



Die Himmelspolizey

Zeitschrift für Mitglieder

AVL Astronomische Vereinigung Lilienthal e.V.



Astronomie unter Hammer und Sichel
Aus dem Leben eines sowjetischen Astronomen

Vom bewegten Planeten zum mechanischen Modell
Der Hodograph

AVL in weltumspannendes Projekt eingebunden
Die Photographie der Mondparallaxe

Die Himmelspolizey

Jahrgang 1, Nr. 1

Lilienthal, 1. Januar 2005

Inhalt

Die Sterne	3	Der Sternenhimmel im Winter	15
Der Werdegang eines Astronomen	4	Der Venustransit vom 8. Juni 2004	21
Das Photographieren der Mondparallaxe.....	8	Einladung zur Vereinsfahrt.....	26
Der Hodograph	12	Termine	27
		Einladung zur Mitgliederversammlung.....	28

Titelbild Man(n) muss sich nur zu helfen wissen. Ist es zu hell für die Sterne, verschwindet man samt Teleskop einfach unter eine Jacke. Dies ist ein sehr geheimer Trick der Astronomen, den die Redaktion von der Himmelspolizey nun endlich aufdecken kann. Dass die Astronomen eher zu den lichtscheuen Lebewesen auf unserem Planeten gehören, ist den meisten Mitmenschen sicherlich bekannt. Aber – Astronomie kann auch am Tage sehr reizvoll sein, vor allem, wenn die himmlischen Akteure ein Schauspiel bieten, das viele Menschen nie zu sehen bekommen, weil es ziemlich selten aufgeführt wird. Hier „versteckt“ sich Alexander Alin unter seiner Jacke, weil er eine Digitalkamera vor das Okular des Dobson hält, um die Venus und die Sonne zu fotografieren. So geschehen am 8. Juni 2004 auf unserer Sternwartenplattform in Würdren. Der Venustransit findet für die Leser der Himmelspolizey noch einmal statt und zwar auf Seite 21.

„Die Himmelspolizey“ ist die Mitgliederzeitschrift der Astronomischen Vereinigung Lilienthal e.V. (AVL). Sie erscheint regelmäßig alle drei Monate. Sie wird nur online unter www.avl-lilienthal.de unter der Rubrik AVL-Intern veröffentlicht. Mitarbeiter der Redaktion: Alexander Alin, Peter Kreuzberg. E-Mail: hipo@avl-lilienthal.de. Redaktionsschluss für die nächste Ausgabe ist der **15. Februar 2005**. Später eingeschickte Artikel und Bilder können erst für spätere Ausgaben verwendet werden. Die Redaktion behält sich vor, Artikel abzulehnen und ggfls. zu kürzen. Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht zwangsläufig die Meinung der Redaktion wieder. Durch Einsendung von Zeichnungen und Photographien stellt der Absender die AVL von Ansprüchen Dritter frei. Verantwortlich im Sinne des Presserechts ist die AVL Astronomische Vereinigung Lilienthal e.V., Am Staugraben 5, 28865 Lilienthal.

Nur für Mitglieder

Ansprechpartner der AVL

Erster Vorsitzender:

Klaus-Dieter Uhden..... (04298) 47 87

Stellv. Vorsitzender:

Hans-Joachim Leue..... (04793) 28 67

Pressereferat:

Ute Spiecker..... (04298) 24 99

Sternwarte Würdren:

Hans-Joachim Leue..... (04793) 2867

Schatzmeisterin:

Magret König..... (0421) 27 35 58

Schriftführung:

Karin Steinecke..... (04298) 63 55

Redaktion der Himmelspolizey:

Alexander Alin..... (0421) 331 40 68

Freundeskreis Telescopium:

Klaus-Dieter Uhden..... (04298) 47 87

Interpräsenz und E-Mail-Adresse der AVL: www.avl-lilienthal.de / vorstand@avl-lilienthal.de

