

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY
UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION



INTERNATIONAL CENTRE FOR THEORETICAL PHYSICS
34100 TRIESTE (ITALY) - P.O. B. 586 - MIRAMARE - STRADA COSTIERA 11 - TELEPHONE: 5940-1
CABLE: CENTRATOM - TELEX 400892 - I

HA.542/303 - 38

**WORKSHOP
GLOBAL GEOPHYSICAL INFORMATICS WITH APPLICATIONS TO
RESEARCH IN EARTHQUAKE PREDICTIONS AND REDUCTION OF
SEISMIC RISK**

(15 November - 16 December 1983)

THE ROTATION OF THE EARTH

H. MORITZ

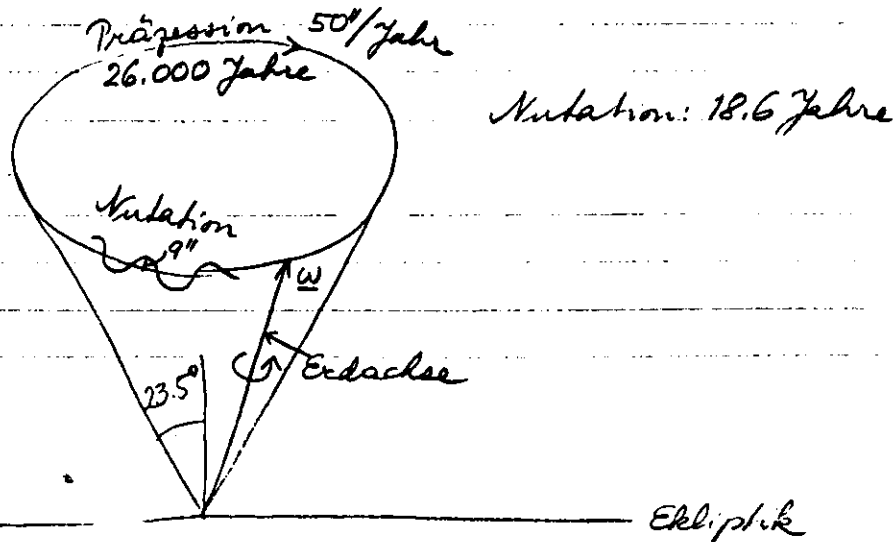
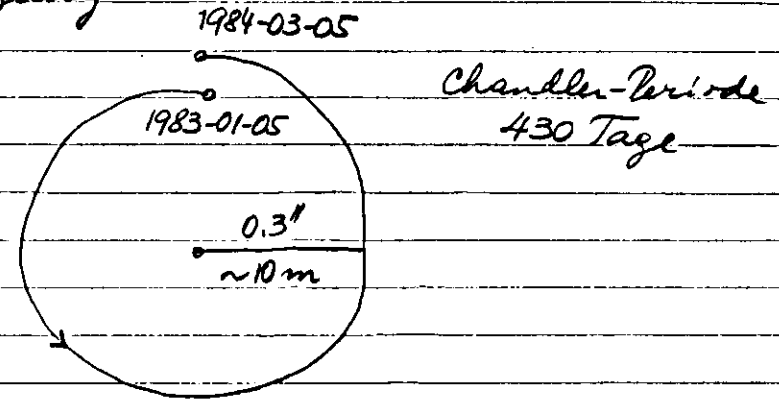
**Physical Geodesy Technische Universität
Steyrergasse 17
A-4010 Graz, Austria**

Erderotation1. Einleitung

Thema trotz (oder wegen) Kürze anspruchsvoll.
 Phys. Prinzipien auch für Geodäten interessant.
 Satellitengedächte, M(onitoring) E(arth) R(otation)
 by) I(ntercomparison of) T(echniques) läuft
 gerade. Gerade Manuskript Buch mit I.T.
 Quellen fertig.

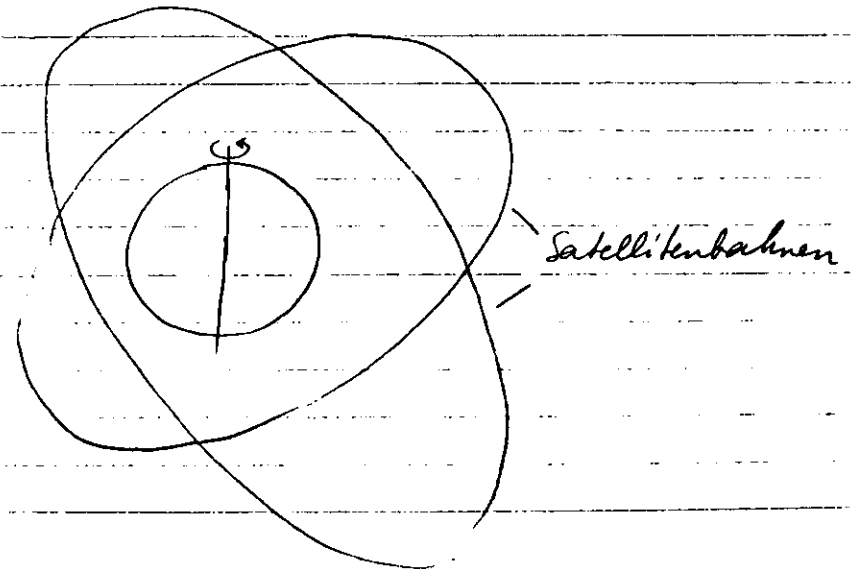
"Erde" außerordentlich genau (einige ms/d).
 Nur mit Quarz- und Atomuhren Abweichungen
 feststellbar. Auch Erdschwerfeld fast konstant.

