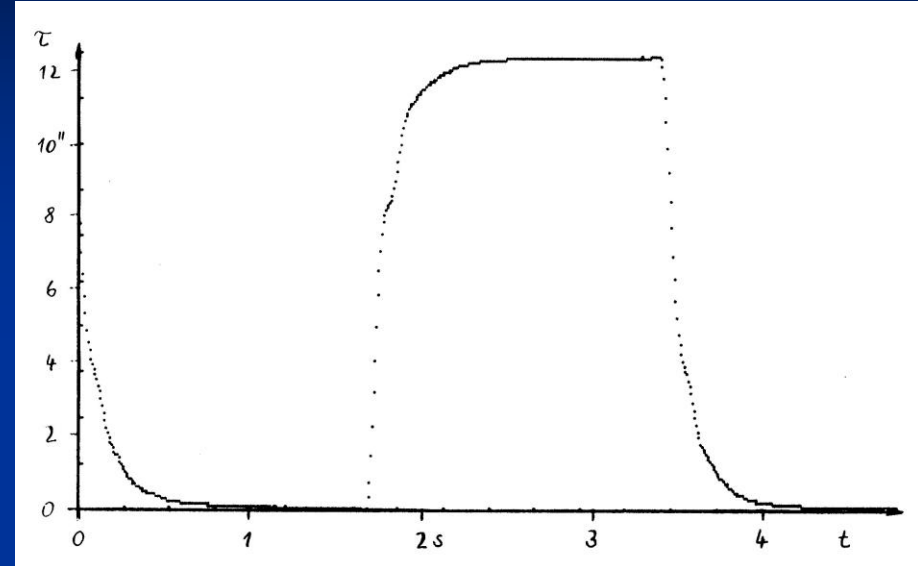
unten: geregelter Antrieb $(\pm 0,01'')$

Rechnergestützte Steuerung des Teleskops

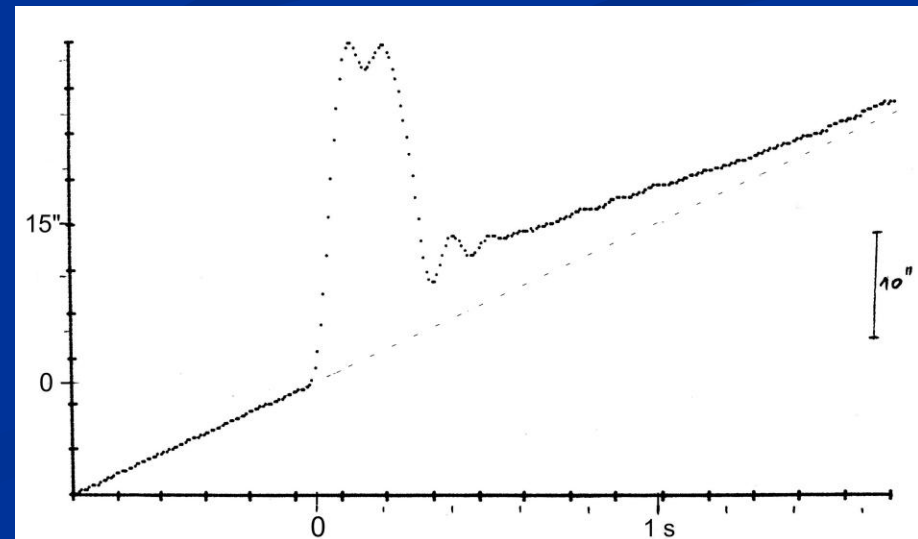


Motor an der Stundenachse

Sprungantwort



Stoßausregelung



Rechnergestützte Steuerung des Teleskops

1990: neue Versuche:

CZ Oberkochen: Kosten
ca 1 Mio DM

Siemens: scheitert an
Finanzierung

„Kleine Lösung“: PC 386 AT
mit Heidenheim-Platinen
für CZ-Geber, Funkuhr.
Schließen der
Regelkreise scheitert an
Softwareentwicklung

(gefördert durch Thyssen-Stiftung)

Effizienzerhöhung durch
verbesserte (manuelle)
Positionierbedingungen
(Auflösung der Geber:
3 mas an den Achsen,
mittl. Fehler: ± 12 mas)

PC-Oberfläche

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	airmass	:	1.584		
azimut:		0.00 °			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			handpaddle	:	fine/pointing		
position delta	:	-gg.mmss			mounting	:	nonreversed/reversed		
position epoche	:	aaaa.aa			dome	:	left/stop/right/auto		
position slit	:	ggg.gg			slit	:	open/stop/close		
position focus	:	mmm.mmm			exposure	:	open/close		
correct alpha	:	hh.mmss			autoguiding:	:	run/stop		
correct delta	:	-gg.mmss			position	:	north/zenith/south		
tracking alpha	:	15.000			position	:	next of file		
tracking delta	:	0.000			quit	:			

Rechnergestützte Steuerung des Teleskops



Gegenwärtiger Stand:

2004: neue Hardware von Jenaer Antriebstechnik GmbH

Problem erneut: Softwareentwicklung

Rechnergestützte Steuerung des Teleskops



Gegenwärtiger Stand:

2004: neue Hardware von Jenaer Antriebstechnik GmbH

Problem erneut: Softwareentwicklung