DIE STERNE, liebe Leser, haben den Menschen schon immer fasziniert. Es gibt wohl kaum etwas Eindrucksvolleres, als unter dem nächtlichen Sternenzelt zu stehen und die Magie der still und würdevoll glitzernden Lichtpunkte auf die Seele wirken zu lassen. Wahrscheinlich ist es die größte Errungenschaft des Sternenhimmels, einen unendlichen Frieden in die Köpfe und Herzen seiner Betrachter zu bringen. Das große Wunder des Sternenhimmels ist seine komplexe Schlichtheit. Sterne sind nicht nur für den Astrophysiker als Forschungsobjekt da, sondern für einen jeden von uns. Doch es gibt so viele unterschiedliche Sternarten wie es Sterne gibt. Ein jeder Stern ist genauso einzigartig wie sein menschlicher Betrachter. Es gibt helle Sterne, leuchtschwache Sterne, blaue Sterne, rote Sterne, variable Sterne, einsame Sterne, Doppelsterne, junge Sterne, alte Sterne usw.. Und wer ihre Sprache ein wenig versteht, dem erzählen die Sterne großartige Geschichten. Geschichten von ihrer Geburt, Geschichten aus ihrem Leben, und zu guter Letzt erzählen sie von ihrem Tod. Viele Menschen möchten diese Erkenntnisse und Freuden, die ihnen das nächtliche Sternenzelt bietet, mit anderen teilen. Sie möchten die Macht, mit der die Natur und die Quelle der Natur sich manifestieren, in der Gemeinschaft erleben. In diesem Wunsche hat die Astronomische Vereinigung Lilienthal (AVL) e.V. ihre Wurzeln.

Die „*Himmelspolizey*“ ist die neue Mitgliederzeitschrift der Astronomischen Vereinigung Lilienthal. Sie soll in Zukunft regelmäßig zu Beginn eines Quartals erscheinen. Zweck der Zeitung ist es, die Mitglieder der AVL über Tätigkeiten und Termine innerhalb der Vereinigung zu informieren. Ein weiteres nicht weniger wichtiges Ziel soll die Aufklärung über Fragen aus allen Themenbereichen der Astronomie und verwandter Wissensgebiete sein. Dazu gehört nicht nur die Beschreibung des aktuellen Sternenhimmels mit all seinen Erscheinungen, sondern auch Erzählungen von durchwachten Beobachtungsnächten oder auch theoretische Abhandlungen unterschiedlicher Themen mit Bezug zur Astronomie. Alles in allem soll die „*Himmelspolizey*“ eine ausgewogene Mischung von leichtverständlichen, für interessierte Laien geschriebene Artikel bis zu anspruchsvollen Fachartikeln bieten. In diesem Sinne sind alle Mitglieder der AVL, aber auch alle anderen Leser und Autoren auf-

gefordert, die Redaktion der „Himmelspolizey“ durch das Verfassen interessanter Artikel, Leserbriefe oder Fragen, bei der Erstellung einer anspruchsvollen, lesenswerten Zeitschrift zu unterstützen. Natürlich ist die Redaktion als Vereinsorgan keine starre, anonyme Gruppe, sondern steht den Mitgliedern der AVL zur Mitarbeit offen.

Sicher haben Sie sich auch schon gefragt, woher der – zugegebenermaßen – ungewöhnliche Titel „*Himmelspolizey*“ herrührt, den diese Zeitschrift trägt? Die Astronomische Vereinigung Lilienthal sieht sich in der Tradition des großen Astronomen Johann Hieronymus Schröter, dessen Heimat und Wirkungsstätte das Lilienthal des ausgehenden 18. Jahrhunderts war. J. H. Schröter und Wilhelm Olbers aus Bremen waren die Initiatoren einer Gruppe von Astronomen, die das Ziel hatten, den aus mathematischer Sicht vorhandenen Planeten zwischen Mars und Jupiter zu finden. Heute wissen wir, dass es nicht einen erdähnlichen Planeten, sondern gleich zehn- wenn nicht gar hunderttausend von Planeten unterschiedlichster Größe gibt, die ihre Bahnen im Bereich zwischen Mars und Jupiter ziehen. Sie bilden den berühmten Asteroidengürtel. Der größte Asteroid, CERES, hat einen Durchmesser von etwas weniger als 1.000 km. Die kleinsten sind winzig, nicht größer als Erbsen.

Doch zurück ins 18. Jahrhundert: Neben Schröter und Olbers sind schließlich noch 22 weitere damals weltberühmte Astronomen auf der Jagd nach dem Planeten in einer „*Societät*“ vereinigt. Die Gruppe gab sich den Namen „Himmelspolizey“. Ihr Anliegen ist von Erfolg gekrönt! Am 1. Januar 1801 entdeckte Giuseppe Piazzi, der ironischerweise kein Mitglied der Himmelspolizey war, in Palermo den gesuchten Planeten. Er nennt ihn CERES. Auf Grund widrigen Wetters verliert Piazzi seine Entdeckung schnell aus den Augen. Die Himmelspolizey ist wieder gefragt, und findet – drei weitere Planeten! Zwei (PALLAS, 1802 und VESTA, 1807) werden von Olbers in Bremen entdeckt und einer von Harding (JUNO, 1804) in Lilienthal. Heute setzt sich die Astronomische Vereinigung Lilienthal dafür ein, Schröters 27füßiges Teleskop von 1793 in Lilienthal wiederaufzubauen. In dieser Tradition stehend, ist es nur folgerichtig, dass das Medium, in dem die Astronomische Vereinigung Lilienthal ihre neuesten Nachrichten verbreitet, den Namen *Himmelspolizey* trägt.