Astronomie: Präzession und Nutation

Pollbewegung

IPMS: Astronomie; Laser, Doppler, VLBI

Prinzip:

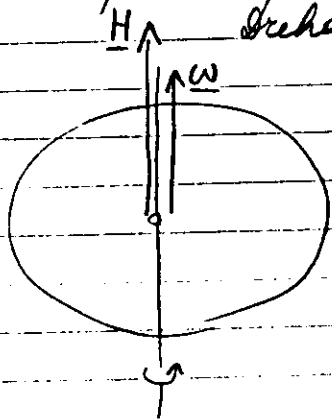


Satellitenbahnen bilden 'raumfestes' Bezugssystem
fähig, in dem Erde eingesperrt wie Vogel. - Zoologen
Vogel; Geodäten → Erde

Genauigkeit: ± 50 cm klassisch
 ± 5 cm Laser, VLBI

2. Physikalische Betrachtungen

'Idealfall' Erde starr, rotationsymmetrisch,
Drehachse = Symmetrieachse



$$\omega = \text{const.}, \quad H = \text{const.}, \quad \frac{dH}{dt} = 0$$

Es fallen zusammen
Figurenachse F
Drehachse R
Drehimpulsachse H
 $F = R = H$

'Realfall' $F \neq R \neq H$

$$\frac{dH}{dt} = L \neq 0 \quad \begin{array}{l} L \dots \text{Drehmoment} \\ \text{(lunisolar)} \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{Präzession} \\ \text{Nutation} \end{array}$$

$$\frac{dH}{dt} + \omega \times H = L \quad \text{erdfest (Polbest.)}$$

Folie 1 (Polbewegung), Folie 2 (Grundgleich.)

Haupteffekte

$$H = C\omega$$

Extern:

Intern

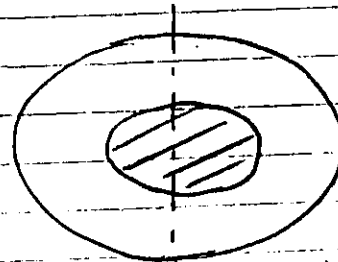
1. Lunisolare Anziehung ^(Nähe Ant.)
2. Atmosphäre

1. Trägheit (Euler) ^(Chandler)
2. Elastiz. d. Mantels
3. Flüssiger Kern

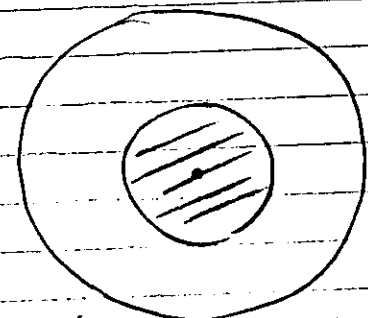
Flüssiger Kern: rohes-gekochtes Ei
'Trägheitskopplung' (inertial coupling)

Polbewegung:

Rotationschwankungen:



Meridianschnitt



Äquatorschnitt

Atmosphäre (lunisolare Anziehung vernachl.)

$$H = H_{\text{Erde}} + H_{\text{Atmosph.}} = \text{const.}$$

$$\left. \frac{dH}{dt} \right|_{\text{Erde}} = - \left. \frac{dH}{dt} \right|_{\text{Atmosphäre}}$$

