(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift

(11) DE 37 21 544 A1

(51) Int. Cl. 4: G 09 B 27/08

(21) Aktenzeichen: P 37 21 544.2

(22) Anmeldetag: 23. 4. 87

(43) Offenlegungstag: 24. 5. 89

DE 37 21 544 A 1

(71) Anmelder:

Schumacher, Horst, 4200 Oberhausen, DE

(72) Erfinder:

gleich Anmelder

(54) Elektronischer Saturnglobus

Der elektronische Saturnglobus ist ein dreidimensionales, dreh- u. neigbares Präzisionsinstrument. Über 10000 Jahre zeigt der Globus in verkleinerter Dimension, mit ECHTZEIT-ABLAUF u. fortlaufd. Datum- u. Uhrzeitangabe, naturgetreu den Planeten. Saturnposition 1 Bogensekunde genau, Wolkenstreifen-Oberfl., mit Tag-, Nachtseite u. Dämmerungszone.

Die Globus-Schaltung zeigt die Bahnbewegung der Saturnmonde in Echtzeit, ihre Bahnspuren unter Berücksichtigung des Planetenschattens, u. drei verschiedene Ablaufzeiten. Datum u. Uhrzeit ihres größten östl. Winkelabstandes (Elongation) sind abrufbar, ebenso Positionswinkel, Winkeldistanz vom Saturnzentrum usw.

Zusätzlich: Verschiedene Gradnetze, 3 Saturnvergrößerungen (Teleskop) u. drei Erweiterungen des Himmelsausschnitts. Die Erweiterung zeigt Planeten u. Sterne nahe der Saturnbahn. Informationen zu den Planeten, Sternen u. Phänomenen, durch umschaltbare Tafeln. Bei Bedeckung über Ein- u. Austrittszeit, Durchgangswinkel u. a. m.

Die Farbe des Himmels ist dem jeweiligen Sonnenstand angepaßt.

Die SPACEGLOBE ist selbsterklärend.

Informationen über Planetenrotation, Saturnabplattung, helioz. Bewegung u. a. m. im Begleitheft.

DE 37 21 544 A 1

Beschreibung

Der elektronische Saturnglobus ist ein dreidimensionales, dreh- und neigbares Präzisionsinstrument. Über 10 000 Jahre, vom 1. 1. 5001 v. Chr. bis 31. 12. 4999 n. Chr., zeigt der Globus in verkleinerter Dimension, mit ECHTZEITABLAUF und fortlaufender Datum- und Uhrzeitanzeige, naturgetreu den Planeten. Saturnposition auf 1 Bogensekunde genau, Wolkenstreifen-Oberfläche mit Tag-, Nachtseite und Dämmerungszone.

Die Globus-Schaltung zeigt die Bahnbewegung der Saturnmonde in Echtzeit, drei wählbare Ablaufzeiten einschließlich der Bahnspuren, unter Berücksichtigung des Planetenschattens.

Zusätzlich: Verschiedene Gradnetze, 3 Saturnvergrößerungen (Teleskop) und drei Erweiterungen des Himmelsausschnitts — ebenfalls jeweils mit fortlaufender Datum- und Uhrzeitangabe. Die Erweiterung zeigt Planeten und Sterne nahe der Saturnbahn. Informationen zu den Planeten, Sternen, Monden und Phänomenen, durch jeweils umschaltbare Tafeln. Bei Bedeckung über Ein- und Austrittszeit, Durchgangswinkel u. a. m.

Die Farbe des Himmels ist dem jeweiligen Sonnenstand angepaßt. Die SPACEGLOBE ist selbsterklärend.

Zeiteingabe in Welt- oder Dynamischer Zeit. Nach Datumeingabe erscheinen die Tasten J/N/A zur Wahl. Weltzeiteingabe Taste >A< mit automatisch interner Berechnung des Korrektionswerts ΔT auf 1 Zeitminute genau. Die Zonenzeit weicht 1 Stunde von der Weltzeit ab. Um Weltzeit zu erhalten, ist von der mitteleuropäischen Zeit (MEZ) 1 Stunde zu subtrahieren (Weltzeit = MEZ minus 1 Stunde, Sommerzeit: Weltzeit = MEZ minus 2 Stunden).

Taste >J< zur Eingabe der Weltzeit und des jeweiligen Korrektionswerts ΔT, nach Tab. S. 8, für Bogen- und Zeitsekundengenauigkeit. Alle Zeitangaben beziehen sich danach auf Weltzeit.

Der Korrektionswert ΔT ist die Differenz zwischen der konstant und gleichförmig ablaufenden künstlichen Dynamischen Zeit (TDT) und der ungleichförmig, unregelmäßig ablaufenden Weltzeit (UT). Taste >N<: Eingabe der Dynamischen Zeit, wobei ΔT entfällt (S. 7), so daß dann alle Zeiten Dynamische Zeiten sind.

Der Zentralkörper unseres Systems — die Sonne — wird von 9 Planeten über 40 Monden und vielen tausenden Planetoiden und Kometen umlaufen. 99.86% der Gesamtmasse des Sonnensystems entfallen auf die Sonne, während der Rest unter den Planeten, Planetoiden, Kometen usw. aufgeteilt ist — ihr Durchmesser beträgt 1 392 000 km.

Die Planeten, Planetoiden, Kometen usw. erhalten ihre Leuchtkraft von der Sonne. Die Sonnen umlaufen das Zentrum der Milchstraße das, wiederum mit Milliarden anderer Galaxien, wahrscheinlich ein Größeres umläuft.

Der sonnennächste Planet Merkur braucht 58.646 irdische Tage (360°/58.646d = 6.138°/Tag) für eine Achsenumdrehung. Diese Rotationsgeschwindigkeit von 6.138°/Tag wird in größter Annäherung an die Sonne (Periheldurchgang) auf seiner elliptischen Bahn, von der Bahngeschwindigkeit (6.35°/Tag) um 0.21° übertroffen. Auf Merkur wird die Sonne dann zeitweise rückläufig, wenn Merkur in größte Sonnennähe gelangt. Die Venus ist stets von einer undurchdringlichen strahlendweißen Wolkenhülle umgeben, die nie einen Blick auf ihre feste Oberfläche zuläßt. Von Norden gesehen, rotieren alle Planeten entgegen dem Uhrzeigersinn um ihre Achse. Venus dreht sich dagegen im Uhrzeigersinn.

Der 3476 km große Erdmond ist nur etwas kleiner als der Planet Merkur (4878 km) und entspr. etwa dem Durchmesser der größten Monde der Riesenplaneten Jupiter und Saturn.

Mars ist der erdähnlichste Planet. Selbst mit kleinen Teleskopen können Vulkane, Sandstürme, jahreszeitliche Veränderungen (Schmelzen des Polareises) usw. beobachtet werden. Der Planet ist um die Hälfte kleiner als die Erde.

Mit 142 800 km Durchmesser ist Jupiter der größte Planet im Sonnensystem. Seine 4 hellsten Monde Jo, Europa, Ganymed und Kallisto, bilden laufend neue Konstellationen, überqueren Jupiter und werfen ihre Schatten auf die Planetenoberfläche. Uranus braucht für einen Umlauf um die Sonne 84 Jahre. Seine Rotationsachse liegt nahe seiner Bahnebene, so daß wir abwechselnd auf den Äquatorgürtel, Nord- oder Südpol blicken können. Pluto ist der erdentferntste Planet. Saturn ist wegen seiner freischwebenden Ringe der faszinierenste Planet in unserem Sonnensystem.

