

Radar in der Weltraumfahrt

Autor(en): **Rohr, Hans**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **13 (1968)**

Heft 109

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-900000>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Les chiffres portés sur la partie gauche de la représentation, au-dessus de chaque ligne donnent la *date Julienne* (J.D.). La date Julienne est le dénombrement continu des jours depuis le 1 janvier 4713 ante Christum; le 1 janvier 1969 est donc J.D. 2 440 223. La date Julienne commence à midi temps universel = 13.00 HEC. L'usage de la date Julienne est le moyen le plus simple de trouver un espace de temps entre deux phénomènes astronomiques par simple soustraction. La date Julienne est surtout appliquée au travail des étoiles variables.

Chaque temps donné sur cette représentation graphique est calculé pour 8°45' longitude est, 47°30' latitude nord²). Pour chaque point de la Suisse, excepté Winterthour, il faudra appliquer une *correction de temps*. Dans la direction est-ouest, cette correction peut être calculée comme suit: pour chaque 15' en plus de longitude est, déduction de 1 minute de temps donné sur la représentation, pour chaque 15' en moins de longitude est, addition de 1 minute. Les corrections pour 12 villes de la Suisse sont données dans le tableau du bas. La correction dans la direction nord-sud ne peut pas être donnée généralement, parce qu'elle dépend aussi de la déclinaison du corps céleste. Mais si nous ne quittons pas la Suisse, elle ne dépasse jamais 10 minutes.

Rorschach	—3 min.	Bâle	+4½ min.
St-Gall	—2½ min.	Berne	+5 min.
Winterthour	0 min.	Bienne	+6 min.
Schaffhouse	+ ½ min.	Neuchâtel	+7 min.
Zurich	+1 min.	Lausanne	+8½ min.
Lucerne	+2 min.	Genève	+10 min.

Littérature: voir ORION 13 (1968) No. 106, p. 72.

Exemple: Phénomènes astronomiques d'une nuit

Examinons la nuit du samedi, 28 décembre, au dimanche, 29 décembre, 1968. La date Julienne 2 440 219 commence le 28 décembre à 13.00 HEC.

La nuit commence avec le coucher du Soleil à 16.41 HEC. La planète Mercure peut être observée un court instant, elle se couche à 17.25. Comme la courbe «Merkur unter» le montre, les conditions d'observation s'améliorent pour les jours suivants. Le temps sidéral à 17.56 est exactement 0 h 00 min. Dès 18.33, on a l'obscurité totale parce que le crépuscule astronomique est terminé; le Soleil se trouve à ce moment exactement à 18° au-dessous de l'horizon astronomique. 4 minutes plus tard, à 18.37, la galaxie M 31 se trouve au sud de l'observateur, elle culmine. La culmination de Saturne a lieu à 19.08; Saturne a atteint la plus grande hauteur au-dessus de l'horizon. A 19.56, la Polaire se trouve en culmination supérieure, exactement au nord de l'observateur, mais 54' au-dessus du pôle nord de la sphère céleste. Vénus, étant étoile du soir, se couche à 20.26. La culmination des Pléiades (M 45), d'Aldebaran et de la grande nébuleuse d'Orion (M 42) ont lieu à 21.40, 22.30 et 23.29 respectivement. A minuit, le temps sidéral est 6 h 04 min. Dès ce moment, la même ligne horizontale représente le 29 décembre. Jupiter se lève à 00.17 à l'horizon astronomique. La culmination des deux grandes étoiles d'hiver, Sirius et Castor, a lieu à 00.38 et 01.27. Saturne se couche 5 minutes après la culmination de Castor, à 01.32. La planète rouge Mars se lève à 02.27. Le coucher de la Lune décroissante, 2 jours après le dernier quartier, a lieu à 03.16. Regulus culmine à 04.02 et Jupiter à 06.15. Après les 10 heures environ d'obscurité totale, le crépuscule astronomique commence de nouveau à 06.20. γ Virginis et Spica culminent à 06.34 et 07.18. La Polaire se trouve de nouveau exactement au nord de l'observateur, mais 54' au-dessous du pôle céleste, à 07.54. La culmination de Mars a lieu à 07.46. Le nouveau jour commence avec le lever du Soleil à 08.12 HEC.

Remarque:

Des copies de la représentation graphique au format de 45 × 60 cm peuvent être obtenues auprès de l'auteur. Commande par carte postale; prix Fr. 4.— et port.

Adresse de l'auteur: Dr. NIKLAUS HASLER-GLOOR, Strahleggweg 30, 8400 Winterthour.

