

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 70 (2012)
Heft: 370

Artikel: Ein Mass für unser Sonnensystem : der lange Weg zur Astronomischen Einheit
Autor: Bersinger, Walter
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-897577>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Ein Mass für unser Sonnensystem

Der lange Weg zur Astronomischen Einheit

■ Von Walter Bersinger

Sie legten 200'000 km Reiseweg zurück und trotzten Stürmen und Flauten, giftigem Getier und Mückenschwärmen, Schneegestöber und sengender Sonne, undurchdringlichem Dschungel und Sümpfen, feindlichen Schiffsangriffen und Seeblockaden. Und das alles um einer einzigen Zahl willen! Alle diese bemerkenswerten Expeditionen des 18. Jahrhunderts sind praktisch in Vergessenheit geraten. Ausser einer. Aber ausgerechnet JAMES COOKS berühmte Reise in die Südsee steuerte den dürtigsten Beitrag zur Ermittlung dieser Zahl bei.

Das Interesse galt nicht allein der Bestimmung der Entfernung zwischen der Sonne und der Erde, der so genannten astronomischen Einheit. Denn, war diese wichtige Grösse einmal gefunden, eröffnete sie die noch viel aufregendere Aussicht, die Entfernungen sämtlicher Planeten und schliesslich sogar die der nahen Fixsterne zu bestimmen. In der berühmten Schrift *Philosophical Transactions* aus dem Jahr 1716 schlug EDMOND HALLEY die Beobachtung der Durchgänge der Venus vor der Sonnenscheibe von 1761 und 1769 als Messmethode für die Sonnendistanz vor. HALLEY forderte seine Nachfolger mit eindringlichen Worten dazu auf, diese seltenen Ereignisse zu beobachten und wünschte ihnen, «dass die Unermesslichkeiten der Himmelsphären, in genauere Grenzen eingeeengt, letztlich zu ihrer Ehre und zu ewigem Ruhme beitragen mögen.» Noch auf dem Sterbebett 1742 soll HALLEY bedauert haben, dass er diese Venusdurchgänge nicht mehr erleben würde.

Bereits lange vor HALLEYS Lebzeiten gab es Anstrengungen zur Bestimmung der Sonnenentfernung. In der Fachwelt sprach man an ihrer Stelle oft von der Sonnenparallaxe, dem Winkel, unter welchem der Äquatorhalbmesser der Erde von der Sonnenmitte aus gesehen erscheinen würde. Von diesem Winkel lässt sich die Entfernung Sonne - Erde

ableiten. Schon die griechischen Philosophen machten Angaben darüber, die aber auf Schätzungen beruhten und untereinander stark abwichen. Dank KEPLERS Planetenbewegungsgesetzen verfügte die Gelehrtenwelt bereits seit 1618 über sehr genaue Distanzverhältnisse im Sonnensystem. Die absoluten Entfernungen in gängigen Masseinheiten entzog sich jedoch weiterhin ihrer Kenntnis. Der deutsche Astronom KEPLER war es auch, der den ersten Venusdurchgang (1631) überhaupt voraus berechnete und feststellte, dass sich der nächste

erst 1761 ereignen würde. Alle früheren Venustransite sind unbeachtet geblieben oder zweifelhaft dokumentiert.

War HORROCKS der erste Venustransit-Beobachter?

Verschiedene Quellen schreiben die ersten Beobachtungen von Venusdurchgängen vor der Sonne arabischen und persischen Astronomen im 11. bis 13. Jahrhundert zu. Vieles deutet aber darauf hin, dass sich die Überlieferungen auf Sonnenflecken beziehen. Entweder fanden die Ereignisse ausserhalb der Lebensspannen der angeblichen Entdecker statt oder konnten nur fern ihrer Heimat beobachtet werden.