Auf der Erde beträgt der scheinbare Winkeldurchmesser der Sonne noch 1 392 000 km (Sonnendurchmesser)/149 600 000 km (Entfernung Erde/Sonne) · 57.2958 = 0.53313° (= 31′59″). Vom Saturn aus gesehen verkleinert sich ihr scheinbarer Durchmesser bis auf (1 392 000 km/1 427 000 000 km (Entfernung Saturn/Sonne) · 57.2958) = 0.05589° = (3′21″).

Die Saturnringe bestehen aus zahllosen Fels- und Eisbrocken, deren mittlerer Durchmesser etwa bei einem Meter liegt.

Die wahre Gestalt der Ringe wurde von den ersten Beobachtern nicht gleich erkannt, die Optik der Fernrohre des 17. Jahrhunderts waren sehr primitiv. Die Diskussion der Beobachtungsergebnisse verursachten daher unter den damaligen Beobachtern heftige Kontroversen.

Erst Christian Huygens der Fernrohre bis 8 Metern Länge benutzte vermutete, daß es sich bei den beobachteten Anhängseln um einen Ring handeln könne. Um sich den Entdeckerruhm sichern zu können, veröffentlichte er am 5. März 1656 folgendes Anagramm:

"aaaaaaa ccccc d eeeee g h iiiiiii llll mm nnnnnnnnn oooo pp rr s ttttt uuuuu".

3 Jahre später, als er von der Richtigkeit seiner Beobachtung überzeugt war, gab Huygens die Auflösung bekannt: "Annulo cingitur teniu, plano, nusquam cohaerente, ad eclipticam inclinato."

"Er ist von einem dünnen, ebenen Ring umgeben, nirgends zusammenhängend, zur Ekliptik geneigt."

Datum, Uhrzeit und geogr. Ortseingabe

Datum:	15. 5. 1976 (Taste > J < ΔT Tab. S. 8)
Uhrzeit:	8.2425 (9 h 24 m 25 s MEZ)
Geogr. Breite:	14.35 (14° 35′ n. Br.)
Geogr. Länge:	120.59 (120° 59′ Manila)
Höhe über NN in Meter:	30

— Jede Eingabe mit Return- oder Entertaste abschließen —

Geogr. Längen-, Breitengrade und Höhe über dem Meeresspiegel, nach einer Welt- oder topographischen Karte.

Mittlere Sichtbarkeitsverhältnisse

	$l-L$	Tage
Konjunktion mit der Sonne	0°/360°	0
Erscheinen morgens am Osthimmel (heliak. Aufg.)	342°	18
Quadratur zur Sonne (Kulmination 6 Uhr morgens)	264°	
Beginn der Rückläufigkeit	244°	125
Opposition	180°	189
Ende der Rückläufigkeit	116°	253
Quadratur (Kulmination 18 Uhr abends)	96°	
Verschw. abends am Westhimmel (heliak. Unterg.)	18°	360
Konjunktion mit der Sonne	0°	378

l = heliozentrische ekliptikale Länge. L = ekl. Sonnenlänge.

Bei $l-L=180°$ oder 189 Tage nach der Konjunktion, erreicht der Planet die Opposition zur Sonne. Bei Sonnenuntergang geht Saturn am Osthimmel auf und kulminiert um Mitternacht im Süden.

Die mittlere Dichte der erdähnlichen Planeten Merkur, Venus und Mars beträgt rund 5 g ccm, die Dichte der Riesenplaneten Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun durchschnittlich 1.4 g ccm (Jupiter 1.3 g ccm, Saturn sogar nur 0.7 g ccm), was etwa der Dichte des Wassers entspricht (Wasser = 1 g ccm). Die Planeten Jupiter und Uranus besitzen ebenfalls Ringe, ähnlich der des Saturns, aber mit den Saturnringen vergl. sind sie sehr unscheinbar. Nur mit den größten Teleskopen und unter Anwendung besonderer Verfahren werden sie sichtbar. Besonders Saturn hat sicher im Laufe seiner Geschichte, infolge der geringen Dichte, Instabilitäten und Inhomogenitäten erfahren, so daß die Ringe, die ursprüngliche Größe des Planeten, noch heute begrenzen.

Heliozentrische Bewegung

Ein Umlauf um die Sonne dauert 29.4577 Jahre. Zweimal, innerhalb eines Saturnjahres, zeigt der Ring seinen maximalen Öffnungswinkel. Die Schiefe der Achse bzw. Ringebene, gegen die Bahnebene, beträgt 27°. Der Saturnring liegt in der Äquatorebene des Planeten. Erreicht Saturn die heliozentr. Länge 262°, beträgt die Neigung des Nordpols bzw. Ringes zur Erde max. 28° (Position *A*). Bei 82° heliozentr. Länge blicken wir auf den Südpol des Planeten, der max. 28° zur Erde geneigt ist (Position *C*). Zweimal im Saturnjahr bzw. in 15 Jahresabständen ist der Öffnungswinkel der Saturnringe = 0° (Kantenansicht bei 172° und 352° heliozentr. Länge — Abb. *D* und *B*).

Monde

		Umlaufzeit Max.	Winkel-durchm.	Mittl. Entf.	Durchm. km	Helligkeit mag.
I	Mimas	0 d 22 h 37 m 5.2 s	0′30	185 520	392	12.9
II	Enceladus	1 d 8 h 53 m 6.8 s	0′38	238 020	500	11.7
III	Tethys	1 d 21 h 18 m 26.1 s	0′48	294 660	1060	10.2
IV	Dione	2 d 17 h 41 m 9.4 s	1′01	377 400	1120	10.4
V	Rhea	4 d 12 h 25 m 12.0 s	1′25	527 040	1530	9.7
VI	Titan	15 d 22 h 41 m 24.3 s	3′17	1 221 830	5150	8.3
VII	Hyperion	21 d 6 h 38 m 19.0 s	3′59	1 481 100	410 × 260 × 220	14.2

Die sog. "Hirten"-Monde laufen entlang der äußeren Ringbegrenzung. Wiedergegeben werden die Bahnen der beiden Hirtenmonde (wiss. Bez. 1980S27 und 1980S28), mit einer Umlaufzeit von 14 h 26 m 44 s, 137 670 km

Entfernung vom Saturnzentrum, und 14 h 17 m 5 s, 139 535 km (1980S28). Sie wurden 1980 von den Raumsonden Voyager I und II entdeckt (die Positionen der Monde Mimas bis Hyperion erscheinen naturgetreu, die Bahnen der beiden Hirten-Satelliten sind lediglich wiedergegeben). Die größten Monde im Sonnensystem haben Dimensionen, die denen der Planeten Merkur, Mars und Pluto nahe kommen. Der Erdmond kann, wegen seiner Größe, mit den größten Monden des Riesenplaneten Jupiter Jo und Europa vergl. werden. Im Verhältnis zur Erdmasse und Erddurchmesser, ist er sogar der größte Mond im Sonnensystem. Der Durchmesser aller übrigen Monde liegt unter 1000 km.

Kommensurabilitäten

1 Umlauf der Tethys = zwei Umläufe des Mimas.
1 Umlauf der Dione = zwei Umläufe des Enceladus.
1 Umlauf des Hyperion = 5 Umläufe der Rhea.
3 Umläufe des Hyperion = 4 Umläufe des Titan.

Helligkeit

Titan ist mit 8.3 mag. der hellste Mond im Saturnsystem. Titan wurde daher schon 1655 von Chr. Huygens entdeckt. Am 23. 12. 1672 entdeckte der ital. Astronom G. J. Cassini, Rhea; am 21. 3. 1684 Tethys und Dione.