Radar in der Weltraumfahrt

Unser Nachbarplanet Venus – Morgenstern und Abendstern – liegt bekanntlich unter einer dichten, völlig undurchsichtigen Wolkendecke. Wie er darunter aussieht, wissen wir nicht. Wir können nicht einmal mit absoluter Sicherheit angeben, in wievielen Tagen oder Stunden er sich um seine Achse dreht. Wir können auch nicht beweisen, dass auf seiner verborgenen Oberfläche die von den Venus-Sonden angezeigte Temperatur von 280 bis 400 Grad herrscht (Blei wäre also flüssig).

Es ergibt sich nun aus neuen Radarversuchen der beiden Physiker GOLDSTEIN und ZOHAR mit der Riesenantenne des «Goldstone Radio Centre» in Kalifornien – einer Scheibe von 70 m Durchmesser –, dass die Oberfläche der Venus keineswegs flach ist. Die erwähnten Versuche können jeweils nur dann durchgeführt werden, wenn die Venus uns ziemlich nahe ist (Minimal-Entfernung etwa 41 Millionen Kilometer). Die Untersuchungen gehen so vor sich, dass ein extrem eng gebündelter Radarstrahl von 100 Kilowatt Leistung zum fernen Planeten ausgesandt wird, der

jene undurchsichtige Wolkendecke zu durchdringen vermag.

Das von der Venusoberfläche zurückgeworfene «Echo» trifft nach ungefähr 4½ Minuten auf der Erde ein und wird vom gleichen Rieseninstrument aufgefangen. Das Signal ist unvorstellbar schwach: 10⁻²¹ Watt; anders geschrieben: 0.000 000 000 000 000 001 Watt. Der Physikprofessor I. I. SHAPIRO an der Technischen Hochschule des Staates Massachusetts, USA, drückt im «Scientific American» dieses Nichts sehr drastisch aus: «Die Energie, die wir zurückerhalten, ist schwächer als die Energie, die eine Fliege aufbringt, wenn sie an einer senkrechten Wand ein tausendstel Millimeter pro Jahr hinaufkrabbelt.» So ein schwaches Signal aufzufangen und zuverlässig zu messen, gelingt heute – dank der Empfindlichkeitssteigerung der Empfänger in den letzten 15 Jahren auf das Zehnmillionenfache.

Die Messung der Zeit zwischen Aussendung des Radarstosses und Rückkehr des Signals von der Venus gestattet dank der heutigen Präzision eine *Distanz-*

bestimmung mit einer Genauigkeit von 1 Kilometer auf 100 Millionen Kilometer. Das erlaubte z. B. den Ingenieuren beim Venus-Flug von «Mariner V», die Entfernung des unsichtbaren Satelliten jederzeit bis auf wenige hundert Meter genau zu bestimmen. Diese erstaunliche Messtechnik, bei der der bekannte Doppler-Effekt eine entscheidende Rolle spielt, ist eines der wichtigsten Hilfsmittel in der heutigen Raumfahrt.

Doch kehren wir wieder zu den Radar-Untersuchungen an der Venus zurück. Es scheint heute festzustehen, dass die nicht sichtbare Oberfläche des Planeten drei «*raube*» Gebiete von teils riesigen Ausmassen aufweist. Die Wissenschaftler vermuten Gebirge,

aber GOLDSTEIN, als vorsichtiger Gelehrter, meint: «Es war bisher nicht möglich, die Höhen zu messen. Gebirge sind also noch nicht nachgewiesen, aber jenes Terrain, das die Strahlung zurückwirft, ist rauh im Vergleich zu den übrigen Gebieten.»

Im April 1969, wenn Venus der Erde wieder näher kommt, steht den Physikern in Goldstone eine wesentlich erhöhte Sendeleistung von ungefähr 450 Kilowatt zur Verfügung, die bessere Untersuchungsmöglichkeiten schafft. Eines der Nahziele dieser Versuche unter Aufsicht der NASA ist das Ausfindigmachen sicherer Landeplätze für künftige, weich landende Venus-Sonden.

HANS ROHR

Optik für Astro-Amateure

VON E. WIEDEMANN, Riehen

3. Mitteilung

Die Verwirklichung der optischen Abbildung (Fortsetzung)

In der 2. Mitteilung²⁾ haben wir die bei optischen Systemen auftretenden *Bildfehler* besprochen und die Möglichkeiten zu ihrer Beseitigung aufgezeigt. Von einem optischen System wird aber nicht nur eine prinzipielle Korrektur der Bildfehler verlangt. Um beurteilen zu können, ob ein optisches System für einen bestimmten Zweck geeignet ist, müssen die Beträge der Restaberrationen genau bekannt, das heisst zahlenmässig definiert sein. Dies gilt insbesondere für die *astronomische Optik*, aber auch für die *Photo-Optik*, die *Mikroskop-Optik* und die *Optik von Messgeräten*.