Erdszeiten: prakt. nur $n=2$

Geaneffekte auf Erdszeiten (variable Belastung): alle n

Schubdrück-Karten: nur $n=2$, ungenügend

3. Geophysikalische Variationen

a) Dekaden-Variationen ~ 5 ms
magnet. oder topograph. Kopplung

b) Gezeitenwirkung: säkulare Verlangsamung der Erddrehung, 2 ms/Jahrhundert

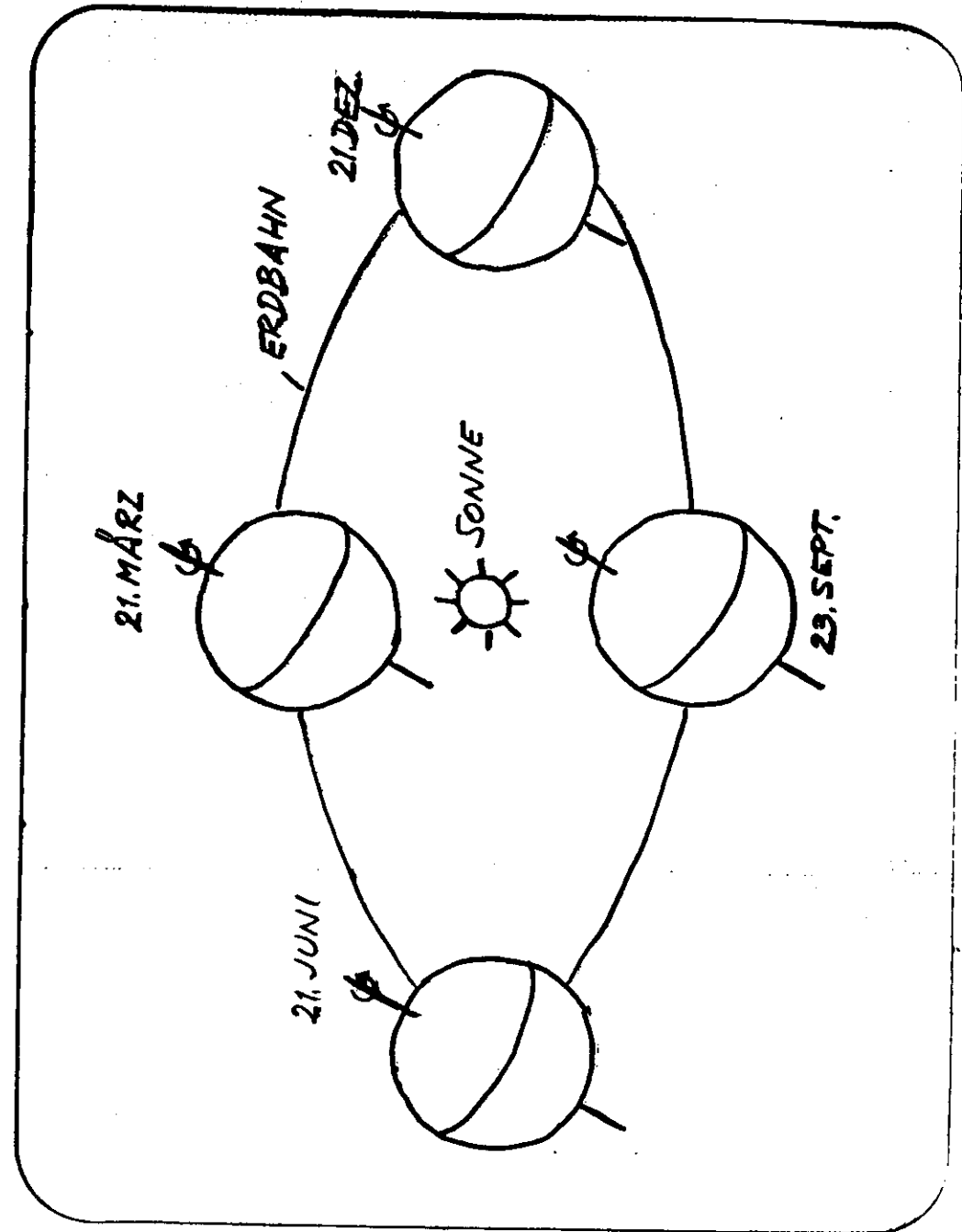
Vor beträchtlicher geophys. Bedeutung

Theorie (Astronomie, Geophysik)

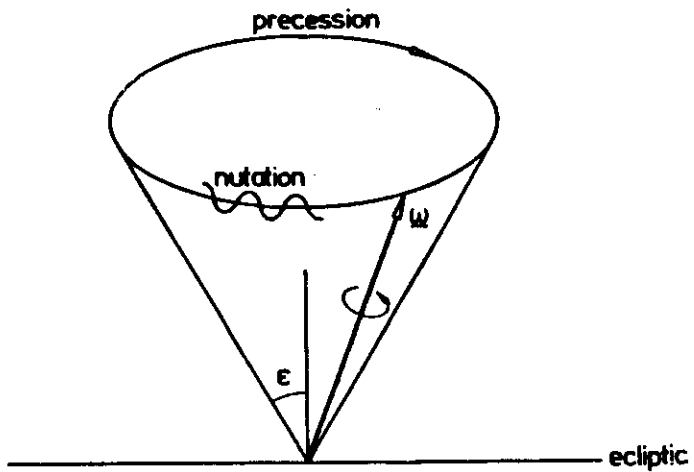
starre Erde,
flüss. Kern
elast. Mantel
Atmosphäre
geoph. Effekte

Verfeinerung
der
Modelle

Berechnung (Astronomie, Geodäsie)