Titan ist bereits mit einem kleinen Fernrohr ab einer Objektivöffnung von 54 mm (2-Zöller) deutlich sichtbar, Tethys und Dione ab 4 Zoll.

Sonnen- und Mondfinsternisse

Erscheinungen, die nur dann stattfinden können, wenn die helioz. Länge des Planeten 173° oder 352° beträgt. Die helioz. Länge und die Länge des auf- bzw. absteigenden Knotens der Saturnringebene sind alle 15 Jahre gleich. Erde, Ringe und die Bahnen der Monde, liegen dann nahezu in einer Ebene. Sonnen- und Mondfinsternisse treten daher nur alle 15 Jahre ein. Mit einem kleinen Fernrohr können die Schatten der Saturntrabanten auf der Oberfläche beobachtet werden.

Östliche Elongation

Datum, Uhrzeit, Positionswinkel, Winkeldistanz vom Saturnzentrum und östliche Elongation (größter östlicher Winkelabstand vom Planeten), nach Anklicken der Monde.

Ringplanet Saturn

Die Exentrizität der Saturnbahn beträgt 0.056 (Exentrizität 0 = Kreisbahn; 1 = Parabelbahn), so daß seine maximale Entfernung von der Sonne 1.507 Mrd. km (10.069 AE), die minim. 1.347 Mrd. km und die mittl. Entfernung 1.427 Mrd. km (9.539 AE) beträgt. Je nach seiner Erdferne, variiert der scheinbare Winkeldurchmesser zwischen 15″ und 21″; die von der Ringlage bedingte Helligkeit zwischen 1.2 mag. und −0.5 mag. Das Saturnlicht besitzt eine matt-gelbliche Farbe. Saturn ist nach Jupiter der größte Planet im Sonnensystem — rund 9 aneinandergereihte Erdkugeln ergeben den 120 000 km messenden Durchmesser. Seine Masse beträgt das 95fache der Erdmasse.

Eine feste Oberfläche oder Kontinente fehlen, sichtbar ist nur die weitausgedehnte, meistens tiefgefrorene, neblige Atmosphäre. Irdischen Kontinente auf Saturn versetzt, wären bei den Dimensionen des Planeten nur kleine Inseln, die auch nur in der für Saturn milden Äquatorzone frei von Eis, Schnee, Nebel und Stürmen bestehen könnten. Wegen der großen Entfernung von der Sonne beginnt die Zone ewigen Eises und Schnees schon weit vor den mittleren Breiten. Mit zunehmender Breite fallen die Temperaturen stark ab. An den Polen des Planeten herrschen unvorstellbare klimatische Verhältnisse; Temperaturen unter −200° C; eine tiefgefrorene zu riesigen Eisbergen und Eiszapfen kristallisierte Atmosphäre.

GLOBUS

Datum:	22. 12. 1999
Uhrzeit:	22
Geogr. Breite:	51
Geogr. Länge:	7
Höhe über NN:	200

Globus-Schaltung Taste >G<, danach stehen die Tasten >T< und >D< zur Wahl. Taste >D<

Kronographische Breite:	90
Kronographische Länge:	330
Neigungswinkel:	0
Teleskop-Stufe 0, 1, 2, 3:	1
Ablauf-Stufe der Monde 1, 2, 3:	1

Ausschnitt: Mittelpunkt des Globus anklicken.

Mittels dieser Schaltung ist der Globus nach allen Richtungen dreh- und neigbar. Nach obigem Beispiel erscheint der Ort mit der kronographischen Breite 90° und Länge 330° im Mittelpunkt des Globus.

Nach Taste >T< erscheint wieder der terrestrische Anblick vom eingegebenen geographischen Ort.

Rotation

Zwischen Mars und Jupiter liegt der Gürtel der Planetoiden, (griech. 'der Planetenähnliche'). Der Planetoidengürtel besteht aus vielen tausend Bruch- und Trümmerstücken, eines ehemaligen Planeten zwischen Mars und Jupiter.

Dieser Planetoidengürtel teilt die nach Durchmesser, Masse, Dichte und stofflicher Zusammensetzung erdähnlichen Planeten Merkur, Venus, Erde und Mars, die unterhalb des Gürtels liegen, von den Planeten oberhalb dieser Zone. Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun und Pluto bilden physikalisch wiederum eine Klasse für sich.

Äquatornahe Zonen der Saturnatmosphäre rotieren, gegenüber der Erde, 2.34mal schneller um die Saturnachse. Die Rotationszeit am Saturnäquator beträgt 10 Stunden 14 Min. 0 Sek. Die Atmosphäre ist daher in parallel angeordnete Wolkenbänder unterteilt.

Schwerebeschleunigung und Zentrifugalkraft der Erde

Äquatorumfang der Erde 40 075 km dividiert durch die Sekunden eines Tages (23 h 56 m 4s = siderische Erdumdrehung in bezug auf die Sterne = 86 164 s), ergibt (40 075 km/86 164 s) = 0.4651 km/Sek. Ein Ort auf dem Äquator bewegt sich mit 465 Metern pro Sekunde. Mit zunehmender geographischer Breite verringert sich diese Umdrehungsgeschwindigkeit mit dem Cosinus. Auf 51° geographischer Breite beträgt die Rotationsgeschwindigkeit noch cos 51° = 0.6293 · 465 m/Sek. = 292.6 m/Sek. An den Erdpolen ist sie gleich 0 m, dort fehlen daher die Zentrifugalkräfte, das Gewicht ist an den Erdpolen um $^1/_2$ Pfund höher.

Die Zentrifugal- oder Fliehkräfte wirken max. in Äquatornähe. Zur Stabilisierung der Rotation bildeten sich sog. Äquatorwülste. Der Äquatordurchmesser ist um 42.7 km größer als der Polardurchmesser der Erde.

Die Zentrifugalkraft beträgt 3.39 cm/Sek.^{2} (0.465/Sek. · 0.465 km/Sek. = 0.216225 km^2/Sek.^{2} geteilt durch den Erdhalbmesser 6378.14 km = 0.0000339 km/Sek.^{2} = 3.39 cm/Sek.^{2}). Die irdische Schwerebeschleunigung bzw. Anziehungskraft beträgt g = 9.8 m/Sek.^{2} (9.8 m/Sek.^{2} geteilt durch 0.0339 m/Sek.^{2} Zentrifugalkraft = 289). Die Zentrifugalkraft ist nur 1/289 so stark wie die Anziehungskraft. An den Erdpolen ist das Gewicht eines am Äquator 80 kg schweren Menschen 1/289 größer. Diese Kräfte ändern sich mit dem Quadrat der Rotationsgeschwindigkeit. Wenn die Erde sich also nur 17mal schneller drehen würde, so daß ein Äquatorort rund 28 000 km/h oder 7.905 km/Sek. zurücklegt, wäre die Zentrifugalkraft 17^2 = 289mal so groß (Flieh- und Anziehungskräfte heben sich auf). Der Tag wäre nur noch 84 Min. lang. In diesem Zeitraum ginge die Sonne auf und unter.

Infolge der herrschenden Schwerelosigkeit, könnten wir wie Astronauten gewichtslos durch den Raum schweben.