Der Werdegang eines Astronomen

VON ALEXEJ KISELJEW, ST. PETERSBURG, RUSSLAND

Hauptobservatorium Pulkowo der Akademie der Wissenschaften

Aus dem Russischen von Natalia Selber-Arsijenkowa

Ich wurde 1922 in die Familie eines Militäringenieurs in Leningrad geboren. Meine Mutter hat die historische Fakultät des pädagogischen Instituts absolviert und hat alle Kräfte und Kenntnisse der Familie gewidmet. Mit 8 Jahren wurde ich eingeschult. Es war eine berühmte Schule (ehemalige Peterschule), die vor der Revolution ein Teil des Lebens der deutschen Diaspora in St. Petersburg war. Nach der Revolution hat diese Schule ihre reichen Traditionen bewahrt, insbesondere den Deutschunterricht in bester Form.

In der 10. Klasse wurde Astronomie gelehrt. Aber für mich war dieses Fach schon lange zur meiner Flamme geworden. Meine Schulkameraden haben sehr über meine Kenntnisse auf diesem Gebiet gestaunt. Dieses starke Interesse stammte noch aus meiner Kindheit. Ich las mehrere Romane von Jules Verne, H.G. Wells und Camille Flammarion. Später verschlang ich förmlich populäre Artikel über Astronomie in den Zeitschriften „*Um die Welt*“ und „*Die Technik für die Jugendlichen*“. 1939 hatte ich Gelegenheit, die Vorlesung des Astronomen G. Tichow von der Sternwarte Pulkowo zu hören. Er hat den Universitätsstudenten erzählt, wie er mit Hilfe seines Refraktors die jahreszeitlichen Änderungen auf dem Mars beobachtete. Es war auch die Rede über die Möglichkeiten, in der Zukunft Lebensformen auf diesem Planeten zu finden. Sein Enthusiasmus war überwältigend und hat mich in dem Wunsch bestärkt, Astronom zu werden. Mein Glauben an die Technik war unerschütterlich, und ich habe allen Ernstes geträumt, den Mars zu besuchen und die Marsbewohner kennen zu lernen.

Nach der Beendigung der Schule (mit Auszeichnung) bin ich in die mathematisch-mechanische Fakultät der Leningrader Universität eingetreten. Dort studierten die Mathematiker und Astronomen die vier ersten Semester gemeinsam, bis sich jeder auf das eigene Fach zu spezialisieren begann.

Die politische Lage war danach, wie bekannt, sehr kompliziert. Am 1. September 1939 wurde (leider) der fatale Rubikon endgültig überschritten. Mit dem Überfall Polens hat Deutschland den Zweiten Weltkrieg angefangen. Dann begann der sogenannte „Winterkrieg“ in Finnland. Alle Studenten ab 18 Jahren wurden einberufen. Ich war im Oktober 1940 dran. Das Silvesterfest 1941 habe ich als Mitglied eines Artillerie-Regiments in der Nähe von Baku (am Kaukasus) gefeiert. Wir haben ständig den Himmel



beobachtet, um ihn rechtzeitig gegen vermutete Angriffe der anglofranzösischen Luftwaffe dichtzumachen. Wir mussten die Ölförderstätten und Raffinerien gegen sie verteidigen, denn damals waren wir noch mit Deutschland befreundet. Aber es ging nicht lange so. Schon im Frühling 1941 wurden wir nach Norden, nach Leningrad verlegt, für alle Fälle. Die Stimmung war ganz anders geworden. Nun haben alle auf den Krieg mit Deutschland gewartet. An die Front kam ich im August. Wir wurden nach Karelien [an der finnischen Grenze, Anm. d. Red.] geschickt, wo sich unsere Truppen schon zurückzogen. Diese Geschehnisse endeten für mich in der finnischen Gefangenschaft. Nach den schweren Erlebnissen im KZ kam endlich die Erleichterung. Als Zwangsarbeiter habe ich angefangen, auf einem finnischen Dorf zu arbeiten. Es dauerte bis Oktober 1944 und hat mir letztendlich das Leben gerettet. Ich werde den finnischen Bauern bis zum Lebensende dankbar sein, die mich durchaus human behandelt haben.