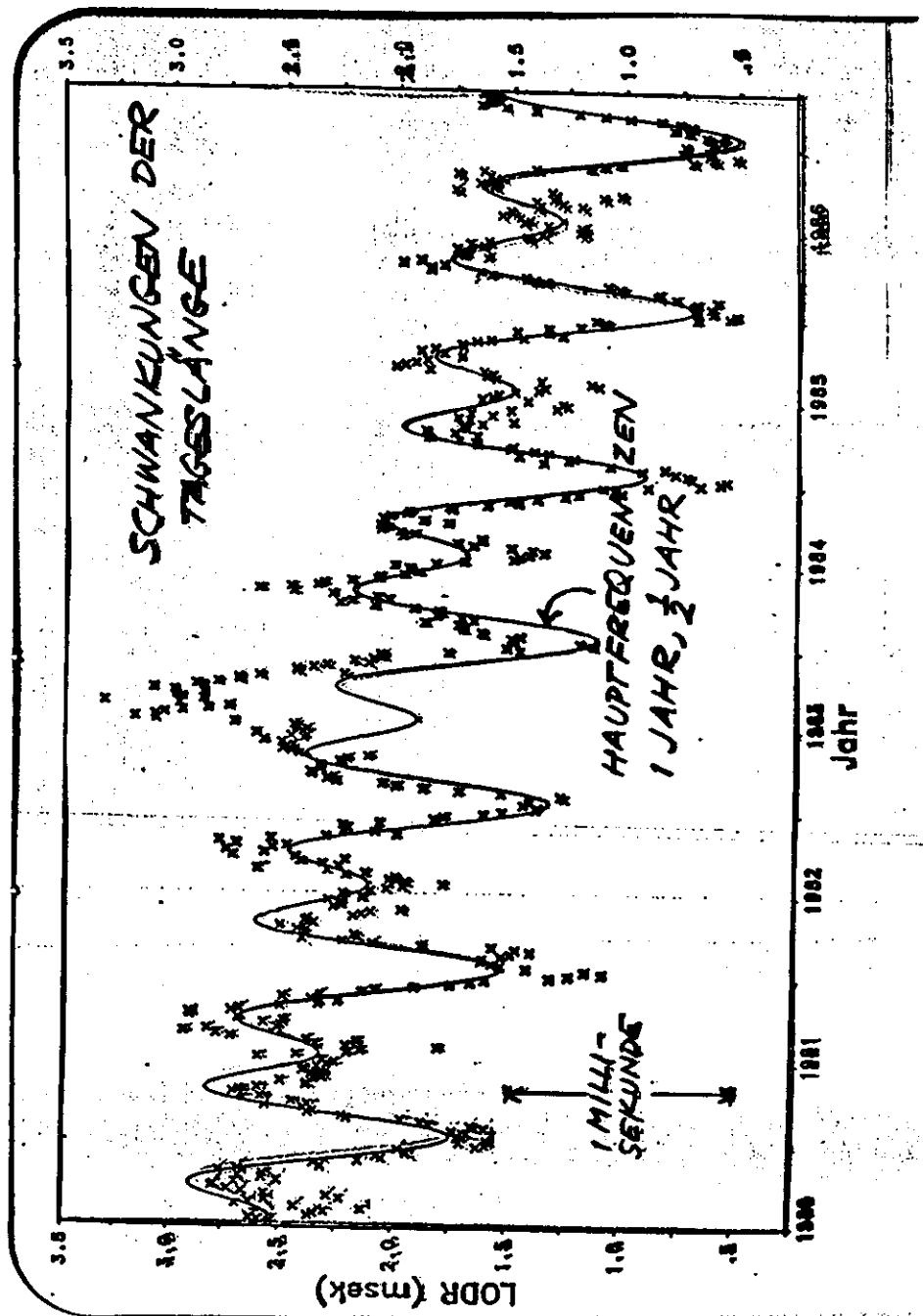
7

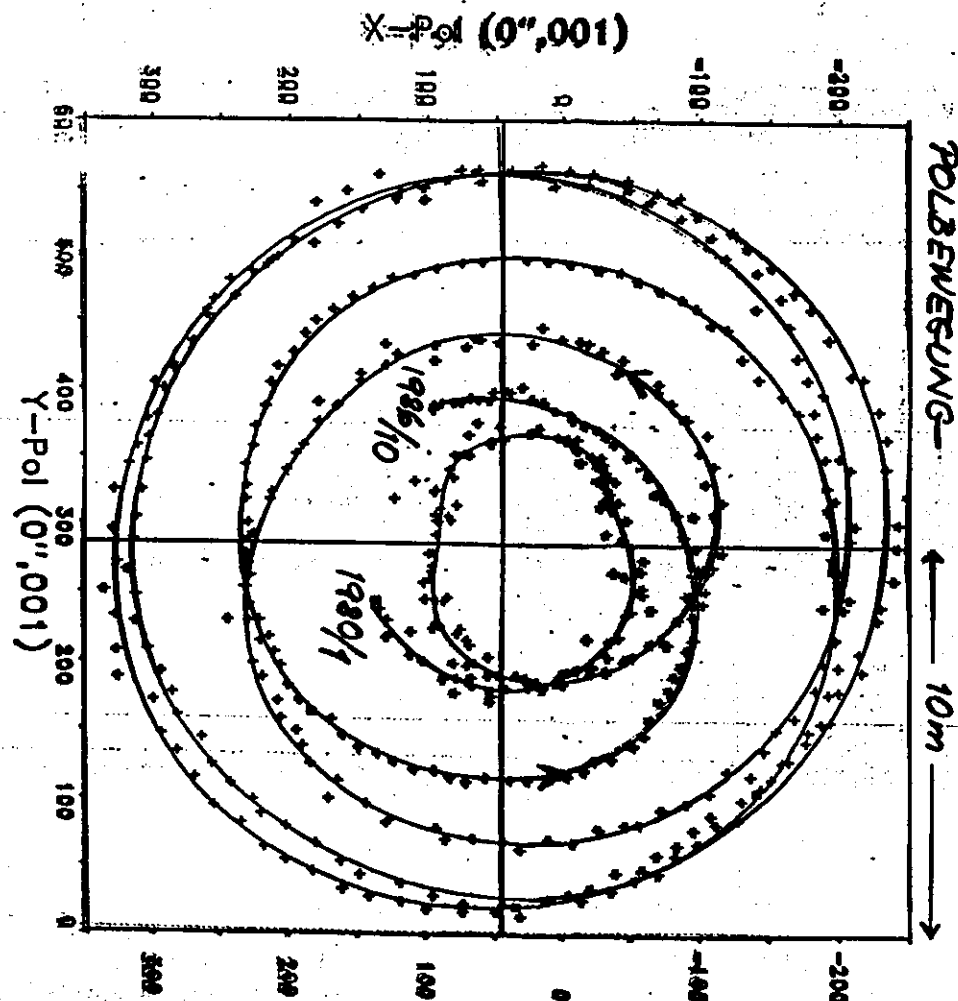


Nr. 4

ROTATIONSSCHWANKUNGEN

STABILLO
7205
Bilderahmen
Austria





INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT

~1888 VORBEREITUNGEN (KÜSTNER, CHANDLER)