Ein Flugkörper muß demnach mindestens eine Geschwindigkeit von 28 000 km/h oder 7.905 km pro Sek. erreichen, um eine Kreisbahn um die Erde aufrecht zu erhalten. Die Parabel- oder Entweichgeschwindigkeit die notwendig ist, um der irdischen Anziehungskraft gänzlich zu entkommen, beträgt 7.905 km/Sek. · $\sqrt{2}$ = 11.2 km/Sek.

Schwerkraft: $g = MG/R^2$ (M = Erdmasse $5.976 \cdot 10^{+27}$, G = Gravitationskonstante $6.67 \cdot 10^{-8}$ cm^3/Sek.^{2}, R^2 = Quadrat des Planetenhalbmessers R 6378 km = R^2 = 40 678 884 km).

G $6.67 \cdot 10^{-8}$ cm^3 · M $5.979 \cdot 10^{27}$ Gramm = $3.985992 \cdot 10^{22}$ cm^3/Sek.^{2}. R = Erdhalbmesser 6378 km; R^2 = 40 678 884 km^2.

398 599 km^3/Sek.^{2}/40 678 884 km = g 0.00979 km/Sek.^{2} (9.8 m/Sek.^{2}). Ein frei fallender Stein fällt 9.8 Meter pro Sekunde.

Schwerebeschleunigung und Zentrifugalkraft auf Saturn

Saturn rotiert gegenüber der Erde 2.34mal schneller, die Fliehkraft in Äquatornähe ist daher sehr stark. Er ist dementsprechend stark abgeplattet, zur Form eines Rotationsellipsoides (**Fig.** 4).

Der Abplattungswert der Erde liegt mit 1/298 nahe dem Verhältnis Schwerebeschleunigung/Zentrifugalkraft (1/289).

Die Erdabplattung beträgt 1/298 des Äquatordurchmessers der Erde (1/298 = 0.003352 = 1 − 0.003352 = 0.996648 · 12 756.32 Äquatordurchmesser = 12 713.56 km Polardurchmesser).

Die Abplattung des Saturns beträgt 1/9.291875 (= 0.1076209). Äquatordurchmesser 120 000 km · (1 − 0.1076209) = 107 085 km. Der Polardurchmesser ist also 12 914 km (etwa 1 Erddurchmesser) kleiner.

Der Globus zeigt deutlich die große Abplattung des Planeten, die besonders bei einer kronographischen Breite der Erde, nahe 0 Grad, stark auffällt (kronos = Saturn, kronographische Breite der Erde = Erhebung der Erde über dem Saturnäquator bzw. der Ringebene). Bei Ringkantenansicht des Planeten (Breite der Erde = 0°) ist die ei- oder ellipsenförmige Planetenform deutlich zu sehen. Bei einer ± 90° (Ansicht des Nord- oder Südpols) ist die Abplattung, infolge der Äquator-Perspektive, nicht mehr erkennbar.

Planetendurchmesser: 120 000 km. Äquatorumfang: 376 991 km (entspr. der Entfernung Erde/Mond).

1 Saturntag im Rotationssystem I (Äquatorbereich), dauert 10 h 14 m 0 s = 36 840 Sek. Pro Sek. bewegt sich ein Ort am Saturnäquator mit 376 991 km/36 840 Sek. = 10.233 km/Sek., oder 36 838.8 km/h.

Saturnmasse $M = 5.685 \cdot 10^{29}$ Gramm (95.112fache Erdmasse). $R^2 = 60\,000^2 = 3\,600\,000\,000$.

Schwerkraft: 37 918 950 km³/Sek.²/3 600 000 000 = *g* 0.0105 km/Sek.² = 10.5 m/Sek.².
g 10.5 m/Sek²/Erde 9.8 m/Sek.² = 1.07. Saturnschwerkraft fast gleich der Irdischen.
Zentrifugalkraft am Äquator: 10.233 km/Sek. · 10.233 km/Sek. = 104.714289 km²/Sek.²/Planetenhalbmesser 60 000 km = 0.001745238 km/Sek.² = rund 174.52 cm/Sek.², gegenüber 3.39 cm/sek.² der Erde.
Die Fliehkräfte des Planeten sind 51.5mal höher.

Schwerkraft 10.5 m/Sek.²/Zentrifugalkraft 1.745 m/Sek.² = 6.017. Die Fliehkraft beträgt nur 1/6 der Anziehungskraft. Bei $\sqrt{6}$ = 2.45mal (fast doppelt) schneller Rotationszeit, herrschte auf Saturn Schwerelosigkeit. Um der Anziehungskraft des Planeten zu entfliehen, müßte ein Raumschiff oder Satellit mindestens eine Geschwindigkeit von 10.233 km/Sek. · 2.45 = 25.07 km/Sek. (Mindestgeschwindigkeit zur Aufrechterhaltung einer Kreisbahn) · $\sqrt{2}$ = 35 km/s erreichen (Entweichgeschwindigkeit).

Ekliptikale Länge *(l)* und Breite *(b)*

Die heliozentrische Position Saturns bezieht sich auf den Sonnenmittelpunkt. (griech. 'helios' = Sonne — 'zentrisch' = auf den Mittelpunkt bezogen). Die Länge wird von 0° (= Widder- bzw. Frühlingspunkt) bis 360° gezählt. Die Erdbahnebene (scheinb. Sonnenbahn/Ekliptik), bildet dabei die Ebene der Längengradmessung. Gegenüber der Ekliptik ist die Saturnbahn um 2° 29′ geneigt. Beträgt die heliozentrische Breite 0° 0′, steht der Planet im Bahnknoten — Schnittpunkt Saturn-/Erdbahn.

Jeweilige Entfernung Saturn—Sonne in astronomischen Einheiten (1 AE = 149 597 870 km). 9.559 AE · 149 597 870 km = 1.43 Mrd. km.

Die geozentrische Position bezieht sich auf den Erdmittelpunkt. Die Differenz zwischen der auf Sonne und Erde bezogenen Position in ekl. Länge, beträgt maximal 6.5 Grad.

Bei einer geoz. Entferung von beispielsweise 10.038 AE, benötigt das Licht des Planeten 1 h 23 m um zur Erde zu gelangen (10.038 AE · 149 597 870 km = 1.50166 Mrd. km/299 792.458 km/s = 5008.998 s.

Physische Angaben

Wahrer Durchmesser 120 000 km/Erdentf. 10.907 AE · 149 597 870 km = arctan 0.000073545 = 0.00421° · 3600″ = 15.17″ (Bogensekunden). Scheinbarer Winkeldurchmesser der großen Achse der Ringellipse >*a*<, kleine Achse >*b*<.

Der geometrische scheinbare Winkeldurchmesser der Sonnenscheibe beträgt auf Saturn 3.4′ — sichtbar als intensiv strahlender Lichtpunkt. Die weitausgedehnte Atmosphäre ist dabei unberücksichtigt. Infolge optischer Gesetze (Refraktionen), innerhalb der Saturnatmosphäre, könnte die Sonne bedeutend größer erscheinen.

Der Positionswinkel der Phase wird entgegen dem Uhrzeigersinn von Norden 0° ... 360° gemessen. Die von der Erde sichtbare Phase erreicht max. 6.5° und wird auch in Bogensekunden und Einheit des scheinbaren Winkeldurchmessers des Planeten angegeben.

Der Positionswinkel der Rotationsachse des Saturns, wird von Norden (0°) 0° ... 360° entgegen dem Uhrzeigersinn gezählt. Der Zentralmeridian (ZM) teilt genau die Planetenscheibe (Phase unberücksichtigt). Rotationssystem I.