Für die zahlenmässige Bestimmung des Korrektionszustandes optischer Systeme, und, wie wir später sehen werden, auch für deren Synthese, benützt man heute ausschliesslich mathematische Methoden, deren man sich entweder auf herkömmliche Weise oder mit Hilfe von Rechenmaschinen und Computern bedient, wofür spezielle Rechenprogramme entwickelt worden sind. An dieser Stelle kann jedoch nur das prinzipielle Vorgehen bei diesen Rechnungen gezeigt und an einfachen Beispielen erläutert werden. Die Rechnungen selbst zerfallen in die folgenden:

1. die *Nullstrahlrechnung*, die die genauen Werte der Schnitt- und Brennweiten, gegebenenfalls für beliebige Farben, liefert und damit über die Farbkorrektur auf der Achse (Farblängsfehler) und im Bildfeld (Farbquerfehler) Aufschluss gibt,
2. die *Berechnung der Flächenteilkoeffizienten und deren Summen*, die ebenfalls für beliebige Farben, einen angenäherten Aufschluss über den Korrektionszustand auf der Achse und innerhalb eines mässigen Bildfeldes liefert und besonders auch zum Einkorrigieren eines neuen Systems dienen kann,
3. die (*trigonometrische*) *Durchbrechnung* von achsenparallelen, gegen die Achse geneigten und eventuell auch windschiefen Strahlen, womit für alle Bildfehler ein zahlenmässiges Bild des Korrektionszustandes erstellt werden kann, das sich durch die Berechnung von *Treffer-Diagrammen* in bezug auf den jeweiligen idealen Bildpunkt ergänzen lässt.

Eine Berechnung von Trefferdiagrammen ist allerdings des grossen damit verbundenen Aufwandes wegen kaum ohne

Computer durchführbar und muss deshalb hier ausser Betracht bleiben. Dagegen sind die drei ersten Berechnungen auch ohne besondere Rechenhilfen möglich. Auf sie wollen wir nun eingehen. Für den näher daran interessierten Leser sei in diesem Zusammenhang die wichtigste einschlägige Literatur zitiert^{3), 4), 5), 6)}. Er findet darin auch weitere, zusätzliche Berechnungsmöglichkeiten, die ihm helfen können, optische Systeme zu prüfen und zu beurteilen.

1. Die Nullstrahlrechnung

Beschränkt man sich auf den sogenannten GAUSSschen fadenförmigen Raum um die Achse, innerhalb dessen der Sinus eines Winkels seinem Bogenwert noch gleichgesetzt werden darf, so gilt für die innerhalb dieses Raumes verlaufenden *Paraxialstrahlen* in aller Strenge die ABBESche Invariante:

$$(1) \quad n_1 \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{s_1} \right) = n'_1 \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{s'_1} \right),$$

worin n_1 den Brechungsindex eines ersten und n'_1 jenen eines folgenden Mediums, r_1 den Radius einer brechenden oder reflektierenden Fläche, s_1 die Schnittweite vor der Brechung oder Reflexion und s'_1 jene nach dieser bedeutet. Folgen mehrere Flächen aufeinander, so ist deren Abstand in Abzug zu bringen:

$$(2) \quad s_2 = s'_1 - e'_1; \quad s_1 = s'_2 - e'_2 \text{ und so fort,}$$

wenn mit e'_2 , e'_2 und so fort die aufeinanderfolgenden Abstände bezeichnet werden.

Auf diese Weise lässt sich ein achsnaher Strahl über eine beliebige Folge von brechenden und reflektierenden Flächen, also ein beliebiges optisches System, verfolgen, und man erhält zu einer beliebig wählbaren ersten Schnittweite s_1 (die meistens ∞ oder eine gegebene Objektweite ist) die schliessliche Schnittweite s'_p , die gleich der Bildweite ist. Da bei dem unendlich weit entfernten Objekt in der Astronomie s_1 stets $= \infty$ zu setzen ist, erhält man mit s'_p stets die *Schnittweite* des optischen Systems, die aber im allgemeinen *nicht* mit dessen Brennweite identisch ist. Die *Brennweite* berechnet sich jedoch einfach aus den Schnittweiten:

$$(3) \quad \frac{s'_1}{s_2} \cdot \frac{s'_2}{s_1} \cdot \dots \cdot s'_p = f'.$$