Nachdem ich repatriert wurde, blieb ich noch kurze Zeit beim Militär, aber nicht an der Front. 1946 habe ich das Studium an der Leningrader Universität fortgesetzt. Die Mehrheit der Studenten, mit denen ich das Studium vor dem Krieg angefangen habe, war leider nicht mehr da: entweder im Krieg gefallen oder während der Belagerung von Leningrad zusammen mit 1,5 Millionen Bewohnern verhungert. Meine neuen Kameraden waren vier bis sechs Jahre jünger als ich. Im fünften Semester mussten wir uns spezialisieren. Unter den Fächern Astrophysik, Astronomie, Himmelsmechanik und stellare Astrophysik habe ich das letzte ausgewählt. Nebenbei habe ich regelmäßige Vorlesungen über die fundamentale Astrometrie und Himmelsmechanik besucht. Als Diplom-Thema hatte ich die stellarastronomische Aufgabe „*Die Erforschung der allgemeinen und selektiven Absorbierung des Sternenlichts auf die Basis der Statistik der Eigenbewegungen und der Photometrie der Sterne in 64 KSA (Ausgewählter Bereich im Sternenkatalog von Kapteyn)*“. [Jacobus Kapteyn geb. 1851, berühmter holländischer Astronom, Anm. d. Red.] Mein Diplombetreuer war Professor A. Deutsch, der führende Fachmann für die photographische Astrometrie in Pulkowo. Diese Arbeit forderte sowohl Beobachtungspraxis als auch ein sehr großes Forschungsvolumen, mit dazu gehörenden Berechnungen. Die Beobachtungen wurden im Observatorium Abastumani (Georgien) durchgeführt. Alle Berechnungen habe ich zu Hause gemacht und zwar mit Hilfe der

Handrechenmaschine „*Phelix*“ und des Buchhalter-Rechenbretts. Im Juni 1950 habe ich erfolgreich mein Diplom verteidigt und habe alle Prüfungen abgelegt, außer der letzten Prüfung „Marxismus-Leninismus“. In der Nacht vor dieser Prüfung wurde ich verhaftet.

So fing eine neue Etappe meines Lebens an: Gefängnis, Nachtverhöre, die langen Monate der Einzelhaft. Mir wurden weder Bücher noch Schreibpapier gegeben – ausgenommen für den Fall, dass ich Anzeigen und Schuldbekennnisse unterschreiben wollte. Aber das war nicht der Fall. Um nicht ganz stumpf zu werden, habe ich angefangen, die Sinus-Tabellen zu berechnen. Die „geistige“ Voraussetzung war die Zahl π , welche ich bis zur siebten Stelle im Kopf hatte. Die „materielle“ Voraussetzungen waren Zuckerwürfel oder die Stück-Stückchen von der Wand, mit denen ich die Zahlen auf das Eisenbrett schrieb, das mir als Esstisch diente.

An die Ergebnisse (der Sinus von 5 bis 85 Grad, in Schritten von 5 Grad) habe ich mich mit Hilfe der passenden Sprüche aus sieben Wörtern über irgendein astronomisches Thema erinnert: Also, jede Ziffer aus der Ergebniszahl entsprach einem siebenteiligen Merkspruch. Die Anzahl der Buchstaben in jedem Wort entsprach dabei jeder Ziffer, z.B.: Sin $20^\circ = 0,3420202$: „Где(3) Марс(4) не(2) наблюдался(10=0) бы(2), окровавлен(10=0) он(2)“. (Überall, wo Mars nicht beobachtet wird, ist er blutbeschmiert). Oder: Sin $10^\circ = 0,1736482$: „У(1) Юпитера(7) нет(3) кольца(6), зато(4) спутника(8) Ио(2)“. (Der Jupiter hat keinen Ring, aber der Mond Io). Die hier dargestellten Ergebnisse stimmen bis auf 1-2 Einheiten an der siebten Stelle!

Um eine Zahl zu berechnen, brauchte ich ein bis zwei Tage. Um sie mir zu merken etwas länger. Übrigens mangelte es bei mir nicht an Zeit. Schließlich bekam ich in Abwesenheit aus Moskau das Urteil, das da lautete: „10 Jahre im Gulag für Verrat am Vaterland“. Aber es war eine Lüge. In Wirklichkeit wurde ich aus politischen Gründen verurteilt, wie ich erst 30 Jahre später erfuhr.