Ein Planet am Nachthimmel der Erde wird u. a. vom Koordinatensystem 1. Ordnung, Deklination und Stundenwinkel, bestimmt: Stundenwinkel *t* = Ortssternzeit minus Rektaszension.

Der Stundenwinkel der Erde auf den Planeten, ist der von der Erde aus sichtbare Zentralmeridian. Umgekehrt ist der Greenwicher Stundenwinkel eines Planeten, der vom Planeten sichtbare Zentralmeridian der Erde. Die kronozentrische Deklin. der Erde ist gleich seiner Achsenneigung. Erreicht Saturn z. B. +20° Deklination, so ist der irdische Nordpol für einen Beobachter auf Saturn 20° geneigt.

Der Erdort, für den Saturn im Zenit steht, bildet genau den Mittelpunkt der von Saturn sichtbaren Erdscheibe. Umgekehrt bildet ein Ort auf Saturn, für den die Erde im Zenit steht, den von der Erde sichtbaren Mittelpunkt der Saturnscheibe.

Fig. 1 zeigt Saturn im Ortsmeridian von Manila.

Rektaszension und Ortssternzeit sind gleich (AR 8 h 1 m 7 s). Die Deklin. beträgt +20° 58′. Saturn steht in der Himmelsrichtung 180° (Norden), +83° 37′ über dem Horizont.

Stand: 15. 5. 1976 um 8 h 24 m 25 s UT bzw. 9 h 24 m 25 s MEZ bzw. 17 h 24 m 25 s Landeszeit, im Zenit eines Ortes auf +20° 58′ n. geographischer Breite und +120° 59′ östlicher geographischer Länge. Ein Beobachter auf Saturn sähe diesen Ort genau in der Mitte der Erdscheibe (Zentralmeridian der Erde +120° 59′ östlicher Länge).

Anhang

Die christliche Chronologie rechnet die Kalenderjahre ab Christi Geburt. Der mit der Festlegung des Kalenders beauftragte Mönch Dionysius Exiguus (500—556) irrte sich um 5 Jahre. Daneben wurde die Zahl "0" zwischen 1 v. Chr. und 1 n. Chr. außer acht gelassen. Die astronomisch-mathematische Zählung ist daher von der historischen zu unterscheiden.

1900 n. Chr. (hist.) = 1900 (astronom.)
1 n. Chr. (hist.) = 1 (astronom.)
1 v. Chr. (hist.) = 0 (astronom.)
2 v. Chr. (hist.) = −1 (astronom.)
4000 v. Chr. (hist.) = −3999 (astronom.)

Historische Jahresangaben v. Chr. sind um 1 zu vermindern und negativ einzugeben.

Datumeingaben ab 15. 10. 1582 beziehen sich auf den Gregor., davor auf den Julianischen Kalender.

Eine Reihe europäischer Länder verwendeten bis in 19. Jahrh. den Julianischen Kalender. Zur Verwandl. in den neuen Stil gelten folg. Differenzen:

1. 3. 1500 – 29. 2. 1700 = 10 Tage.
1. 3. 1700 – 29. 2. 1800 = 11 Tage.
1. 3. 1800 – 29. 2. 1900 = 12 Tage.
1. 3. 1900 – 29. 2. 2000 = 13 Tage.

Die auf 0.1 Grad genaue Eingabe ist allg. ausreichend. Für präzisere Eingaben mit Bogenminuten und Sekundengenauigkeit dienen folgende Beispiele:
Geogr. Koordinaten des Kölner Doms (Dachreiter): 50° 56′ 33″ nördl. Breite und 6° 57′33″ östl. Länge.
Eingabe in der Form:
Geogr. Breite: 50.5633
Geogr. Länge: 6.5633

Nach der Gradzahl ein trennender Dezimalpunkt (bei Eingabe der geogr. Breite und Länge niemals Kommata verwenden), dahinter die Werte für Bogenminuten und Bogensekunden. Südl. geogr. Breite von Kapstadt: –33° 58′ 06″
Eingabe: Geogr. Breite: –33.5806
Südl. geogr. Breite stets mit negativem Vorzeichen eingeben. Fehlende Stellen auffüllen: 56° 1′ 1″ = 56.0101; 1° 1′ 10″ = 1.0110; –0° 0′ 1″ = –0.0001.
Die geogr. Länge wird ab dem Nullmeridian in Greenwich gezählt: 180 Grad positiv in östl. Richtung (z. B. 139° 45′ östl. Länge Tokio) und 180 Grad negativ nach Westen (z. B. –73° 58′ westl. Länge New York). Die westl. geogr. Länge erhält ein negatives Vorzeichen. Eingabe stets in sexagesimaler Form: Grad, Bogenminuten und Bogensekunden (°, ′, ″).

Die mitteleuropäische Zeit (MEZ) ist um 1 Stunde zu vermindern, um Weltzeit zu erhalten (bei Sommerzeit 2 St.).
Eingabebeispiel: Uhrzeit: 17.30095 (18 h 30 m 9.5 s MEZ).
Fehlende Stellen mit Null auffüllen: 2 h 30 m 1 s = 2.3001.

Taste >A<: Eingabe Weltzeit, automatische Berechnung des Korrektionswerts ΔT auf 1 Zeitminute (UT = TDT – ΔT).

Taste >J<: Eingabe Weltzeit und des Korrektionswerts ΔT nach Tab. S. 8 für sekundengenaue Berechnung (UT = TDT – ΔT).

Taste >N<: Jede Zeiteingabe ist terrestrial dynamical time (TDT = kurz: DT), die sich um die Differenz ΔT von der Weltzeit unterscheidet (TDT = UT + ΔT oder TDT = TAI + 32.184 Sek. TAI = internationale Atomzeit).

Sowohl die eingegebene als auch die ausgegebene Länge eines Ortes der Erdoberfläche bezieht sich dann nicht mehr auf den geographischen Nullmeridian von Greenwich, sondern auf den dynamischen Nullmeridian, der sich auf der geogr. Länge 0.00417825° · ΔT (ΔT in Zeitsekunden) östl. des geogr. Nullmeridians befindet.

Aus dynamischer Länge und Zeit erhält man geogr. Länge und Weltzeit mittels folgender Korrektion: UT = TDT – ΔT.
Geogr. Länge = östl. dynamische Länge + 0.00417825° · ΔT.
Geogr. Länge = westl. dynamische Länge + 0.00417825° · ΔT.

$$\Delta T = \mathrm{TDT} - \mathrm{UT}$$

Die sehr genaue Zeitbestimmung mit Quarz- und Atomuhren förderte zu Tage, daß die Erdrotation geringfügig unregelmäßigen Schwankungen und einer Verlangsamung, infolge der Gezeitenreibung, unterliegt.

Die Gangabweichung der Erdrotation, die sich im Laufe der Zeit beträchtlich aufsummiert, betrug z. B. 1871 –0.005 Sek. und 1907 +0.002 Sek. Diese Fluktuationen haben wahrscheinlich ihren Grund in Massenverlagerungen im Erdinneren und meteorologischen Vorgängen. Infolge der Gezeitenreibung nimmt die Erdrotation 0.0016 Sek. im Laufe des Jahrhunderts ab.

Die Zeitbestimmung aus astronom. Beobachtungen ist nicht sehr konstant; man ist daher von einer völlig gleichmäßig ablaufenden künstl. Zeit (Inertialzeit TDT) ausgegangen, wie sie heute von Atomuhren am besten wiedergegeben wird.