1899 ILS INTERNAT. LATITUDE SERVICE
ASTRON. BREITENBEOB, 5 STATIONEN

1912 BIH BUREAU INTERNAT. DE L'HEURE

1962 IPMS INT. POLAR MOTION SERVICE
ASTR. BREITEN, ~70 STATIONEN

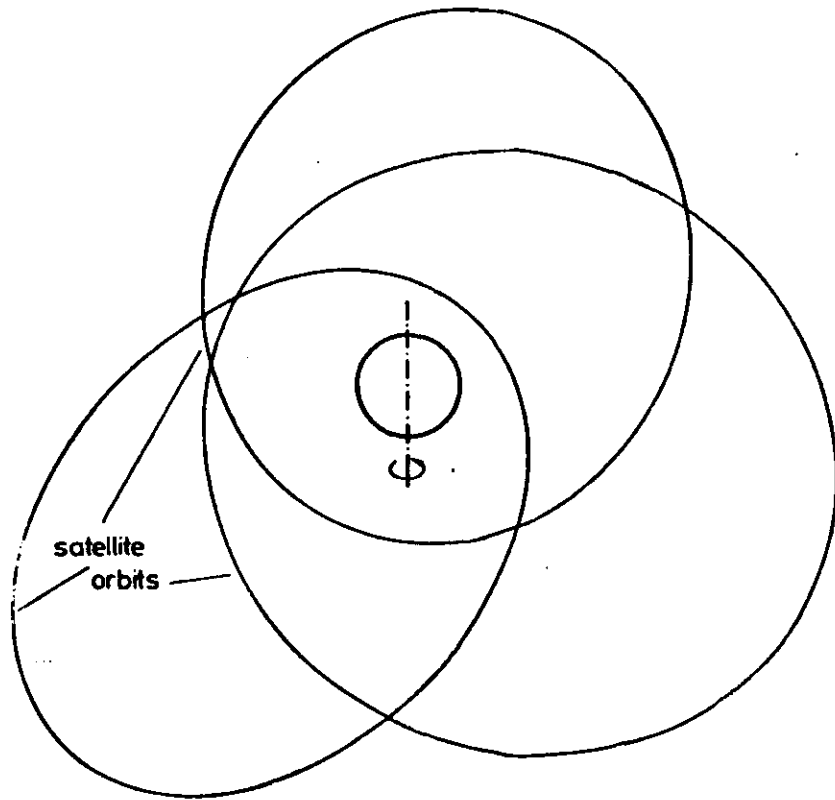
1978 PROJECT MERIT MONITOR EARTH
ROTATION AND INTERCOMPARE
TECHNIQUES
VERGLEICH
ASTRONOMIE — SATELLITENVERF.

↓
~±50cm

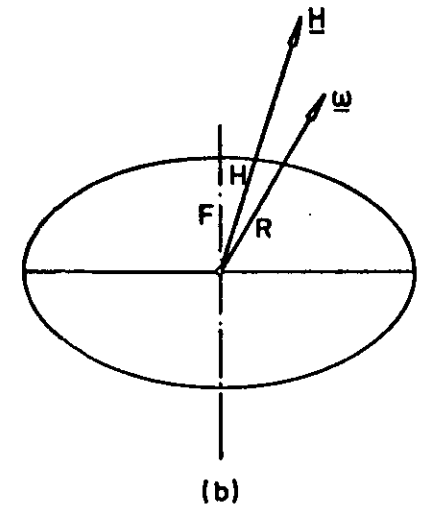
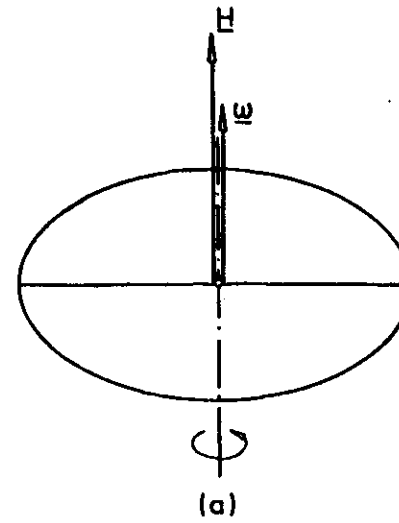
↓
±5cm