Mein Lager war in der Nähe von Workuta (im nördlichen Ural). Ich kam im Frühling 1951 dorthin. Ich hatte Glück. Wegen meines schlechten Sehvermögens musste ich nicht unten in der Kohlegrube arbeiten, sondern oben. Meine Pflicht war, alle Wagons vor der Verladung zu prüfen und Defekte anzuzeigen. Einerseits war es viel Verantwortung. Falls ein mit Defekten versehener Waggon nach der Beladung kaputtgegangen wäre, hätte es für mich das Straflager bedeuten können. Andererseits gab mir diese Arbeit gute Möglichkeiten, zwischendurch Bücher zu lesen und mich sogar mit der Wissenschaft zu beschäftigen, wenn die Pausen zwischen den Zügen lang waren. Die Bücher konnte ich in der Gulag-Bibliothek ausleihen. Jeden dritten Monat hat meine Mutter mir

auch Pakete mit Büchern und Lebensmitteln geschickt. Zu meinen Uni-Kameraden waren alle Kontakte abgebrochen. Sie wagten es nicht. Es war für sie zu gefährlich. Also konnte ich im Lager irgendwie halbhungrig existieren und sogar meine Verhältnisse, Umfeld und die Perspektiven erfassen. Unser Lager „für besonders gefährliche politische Verbrecher“ bestand aus drei Kohlegruben. Die Mehrheit der Gefangenen waren mehr oder weniger die Opfer des Krieges. Erstens waren es Russen, die während des Krieges von den Deutschen gefangen wurden. Zweitens Mitglieder der sogenannten russischen Befreiungsarmee von General Wlassow [*Diese Armee kämpfte auf Seiten Deutschlands gegen Stalin, Anm. d. Red.*]. Die dritte Kategorie bestand aus den Russen, die auf okkupiertem Territorium zu Kollaborateuren wurden. Es gab da noch eine Gruppe: „die Russen aus China“, die nach der Besetzung der Mandschurei durch die Rote Armee (1945-1946) nach Workuta gebracht wurden. Dieses Kontingent bestand aus den Resten der Postrevolutionsemigration und aus russischen Angestellten, die keine Lust hatten, nach dem Verkauf der China-Ost-Bahn in den dreißiger Jahren nach Sowjet-Rußland zurückzukehren.

Aber nicht nur die Russen haben in diesem Lager ihr „Verhalten“ korrigiert. Dort waren auch die Bewohner der baltischen Republiken, welche die deutschen Truppen begrüßt hatten; die Ukrainer, die daran glaubten, dass man mit Hilfe Deutschlands die Unabhängigkeit der Ukraine ermöglichen kann und Polen, die immer gegen die russische Macht standen, egal, ob zur Zarenzeit oder bei Stalin. Doch nicht alle waren die Opfer des Krieges. Unter die Nachkriegs-repressalien sind auch katholische Priester aus Lettland und Litauen geraten und Russen, die aus religiösen Überzeugungen die Berufung abgelehnt haben. Außerdem waren dort auch die intelligenten „Kosmopoliten“, die auf irgendeine Weise auffällig geworden waren, z. B. durch das Esperanto-Studium und Juden, die nach Israel strebten. Ihre Zahl ist nach 1952 besonders gestiegen.

Im Lager konnte man auch Deutschen begegnen. Unter ihnen waren sowohl Mitglieder der SS-Truppen als auch die Deutschen, die 1947-1949 gegen die Teilung Deutschlands und die Gründung der DDR waren.

Also begann für mich im Lager ein ganz anderes Leben. Es gab weder einen freien Tag noch Urlaub oder Lohn. Wir haben in der Betriebs-Zone gearbeitet und uns in der Wohn-Zone ausgeruht und geschlafen. Beide Zonen waren mit einem schmalen Korridor verbunden, der mit Stacheldraht begrenzt wurde. Dieser lange Übergang (etwa 2 km) überquerte die Moortundra. Zur Arbeit sind wir ohne Geleit mit Hunden gegangen, was an sich schon ein großes Privileg war. Ich habe mich ziemlich schnell an die

Arbeit gewöhnt. Dann erschienen auch die Freunde, hauptsächlich aus Leningrad. Weil ich von Kindesbeinen an recht gut deutsch konnte, habe ich auch einen Deutschen kennengelernt. Es war Bernhard von Mutius, der, wie auch ich, versuchte, existentielle Fragen auszulegen, die sich eigentlich immer zu einer generellen Frage entwickelten: ob es noch zu einem Krieg kommen würde.