Die UT läßt sich nicht voraussehen, da die Fluktuationen nicht vorausberechenbar sind. Der genaue Korrektionswert ΔT läßt sich daher nur aus rein astronomischen Mondbeobachtungen (Sternbedeckungen, Finsternissen), oder mit Atomuhren im Vergleich mit Meridiandurchgängen, der Sterne bestimmen.

Die Differenz (ΔT) zwischen UT und der mit Atomuhren kontrollierten TDT, summiert sich im Laufe der Zeit beträchtlich auf und betrug z. B. 1951 Jahre vor Chr. +11 St. und 34 Min.

Um den Korrektionswert ΔT für vergangene und zukünftige Jahrhunderte auf eine Minute genau zu erhalten, gilt diese Näherung: $\Delta T = 24.349 + 72.318 \cdot T + 29.95 \cdot T^2 +$ (Fluktuationen).

ΔT in Jahrh. ab 1900 $(2499-1900)/100 = T$ $5.99 = T^2 = 35.88$. ΔT im Jahre 2499 = 1532 Sek. (Eingabe stets in Sek.).

Der jeweilige sekundengenaue Korrektionswert ΔT wird in den jährlich erscheinenden astronomischen Jahrbüchern angegeben, z. B. Kalender für Sternfreunde, J.A. Barth-Verlag, Leipzig.

ΔT = TDT – UT

		1680	+16s	1742	+12s	1804	+13s	1866	+ 5s	1928	+24s
		1681	+15	1743	+12	1805	+13	1867	+ 4	1929	+24
1620	+124s	1682	+14	1744	+13	1806	+13	1868	+ 3	1930	+24
1621	+119	1683	+14	1745	+13	1807	+13	1869	+ 2	1931	+24
1622	+115	1684	+13	1746	+13	1808	+13	1870	+ 2	1932	+24
1623	+110	1685	+12	1747	+13	1809	+13	1871	0	1933	+24
1624	+106	1686	+12	1748	+13	1810	+13	1872	- 1	1934	+24
1625	+102	1687	+11	1749	+13	1811	+13	1873	- 1	1935	+24
1626	+98	1688	+11	1750	+13	1812	+13	1874	- 3	1936	+24
1627	+95	1689	+10	1751	+14	1813	+13	1875	- 3	1937	+24
1628	+91	1690	+10	1752	+14	1814	+13	1876	- 4	1938	+24
1629	+88	1691	+10	1753	+14	1815	+13	1877	- 5	1939	+24
1630	+85	1692	+ 9	1754	+14	1816	+13	1878	- 5	1940	+24
1631	+82	1693	+ 9	1755	+14	1817	+12	1879	- 5	1941	+25
1632	+79	1694	+ 9	1756	+14	1818	+12	1880	- 5	1942	+25
1633	+77	1695	+ 9	1757	+14	1819	+12	1881	- 5	1943	+26
1634	+74	1696	+ 9	1758	+15	1820	+12	1882	- 5	1944	+26
1635	+72	1697	+ 9	1759	+15	1821	+12	1883	- 6	1945	+27
1636	+70	1698	+ 9	1760	+15	1822	+11	1884	- 6	1946	+27
1637	+67	1699	+ 9	1761	+15	1823	+11	1885	- 6	1947	+28
1638	+65	1700	+ 9	1762	+15	1824	+11	1886	- 6	1948	+28
1639	+63	1701	+ 9	1763	+15	1825	+10	1887	- 6	1949	+29
1640	+62	1702	+ 9	1764	+15	1826	+10	1888	- 6	1950	+29
1641	+60	1703	+ 9	1765	+16	1827	+ 9	1889	- 6	1951	+30
1642	+58	1704	+ 9	1766	+16	1828	+ 9	1890	- 6	1952	+30
1643	+57	1705	+ 9	1767	+16	1829	+ 8	1891	- 6	1953	+30
1644	+55	1706	+ 9	1768	+16	1830	+ 8	1892	- 6	1954	+31
1645	+54	1707	+ 9	1769	+16	1831	+ 7	1893	- 7	1955	+31
1646	+53	1708	+10	1770	+16	1832	+ 7	1894	- 6	1956	+31
1647	+51	1709	+10	1771	+16	1833	+ 6	1895	- 7	1957	+32
1648	+50	1710	+10	1772	+16	1834	+ 6	1896	- 6	1958	+32
1649	+49	1711	+10	1773	+16	1835	+ 6	1897	- 6	1959	+33
1650	+48	1712	+10	1774	+16	1836	+ 6	1898	- 5	1960	+33
1651	+47	1713	+10	1775	+17	1837	+ 6	1899	- 4	1961	+34
1652	+46	1714	+10	1776	+17	1838	+ 6	1900	- 3	1962	+34
1653	+45	1715	+10	1777	+17	1839	+ 6	1901	- 2	1963	+35
1654	+44	1716	+10	1778	+17	1840	+ 6	1902	0	1964	+35
1655	+43	1717	+11	1779	+17	1841	+ 6	1903	+ 1	1965	+36
1656	+42	1718	+11	1780	+17	1842	+ 6	1904	+ 3	1966	+37
1657	+41	1719	+11	1781	+17	1843	+ 6	1905	+ 4	1967	+37
1658	+40	1720	+11	1782	+17	1844	+ 6	1906	+ 5	1968	+38
1659	+38	1721	+11	1783	+17	1845	+ 6	1907	+ 6	1969	+39
1660	+37	1722	+11	1784	+17	1846	+ 7	1908	+ 8	1970	+40
1661	+36	1723	+11	1785	+17	1847	+ 7	1909	+ 9	1971	+41
1662	+35	1724	+11	1786	+17	1848	+ 7	1910	+11	1972	+42
1663	+34	1725	+11	1787	+17	1849	+ 7	1911	+12	1973	+43
1664	+33	1726	+11	1788	+17	1850	+ 7	1912	+13	1974	+45
1665	+32	1727	+11	1789	+17	1851	+ 7	1913	+15	1975	+46
1666	+31	1728	+11	1790	+17	1852	+ 7	1914	+16	1976	+47
1667	+30	1729	+11	1791	+17	1853	+ 7	1915	+17	1977	+48
1668	+28	1730	+11	1792	+16	1854	+ 8	1916	+18	1978	+49
1669	+27	1731	+11	1793	+16	1855	+ 8	1917	+19	1979	+50
1670	+26	1732	+11	1794	+16	1856	+ 8	1918	+20	1980	+51
1671	+25	1733	+11	1795	+16	1857	+ 8	1919	+21	1981	+51
1672	+24	1734	+12	1796	+15	1858	+ 8	1920	+21	1982	+52
1673	+23	1735	+12	1797	+15	1859	+ 8	1921	+22	1983	+53
1674	+22	1736	+12	1798	+14	1860	+ 8	1922	+22	1984	+54
1675	+21	1737	+12	1799	+14	1861	+ 8	1923	+23	1985	+54
1676	+10	1738	+12	1800	+14	1862	+ 8	1924	+24	1986	+55
1677	+19	1739	+12	1801	+13	1863	+ 7	1925	+24	1987	+55
1678	+18	1740	+12	1802	+13	1864	+ 6	1926	+24	1988	+56
1679	+17	1741	+12	1803	+13	1865	+ 6	1927	+25	1989	+57