1988 IERS INT. EARTH ROTATION SERVICE
VLBI RADIOINTERFEROMETRIE
SLR SATELLITEN-LASER
LLR MOND-LASER

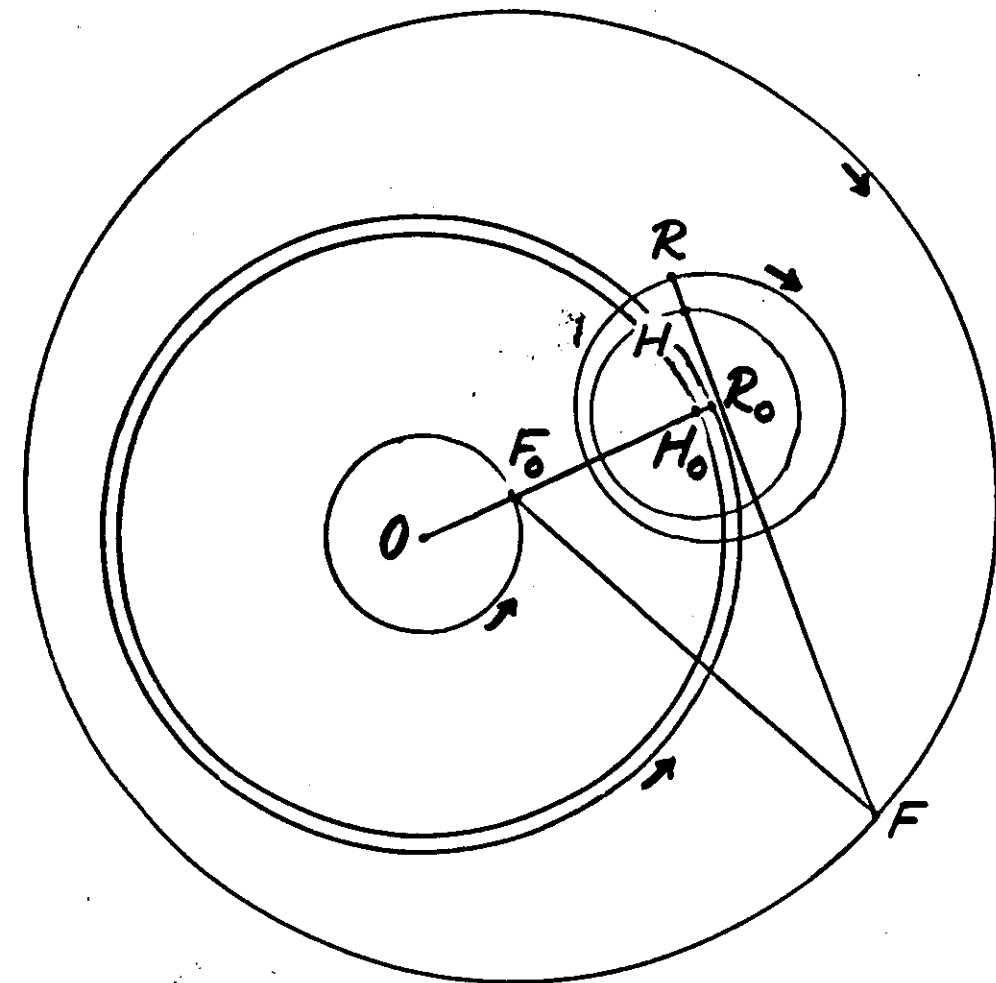
11