Von Mutius hatte in einer Brigade gearbeitet, die das Ventilatorsystem bediente. Im Gegensatz zu den anderen Deutschen, die völlig unter sich blieben und jegliche Kontakte zu den Häftlingen der anderen Nationalitäten vermieden, hat sich Bernhard immer mit den Russen unterhalten. Er hat sogar Russisch gelernt, um die Erzählungen seiner russischen Kameraden über ihr Unglück im Krieg und danach besser zu verstehen. An diese Erzählungen hat er sich erinnert und sie mir ab und zu wiedererzählt. Ich erklärte ihm meinerseits in deutsch die Eigentümlichkeit und Eigenartigkeit des sowjetischen Lebens, die für ihn natürlich richtige böhmische Dörfer waren. Später, als er freigelassen wurde und 1955 nach Deutschland zurückkehrte, hat von Mutius seine Lagererfahrung in Workuta im Buch „*Der Katorgan. Traktat über die moderne Sklaverei*“ wiedergegeben (1955). In diesem Buch hat der Autor unter dem Pseudonym Bernhard Roeder mehrere Russen erwähnt, die ihm die Geheimnisse ihres Lebens anvertraut haben. Aber von Mutius war vorsichtig genug, keinen wahren Namen in seinem Buch zu nennen. Er änderte auch die Fakten ihrer Biographien, um die Identifizierung dieser Leute unmöglich zu machen. Von Mutius blieb der Lager-Bruderschaft treu, damit um Gottes Willen keine weiteren Schwierigkeiten für sie auftraten. Alle seine Lagerkameraden dürfen ihm dafür sehr dankbar sein. Meine persönliche Freundschaft mit Bernhard von Mutius dauerte bis zum Sommer 1955. Nach diesem Zeitpunkt wurden alle Deutschen von uns getrennt und für die kommende Repatriation weitergeschickt. Dabei hat ganz bestimmt das Treffen in Moskau zwischen Chruschtschow und Adenauer eine sehr große Rolle gespielt. Wir haben uns ohne Versprechungen und Hoffnung auf ein Wiedersehen verabschiedet. Es war damals ganz klar, welche Konsequenzen mir für die weiteren Kontakte mit ihm drohen könnten.

Nach Stalins Tod (5. März 1953) ist das Regime im Lager viel leichter geworden. Unsere Baracken wurden nachts nicht mehr abgeschlossen. Wir haben endlich einen Teil unseres schwerverdienten Geldes bekommen. Nun war es möglich, Extralebensmittel im Kiosk zu kaufen. Es ist viel leichter geworden zu leben und zu arbeiten. Es war mir gelungen, meine wissenschaftlichen Studien voranzutreiben, so habe ich mich zum Beispiel unter Bezug auf, in Bezug auf einen Artikel aus einer astronomischen Zeitschrift, mit dem Problem der Benutzung der statistischen

Theoreme von Kleiber in der Analyse der Systemfehler in den Katalogen der Strahlgeschwindigkeiten von Sternen beschäftigt. In den Überlegungen des Autors habe ich einen Fehler gefunden und die Daten aus diesem Artikel wiederbearbeitet. Nach meiner Freilassung wurde meine Arbeit im „*Der Bote der Leningrader Universität*“ verlegt.

Die andere Aufgabe aus dem Fach der Astronomie, die mich seit langem interessierte, war die Definition der wahren Bahn eines visuellen Doppelsterns nach seiner Projektion an der Himmelssphäre. Ich wußte, dass sich damit mehrere berühmte Astronomen, mit Herschel angefangen, beschäftigt haben. Aber ich wollte sie definitiv unabhängig davon selbst lösen, und dann die Ergebnisse vergleichen. Diese Aufgabe habe ich auf der Basis rein geometrischer Bedingungen gelöst. Diese Lösung habe ich zum Lehrstuhl der Stellarastronomie an der Leningrader Universität geschickt und bekam die inoffizielle Antwort: „*Ihre Lösung ist gleich der von M. Kowalski zur analogen Aufgabe*“. Ich war begeistert, weil ich Kowalski als den hervorragendsten russischen Astronomen des 19. Jahrhunderts kannte.