Patentanspruch

Der Saturnglobus ist **gekennzeichnet durch** seine neuartige elektronische Ausführung. Über einen Zeitraum von 10 000 Jahren, vom 1. 1. 5001 v. Chr. bis 31. 12. 4999 n. Chr., zeigt der Globus in verkleinerter Dimension, mit Echtzeitverlauf und fortlaufender Datum- und Uhrzeitanzeige, Tag-, Nachtseite und Däm-

merungszone, naturgetreu den Planeten.
Wählbar: Echtzeitablauf, Vergrößerungen und Verkleinerungen des Saturn, der Mondbahnen, Konjunktionen, Bedeckungen usw. Informationstafeln zu den Saturnmonden, Planeten und Sternen usw. durch Anklikken. Alle technischen und physischen Werte des Saturn in Tabellenform, wie Zentralmeridian, Lage der Saturnachse, äquatoriale, ekliptikale und horizontale Koordinaten usw. nach Wahl, auf Welt- oder Dynamische Zeit bezogen.
Das drehbare, dreidimensionale Präzisionsinstrument dient nicht nur der verbesserten Saturnbeobachtung, wie es bisher nur mit technisch hochqualifizierten Teleskopen in Sternwarten, für den gegenwärtigen Augenblick, möglich war. Für Universitäten, Schulen und Jedermann ist die SPACEGLOBE als Lern-, Bildungs- und Anschauungsgerät unübertrefflich.
Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Saturn unabhängig von Zeit, Ort, Wetter und Teleskop, nach geogr. Ort-, Datum- und Uhrzeiteingabe, wiederzugeben.

— Leerseite —

3721544

7.9.88

Nummer: 37 21 544
Int. Cl.⁴: G 09 B 27/08
Anmeldetag: 23. April 1987
Offenlegungstag: 24. Mai 1989