JOHANNES KEPLER starb 1630, ein Jahr vor dem von ihm vorausberechneten Venusdurchgang vom 7. Dezember 1631. Dieser fand aber während der europäischen Nacht statt und hätte nur von Asien aus beobachtet werden können. Die ersten verlässlichen Aufzeichnungen über einen Venusdurchgang stammen vom englischen Astronomen (und Geistlichen?) JEREMIAH HORROCKS. Er entdeckte in den RUDOLPHINISCHEN Tafeln von KEPLER einen Fehler und stellte fest, dass sich ein Vorübergang der Venus vor der Sonne bereits im Jahr 1639 ereignen sollte. Er und sein Freund WILLIAM CRABTREE scheinen die einzigen zu sein, die das seltene Himmelspektakel beobachtet haben. Als erste vermochten sie mit Hilfe ihrer Aufzeichnungen die früheren Schätzungen des Winkeldurchmessers der



Abbildung 1: Nicht nur der junge Engländer JEREMIAH HORROCKS beobachtete am 4. Dezember 1639 kurz vor Sonnenuntergang den Venusdurchgang. Auch WILLIAM CRABTREE in Salford (oben) verfolgte das Ereignis mittels Projektion. (Quelle: Wikimedia Commons)

Venus von 7 Bogenminuten (KEPLER) und 11' (VAN LANSBERGE) auf 1'3" bis 1'16" einzugrenzen. Im weiteren berichteten sie beide, dass die Venus perfekt kreisförmig sei. Durch KEPLERS harmonischen und geometrischen Folgerungen irreführt, machte HORROCKS Aussagen über die Sonnenparallaxe und gab diese mit 14" an. Dieser Wert unterschritt jene seiner Vorgänger deutlich, was zu einer wesentlich grösseren Sonnenentfernung führte - rund 94 Mio. km - als man bisher angenommen hatte. HORROCKS korrigierte zwar in die richtige Richtung, mangels geometrisch korrekter Grundlagen lag aber auch er weit von dem heute bekannten Wert von 8.79415" (149.6 Mio. km) entfernt.

Parallaxen-Messungen mit Mars

Einen konkreten Hinweis, dass sich Venusdurchgänge für die Bestimmung dieser wichtigen Zahl eignen könnten, lieferte HORROCKS nicht. Die Idee der Parallaxenmessung mit Planeten war aber nicht neu. Schon Kepler versuchte, die Mars-Parallaxe zu messen, scheiterte jedoch an der Geringfügigkeit des Winkels. Noch bevor HALLEY seine zündende Idee der Venustransit-Methode veröffentlichte, errangen französische Astronomen einen beachtlichen Zwischen Erfolg. GIOVANNI DOMENICO CASSINI und JEAN RICHER bestimmten den Parallaxenwinkel, der sich aus gleichzeitigen Beobachtungen des Planeten Mars im Spätsommer 1672 von Paris bzw. von Cayenne in Französisch Guyana ergab. CASSINI leitete daraus eine Sonnenparallaxe von 9.52" (138.5 Mio. km) ab. Als aber sein Assistent JEAN PICARD aus denselben Daten auf eine Parallaxe von 20" (65.8 Mio. km) und JOHN FLAMSTEED unter Einbezug eigener Beobachtungen auf eine solche von 10" (131.5 Mio. km) schlossen, kamen Zweifel an der Messmethode auf.

Das Venusdurchgangs-Fieber

Die Resultate von den Mars-Parallaxen des 17. Jahrhunderts bargen demzufolge noch immer eine viel zu grosse Unsicherheit und stellten die Wissenschaft nicht zufrieden. Der Merkurdurchgang durch die Sonne, den HALLEY im Jahr 1677 auf der Südatlantikinsel Saint Helena beobachtet hatte, brachte ihn auf die



Abbildung 2: Ausschnitte aus der vierteiligen deutsch-australischen TV-Produktion «Wind und Sterne» über die Reisen von James Cook aus dem Jahr 1987 / Die Endeavour vor der Insel Tahiti (in Wirklichkeit Nachbarinsel Moorea) / Naturforscher Daniel Solander und Astronom Charles Green / Astronom Green meldet den Diebstahl des Quadranten / Cook und Solander beim Beobachten des Venusdurchgangs 1769 / Cooks und Greens Skizzen vom Venustransit. Das 4-DVD-Set des Films ist im Handel erhältlich.