Merkwürdigerweise hat diese Geschichte noch eine Fortsetzung. Nach 30 Jahren, als ich schon der Hauptforscher der Sternwarte Pulkowo mit den Schwerpunkten photographische und stellare Astronomie wurde, habe ich, für mich selbst überraschend, entdeckt, dass meine Lösung und die von Kowalski doch wesentlich verschieden sind. Sie haben als Basis verschiedene analytische Vorstellungen der sichtbaren und wahren Ellipse. In meinem Fall sind die Koordinaten der beiden Ellipsen zum Zentrum der Symmetrie verschoben, bei Kowalski zum Fokus. Beide Lösungen sind richtig, aber meine ist einfacher und anschaulicher. Dabei war es mir gelungen, einige einfache geometrische Korrelationen zwischen den Elementen der beiden Ellipsen bei den gegebenen Bedingungen der Projektion zu ziehen. Diese Formeln können bequem zur Definition der Bahnen von Doppelsternen mit kurzer Umlaufperiode herangezogen werden. Heutzutage wird es mit Hilfe der Spektrointerferometrie beobachtet. Mein Artikel darüber ist 1997 in den Unterlagen des Symposiums IAU (International Astronomical Union) über die Doppelsterne mit 43jähriger Verspätung in Spanien erschienen.

Anfang 1956 wurde ich auf Grund der Amnestie befreit, rehabilitiert und bin nach Leningrad zurückgekehrt. Im selben Jahr habe ich die fehlende Prüfung über Marxismus-Leninismus abgelegt und zum zweitenmal mein Diplom verteidigt. Zur gleichen Zeit habe ich angefangen, im Observatorium zu Pulkowo zu arbeiten. Der Leiter der Abteilung für photographische Astrometrie und Stellarastronomie war Professor A. Deutsch. Alle Beobachtungen wurden mit Hilfe des 26-Zoll-Zeiss-Refraktors durchgeführt.

Dieses Gerät bekam die Sternwarte anstelle des während der Leningrader Belagerung (1942-1944) völlig zerstörten 30-Zoll-Refraktors als Reparation aus Deutschland. Angeblich war dieses Gerät als Geschenk Hitlers für Mussolini vorgesehen, deshalb trug es in begleitenden Unterlagen den Namen „römisch“. Interessant ist, dass dieser Refraktor mit solch unge-

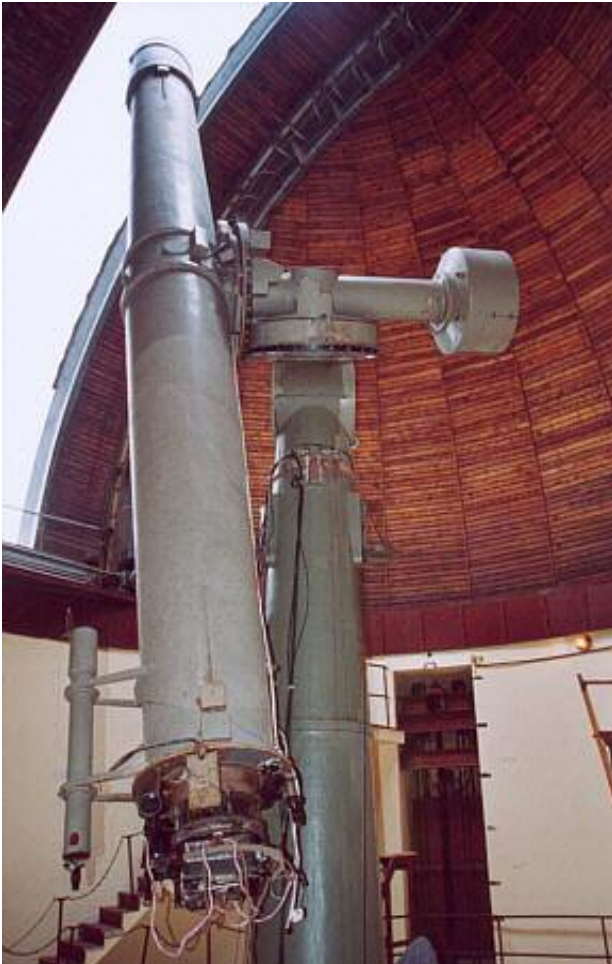


Abb. 2: Das 26-Zoll-Teleskop in Pulkowo. Mit freundlicher Genehmigung von www.urania.be

wöhnlichem Schicksal bis zum heutigen Tag völlig intakt ist und aktiv benutzt wird.