12

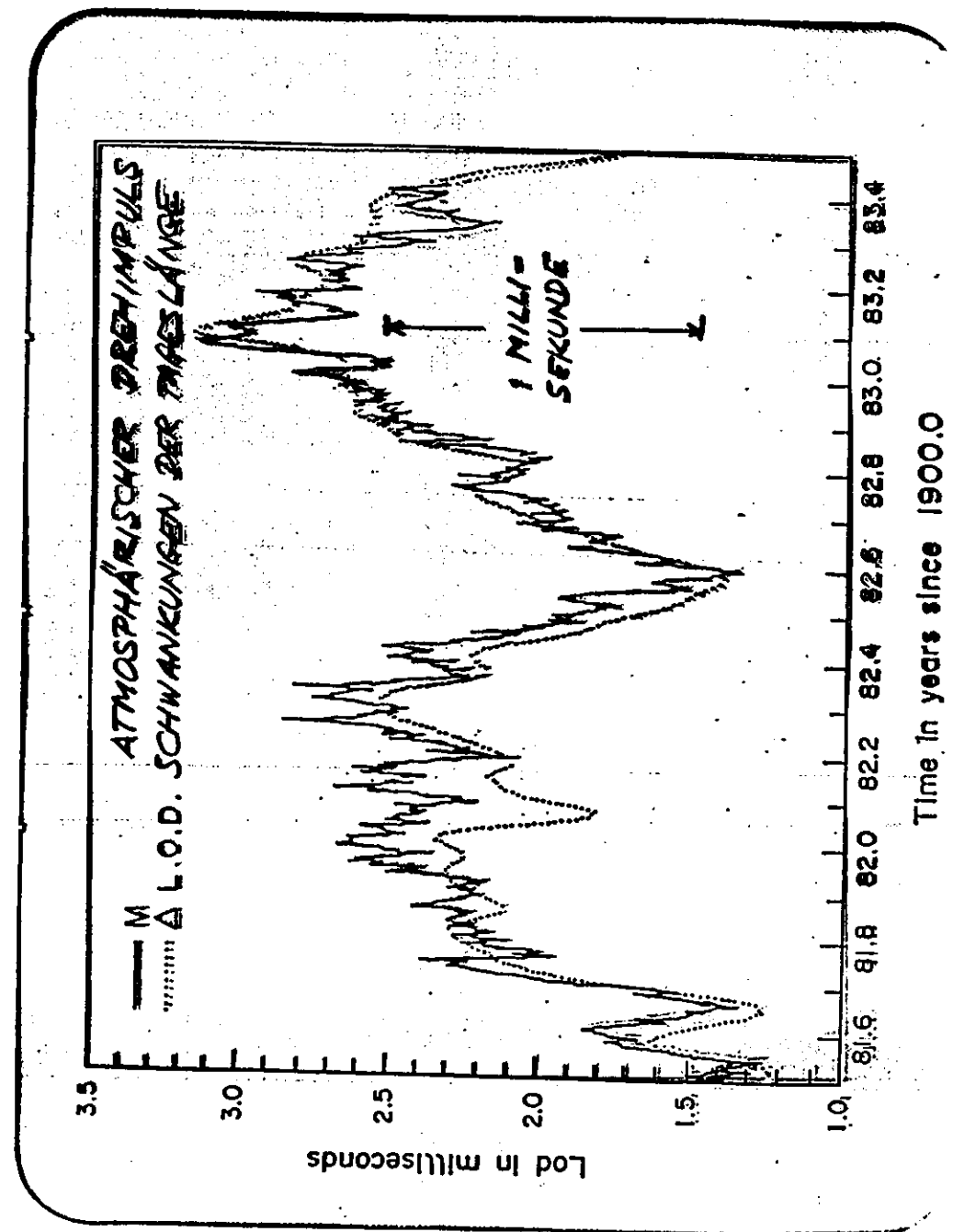


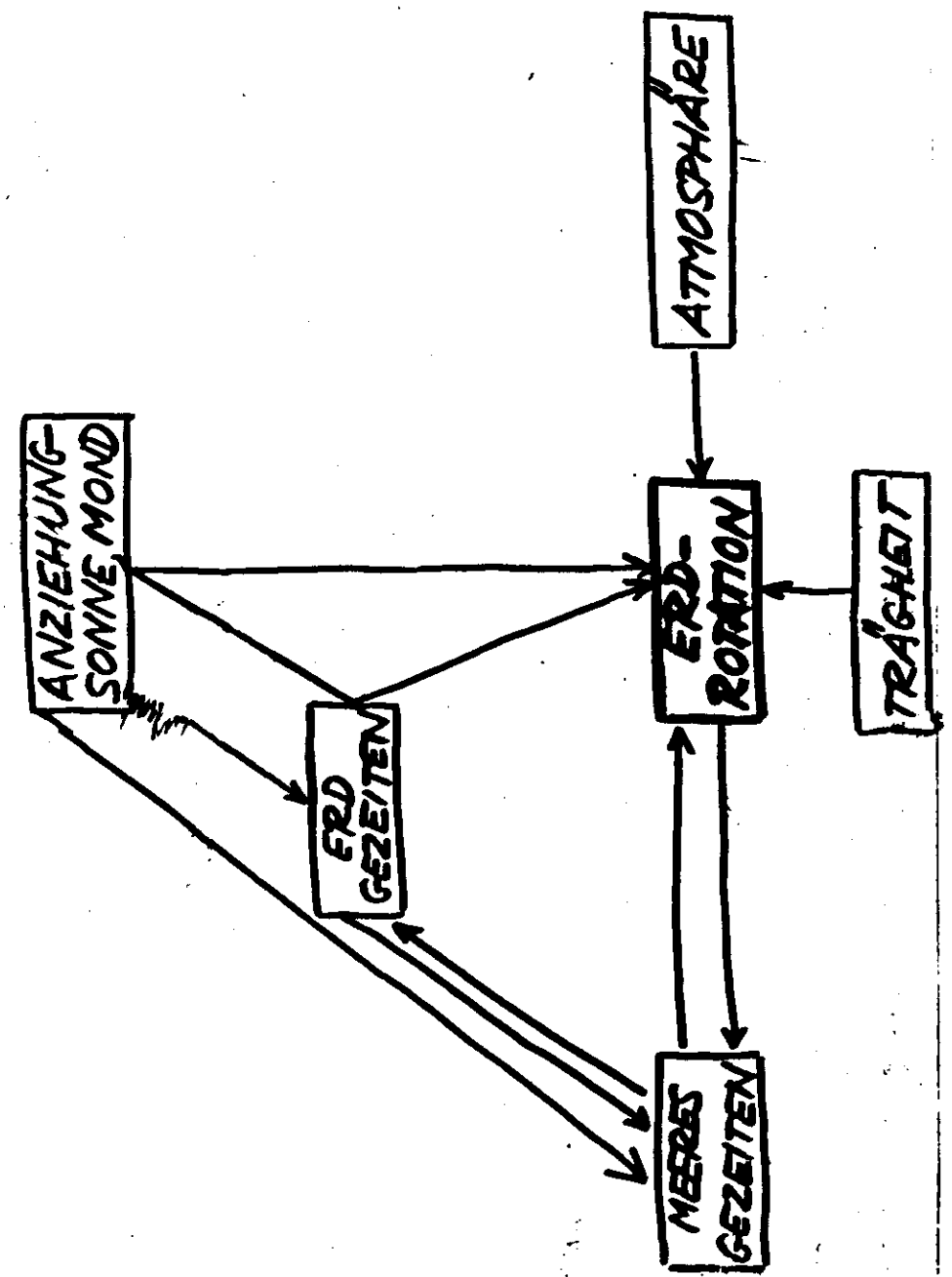
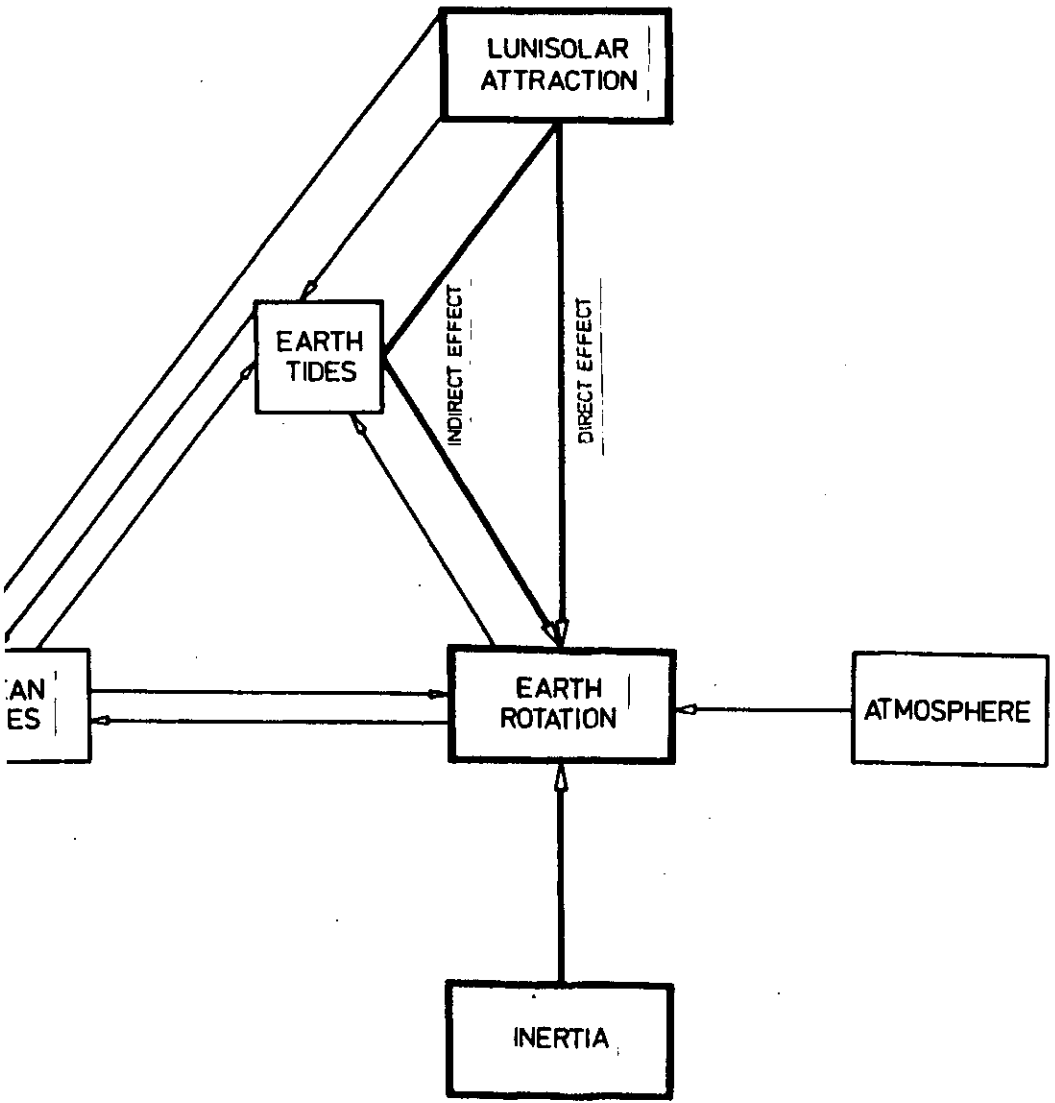
POLAR MOTION