Copyright: © 2002 Quartier Latin Media, mit freundlicher Genehmigung von Michel Noll

Idee, Venusvorübergänge vor der Sonnenscheibe zur Bestimmung der Sonnenentfernung zu benutzen. Der Vorteil gegenüber Mars lag in der viel grösseren Annäherung der Venus an die Erde. HALLEYS Methode erforderte die äusserst exakte zeitliche Erfassung des gesamten Vorüberzugs der Venus vor der Sonne. Kaum ein astronomisches Phänomen trieb so viele Forscher um wie die Beobachtung der beiden Venusdurchgänge des 18. Jahrhunderts. Die Akademien der Wissenschaften und die Regierungen der beiden grossen Seemächte England und Frankreich scheuten weder Aufwand noch Auslagen, um HALLEYS Idee umzusetzen. Der Siebenjährige Krieg (1756 bis 1763) zwischen den beiden Erzfeinden hinderte die Wissenschaftler erstaunlicherweise nicht an einer regen Zusammenarbeit. Unter JOSEPH-NICOLAS DELISLE übernahm Frankreich eine führende Rolle in der Koordination der grossen Expeditionen zur Beobachtung der Venusdurchgänge 1761 und 1769. Er unterhielt in Paris ein Korrespondenzzentrum, das der heutigen Internationalen Astronomischen Union (IAU) nicht unähnlich war. DELISLE entwickelte ausserdem eine Beobachtungsmethode, bei welcher es genügte, entweder den Eintritt oder den Austritt der Venus zu verfolgen. Bemerkenswerterweise entsandten die Franzosen 1761 drei Expeditionen in Regionen, von welchen aus nach der HALLEY-Methode die gesamte Dauer des Ereignisses verfolgt werden konnte. ALEXANDRE-GUI PINGRÉ hatte auf der Ile Rodrigue östlich von Mauritius im Indischen Ozean Wetterpech, während JEAN-BAPTISTE CHAPPE D'AUTEROUCHE von Tobolsk in Sibirien gute Messdaten nach Hause brachte. Die englische Royal Society rüstete zwei Expeditionen aus. CHARLES MASON und JEREMIAH DIXON sollten nach Sumatra segeln. Ihr Schiff erlitt aber schon im Ärmelkanal durch feindlichen Beschuss grossen Schaden und musste für Reparaturen umkehren. Schliesslich führten sie von Kapstadt aus erfolgreiche Messungen durch. Wolken vereitelten indes NEVIL MASKELYNES und ROBERT WADDINGTONS Beobachtungen auf Saint Helena. Alle 1761 ermittelten Entfernungswerte schwankten zwischen 124 und 159 Mio. km. Nach diesem dürftigen Erfolg wurde für den zweiten Venusdurchgang acht Jahre später nichts dem Zufall überlassen. HALLEYS Methode der reinen

Zeitmessung der Transitdauer rückte wieder in den Mittelpunkt.

So lang sein Name, so lang seine Reise

GUILLAUME JOSEPH HYACINTHE JEAN-BAPTISTE LE GENTIL DE LA GALAISIÈRE beabsichtigte 1761 von Pondicherry in Indien aus zu beobachten. Kurz vor Ankunft erfuhr er, dass Pondicherry von den Engländern eingenommen worden war und Seeblockaden jede Landung verunmöglichte. Sein Schiff war gezwungen, Richtung Ile de France (Mauritius) umzukehren. Er konnte den Venusdurchgang bei schönstem Wetter vom Schiff aus beobachten. Allerdings erlaubte dies trotz Windstille keine Messungen! Der unglückliche LE GENTIL beschloss, auf der Ile de France zu bleiben und verfasste in den folgenden acht Jahren bis zum nächsten Venusdurchgang diverse wissenschaftliche Arbeiten. Weil er die Philippinen für den geeigneteren Beobachtungsort hielt, reiste er 1766 nach Manila. Dort erfuhr er in einem Brief von der Académie, dass seine jüngste Reise trotz der besseren Beobachtungsbedingungen nicht günstig aufgenommen wurde. LE GENTIL reiste 1768 nach Pondicherry an der ostindischen Küste. Mit der Hilfe der den Franzosen wieder wohlgesinnten Engländern errichtete LE GENTIL eine Beobachtungsstation mit einem 4,5-m-Teleskop. Doch diesmal ereilte ihn ein sonderbares Wetterpech: Der Himmel war den ganzen Mai hindurch wunderbar klar, bewölkte sich erst am Morgen des 4. Juni 1769, dem Tag des Venusdurchgangs, und klarte wieder auf, als das Himmelsereignis vorüber war. Als er nach 11 Jahren nach Paris zurückkehrte, erfuhr er, dass man ihn für tot erklärt hatte und im Begriff war, seine Hinterlassenschaft unter den Erben aufzuteilen! Seine 50'000 Seereisekilometer trugen nicht einen einzigen Messwert zum grossen Experiment bei!