nachträglich geändert

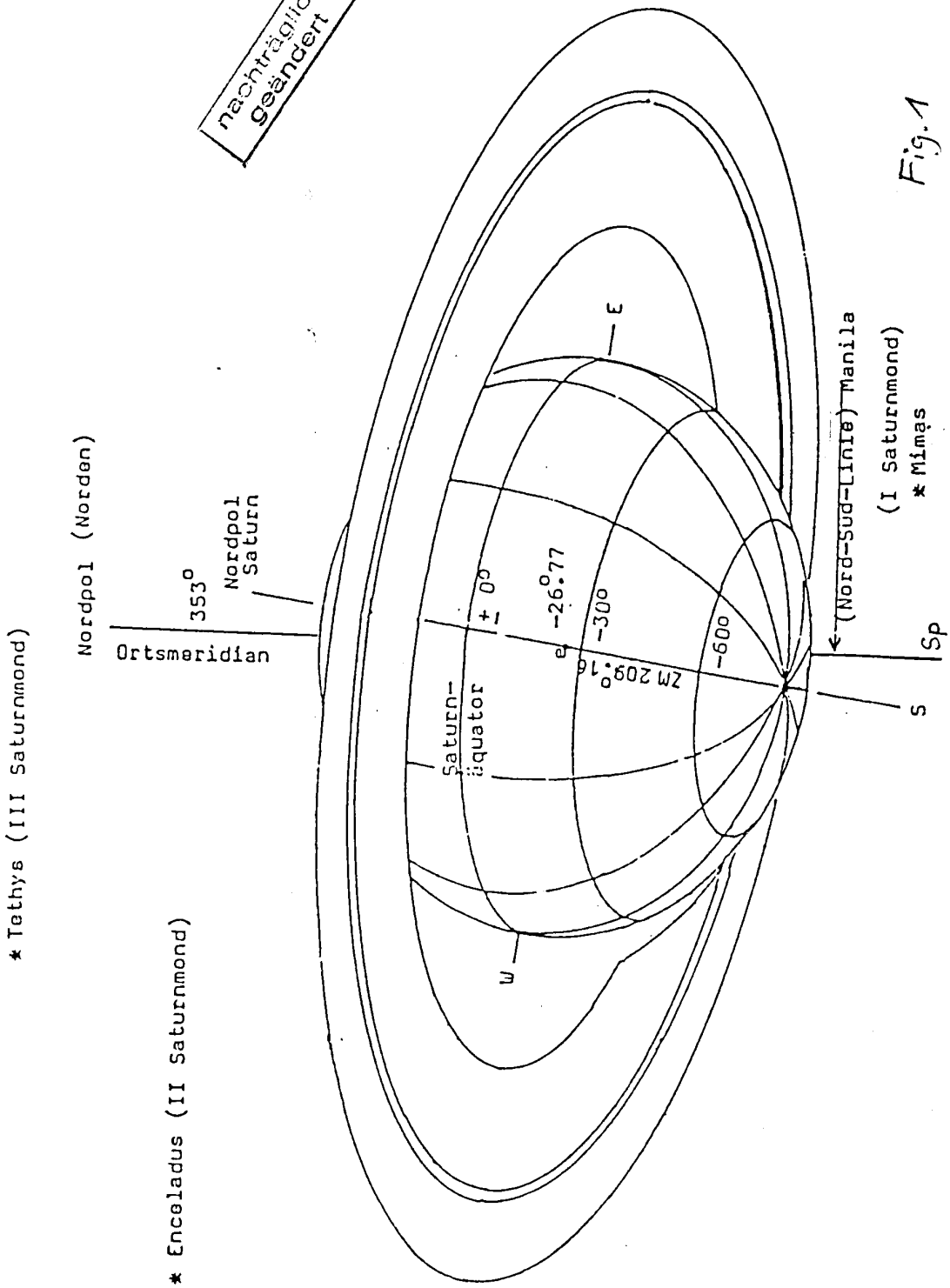

Fig. 1

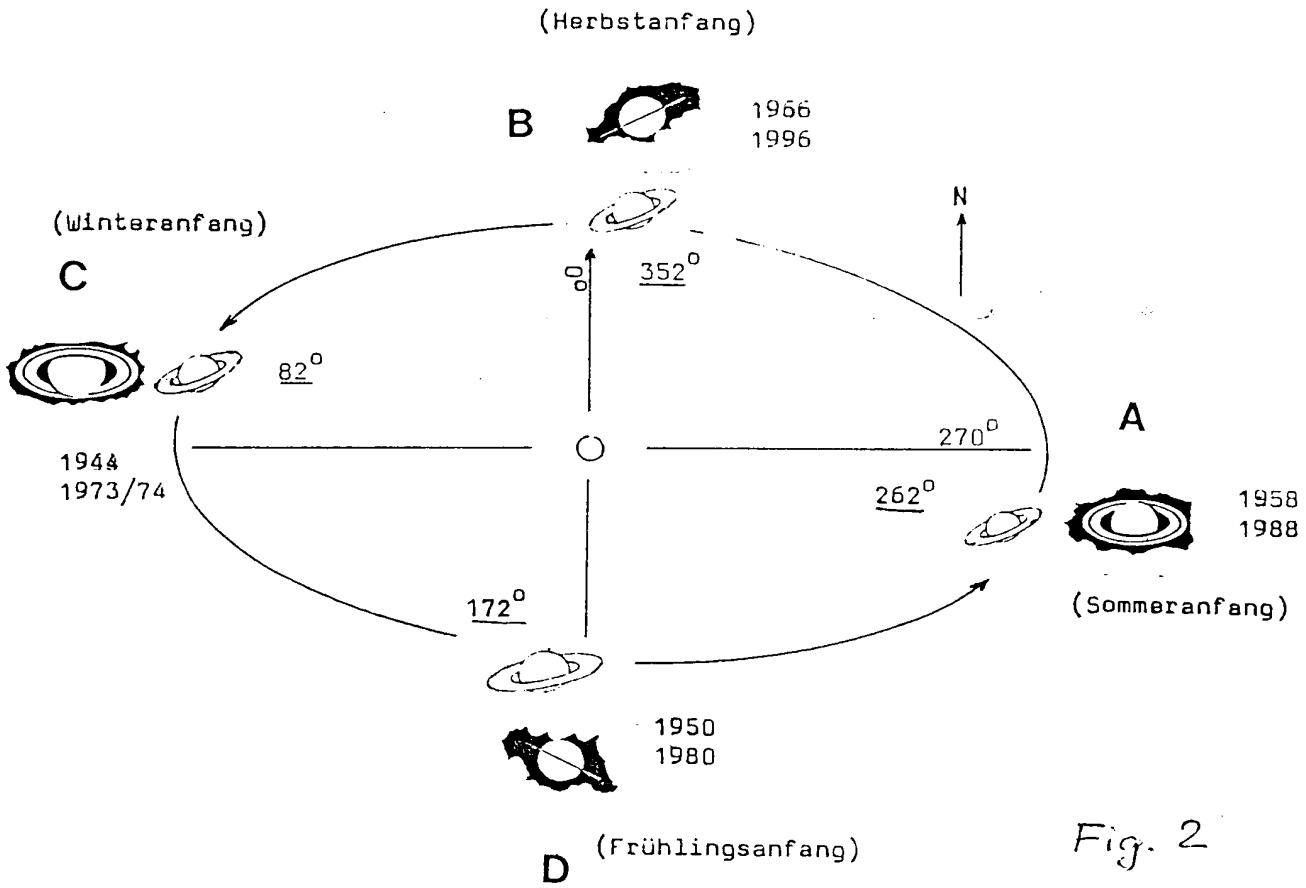

Fig. 2

3721544

23

Größenvergleich der Monde

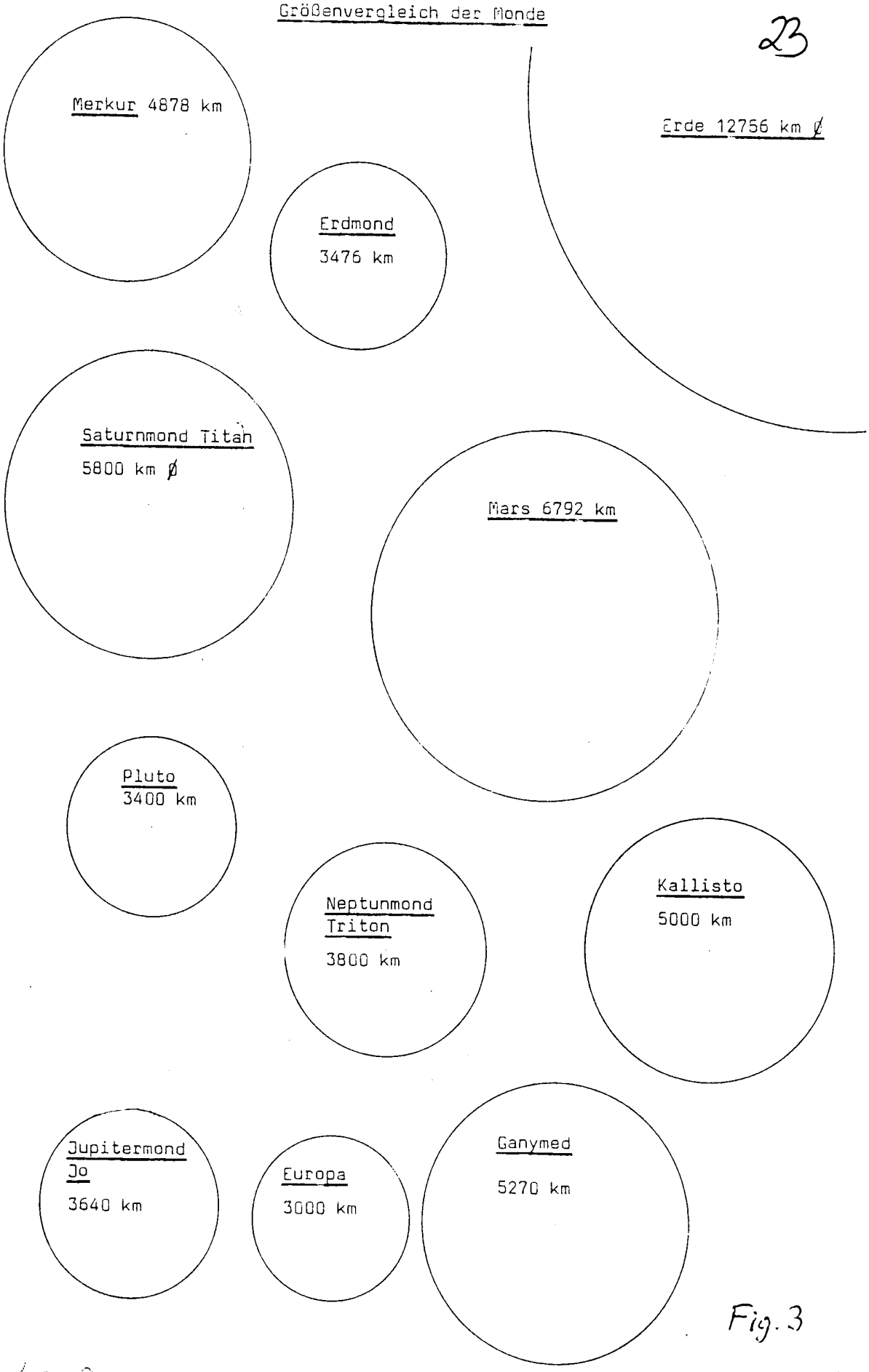

Fig. 3

2/c8

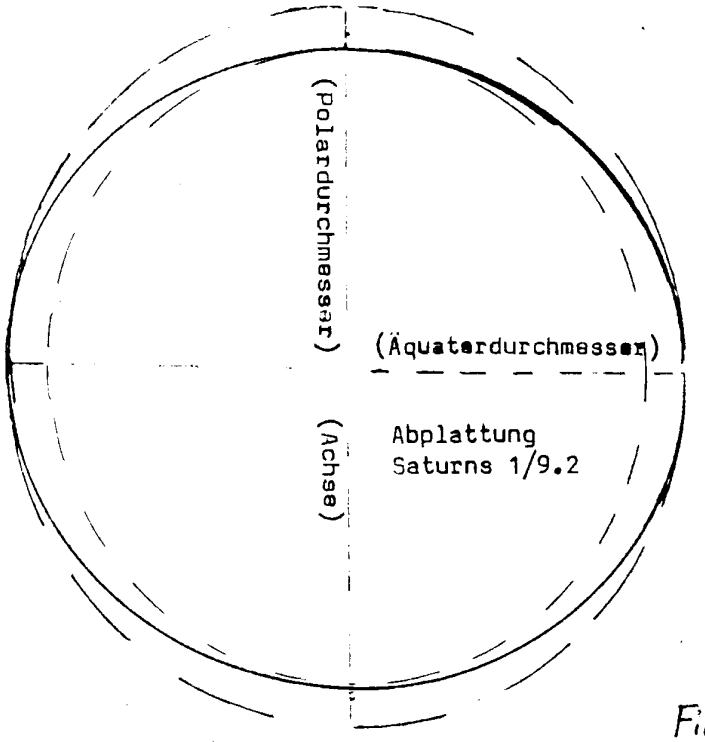
(Polardurchmesser)
(Äquatordurchmesser)
(Achse)
Abplattung
Saturns 1/9.2

Fig. 4