R ... INSTANTANEOUS ROTATION AXIS

H_0 ... CELESTIAL EPHEMERIS POLE





BASIC TRANSFORMATION

$$\underline{x} = \underline{R}\underline{x}$$

x... INERTIAL SYSTEM

x... TERRESTRIAL SYSTEM

R... ROTATION MATRIX

$$\underline{R} = \underline{W}\underline{D}\underline{N}\underline{P}$$

P... PRECESSION

N... NUTATION

D... EARTH ROTATION

W... POLAR MOTION (WOBBLE)

REFERRED TO:

INSTANTANEOUS ROTATION AXIS $\downarrow$
 CELESTIAL EPHEMERIS POLE $\downarrow$
 1979 $\downarrow$

TERRESTRIAL REFERENCE SYSTEMS

1. TISSERAND AXES

$$\iiint_{\text{EARTH}} (\underline{v} - \underline{\omega} \wedge \underline{x})^2 dM = \text{minimum}$$

2. FIGURE AXES
PRINCIPAL AXES OF INERTIA

3. MATHER AXES

z-AXIS = INSTANTANEOUS ROTATION AXIS

$\overset{z}{xy}$ -PLANE PASSES THROUGH STATION

4. GEOGRAPHICAL AXES
ATTACHED IN A PRESCRIBED WAY
TO A SET OF STATIONS

$$(\underline{R}\underline{x}' - \underline{x})^T \underline{P} (\underline{R}\underline{x}' - \underline{x}) = \text{MINIMUM}$$