Die James Cook Expedition

CHAPPE D'AUTEROCHE und PINGRÉ waren auch 1769 wieder beteiligt, diesmal spähten sie von Baja California bzw. Santo Domingo aus nach der Venus. Nicht weniger als 151 Expeditionen beobachteten 1769 von 77 Orten aus, darunter Hudson-Bay, Kanada, norwegisches Nordkap, Ir-



Abbildung 3: KEITH MITCHELL in der Rolle von Leutnant Cook im TV-Dokumentarspiel «Wind und Sterne» Copyright: © 2002 Quartier Latin Media, mit freundlicher Genehmigung von Michel Noll

land, und mehrere Orte in den USA. Die weitaus berühmteste von allen aber war jene von JAMES COOK, der mit dem umgerüsteten Kohletransporter Endeavour in die Südsee entsandt wurde. Noch heute erinnert eine Landspitze namens Pointe Vé-nus im Norden von Tahiti an den Ort, an welchem Leutnant COOK, der Astronom CHARLES GREEN und der mitreisende Naturforscher DR. DANIEL SOLANDER am 3. Juni 1769 unter idealsten Bedingungen beobachteten. Zwei weitere Teams beobachte-

ten von benachbarten Standorten aus. Bereits vor Ort stellte sich jedoch heraus, dass ihre gemessenen Zeitpunkte für den Ein- und Austritt der Venus auf der Sonnenscheibe bis zu 20 Sekunden voneinander abwichen. Und schon HALLEY hatte vorausgerechnet, dass drei Zeitsekunden einen Fehler von einem Prozent im Endergebnis bewirken würden! Die Tahiti-Daten blieben deshalb in den meisten Auswertungen unberücksichtigt. Dass COOKS Expedition trotz dieses Misserfolgs

einen so ruhmvollen Platz in der Geschichte errungen hat, ist der navigatorischen Leistung des einfachen Mannes aus Yorkshire zu verdanken. Mit Hilfe der Mondstanz-Methode (siehe letzte Ausgabe des ORION, Nr. 369, S. 12) schuf er eine Karte von Neuseeland, die hundert Jahre lang benützt wurde. Seine Expedition brachte dank des Sammeleifers der beiden Botaniker JOSEPH BANKS und DANIEL SOLANDER eine Fülle von Aufzeichnungen und Muster von Pflanzen nach Hause. Auch COOKS zweiter Hauptauftrag seiner ersten Expedition, die Entdeckung des Südkontinents, brachte nicht den erträumten Erfolg. Immerhin stiess er bis zum 40. Breitengrad Süd vor und leistete bereits auf dieser ersten Reise einen bedeutenden Beitrag zur Widerlegung der Existenz einer Landmasse im südlichen Pazifik. COOK hat weder Neuseeland noch Neu Holland (Australien) entdeckt, seine präzisen Vermessungsarbeiten und die Entdeckung einer schiffbaren Passage zwischen Neuguinea und Australien verhalfen ihm jedoch zu hohem Ansehen in der Admiralität. Die Lords betrauten ihn mit zwei weiteren Reisen.

Ergebnisse des Sonnenparallaxen-Experiments

Die Messdaten sämtlicher Expeditionen wurden weltweit veröffentlicht und ausgetauscht. Die Rechenarbeit war gewaltig, Ergebnisse liessen Jahre auf sich warten und wurden mehrmals wiederholt und verfeinert. COOKS Daten von Tahiti blieben oft unberücksichtigt. Bloss der Engländer THOMAS HORNSBY setzte einen Durchschnitt aller Tahiti-Messdaten in seine Berechnungen ein und erhielt mit 149.9 Mio. km einen der besten Werte. Allerdings ist dies als reiner Zufallstreffer zu werten, denn die Resultate aller beteiligten Wissenschaftler wichen mehrere Prozent voneinander ab. Der deutsche Astronom JOHANN FRANZ ENCKE errechnete 1824 aus den Daten beider Venusdurchgänge des 18. Jhs. eine Sonnenentfernung von 153.4 Mio. km, und dieser Wert blieb über ein Vierteljahrhundert anerkannt. In seiner Dissertation von 1864 kam CARL-RUDOLF POWALKY auf eine Astronomische Einheit von 148.5 Mio. km. Er verfügte über präzisere geografische Koordinaten der Beobachtungsorte und berücksichtigte die Tahiti-Daten mit bloss einer hal-



Abbildung 4: Ungefähr so kann man sich die Beobachtungsposten der verschiedenen Expeditionen vorstellen. In diesem kurzen Filmausschnitt aus dem TV-Dokumentarspiel «Wind und Sterne» beobachten JAMES COOK, DANIEL SOLANDER und CHARLES GREEN den Venusdurchgang auf Tahiti. Copyright: © 2002 Quartier Latin Media, mit freundlicher Genehmigung von Michel Noll

ben Gewichtung. Selbst nach den beiden Venusdurchgängen von 1874 und 1882, die zur Bestimmung der astronomischen Einheit kaum mehr Beachtung fanden, kramte ein Amerikaner abermals die Daten vom 18. Jh. hervor. SIMON NEWCOMB kam 1890 auf den bislang genauesten Wert von 149.7 Mio. km und verhalf damit den Wissenschaftlern des Aufklärungszeitalters nachträglich zu jenen Ehren, die ihnen HALLEY so innig gewünscht hatte. Der ewige Ruhm indessen blieb aus. 1941 veröffentlichte HAROLD SPENCER JONES ei-

nen noch genaueren Wert von 149.6 Mio. km, den er mittels 3000 fotografischen Positionsbestimmungen des Asteroiden Eros ermittelte. Erst mit Methoden des 20. Jahrhunderts wie Radar, Laser und Raumsonden liess sich die Sonnenentfernung noch genauer bestimmen.

■ **Walter Bersinger**
Obermattenstrasse 9
CH-8153 Rümlang

Filmtipp «Wind und Sterne»



Vierteiliger, 400-minütiger TV-Dokumentarspielfilm in deutscher Sprache über die drei Entdeckungsexpeditionen des britischen Seefahrers JAMES COOK.

Deutsch-australische Co-Produktion aus dem Jahr 1987. Zitat vom CD-Cover: «Mit 25 Millionen Mark Produktionsbudget entstand ein opulent inszenierter Abenteuerierteiler, der sich eng an die historischen Tatsachen hält und auch die Schattenseiten der Expeditionen zeigt. Gedreht an Originalschauplätzen in Sydney, Tahiti und französisch Polynesien, beeindruckt

Wind und Sterne mit authentischen Kulissen, Südsee-Paradiesen und Landschaften im ewigen Eis. Neben Hauptdarsteller KEITH MITCHELL brillieren ERICH HALLHUBER («Rossini»), und Hollywood-Legende FERNANDO REY («Die Rückkehr der glorreichen Sieben», «French Connection», «1492 - die Eroberung des Paradieses»).

Für die Meeresaufnahmen wurde der Kinonachbau des Schiffes Bounty (gebaut 1979, Film «The Bounty» erschienen 1984) verwendet, das heute in der Discovery Bay in Hong Kong als Touristenattraktion vertäut ist. Das 4-DVD-Set ist für Fr. 45.00 bis 70.00 im erweiterten Buchhandel in der Schweiz erhältlich: www.weltbild.ch, www.books.ch, www.exlibris.ch, www.buch.ch, etc.