1957 war die wichtigste Aufgabe der Astrometristen in Pulkowo die Vorbereitung der Beobachtungen künstlicher Erdsatelliten. Der erste Satellit wurde am 4. Oktober 1957 ins All geschossen. Auch ich habe daran teilgenommen, indem ich die originelle Methode für die Bearbeitung der photographischen Positionsbeobachtungen der Satelliten schuf. Die Bedingungen dieser Aufgabe waren nicht einfach: die Kameras der Satelliten waren weitwinklig; die Brennweite war kurz; die Projektion hatte eine große Distorsion. Man musste in kurzer Zeit möglichst viele genaue Positionen mit Zeitangaben von dem sich schnell zwischen den Sternen bewegenden Satelliten bekommen. Die Erfahrung dieser Arbeit ist in drei Artikeln reflektiert worden, die in der „Astronomischen

Zeitschrift“ „*Астрономический Журнал*“ verlegt wurden. Weitere Verallgemeinerungen der Erfahrung von Satellitenbeobachtung brachte uns zur Schaffung der Methode, mittels derer die Satellitenbahnen nach der Beobachtung des kurzen Bogens definiert werden. Damit versteht man den Bogen der sichtbaren Trajektorie, die von einer Station beobachtet wird.

So ist die Idee der AMP-Methode erstanden [*AMP = Apparent motion parameters, Anm. d. Red.*]. In dieser Methode wurde praktisch der Gedanken von Laplace realisiert, in dem er die Planetenbahn mit Hilfe der sogenannten Direktmethode und Differentialgleichungen berechnete. Seine Methode ist nie in der Praxis der Himmelsmechanik des 19. Jahrhunderts angewandt worden. Damals fehlten die Qualität und die Präzision der Beobachtungen. In unserem Fall war es jedoch gelungen, solche Parameter zu gewinnen, auf deren Basis die geozentrische Bahn nach der Position und Geschwindigkeit mit Hilfe der Direktmethode berechnet wird. Dies war möglich, nachdem mehrere Reihen von präzisen Satellitenbeobachtungen binnen einer Nacht gemacht worden waren. Die vorher erwähnten Parameter (sichtbare Position, Geschwindigkeit und die Krümmung des kürzesten Bogens der Trajektorie) wurden mit direkter geometrischer Methode berechnet. Diese Methode wurde zur Vorausberechnung der Bahnen einiger Satelliten benutzt. Später wurde sie auch für die Definition der Umlaufbahnen von visuellen Doppelsternen und Asteroiden entwickelt.

Inzwischen haben mich die photographischen Beobachtungen der Doppelsterne mit dem 26-Zoll-Refraktor in Pulkowo noch in den 60ern voll gepackt. Ich wurde Leiter der Forschungsgruppe, die außer dem Hauptprogramm (Beobachtung der Doppelsterne), auch die astrometrischen Beobachtungen der Satelliten der großen Planeten durchführte. Die ersten Ergebnisse, die im Katalog der relativen Bewegungen und Positionen der Komponenten von 200 visuellen Doppelsternen veröffentlicht wurden, haben sehr geholfen, die Suchbeobachtungen für eine bestimmte Aufgabe zu orientieren. Es war die Aufgabe, die Bahnen und die Massen der sonnennahen weiten Sternenpaare mit Umlaufperioden von 500 und mehr Jahren zu definieren. Zugleich wurde für die nächsten Doppelsterne (z. B. 61 Cyg) die Aufgabe gestellt, die Abweichung (Schwankung) in der orbitalen Bewegung der Komponenten zu erforschen, um unsichtbare Begleiter (Planeten) zu offenbaren. Für alle erforschten Doppelsternsysteme wurde die Orientierung ihrer Bahnen im galaktischen Koordinatensystem definiert. Für die Lösung wurden die Strahlgeschwindigkeiten der Paar-Komponenten und der trigonometrischen Parallaxen benutzt. Als theoretische Basis dafür diente die AMP-Methode, die speziell für die Beobachtung der Doppelsterne entwickelt

wurde. Als Beobachtungsbasis der Forschung sind 30 bis 40 Jahre lang hochpräzise photographische Beobachtungen in Pulkowo durchgeführt worden, die die Bögen der sichtbaren 5-10-Grad-Bahnen erfaßten. In mehreren Fällen wurden diese Beobachtungen mit der Erforschung der Doppelsterne von W. Struve ergänzt, die er vor 160 Jahren in Derpt [*dt. Dorpat, heute Tartu in Estland, Anm. d. Red.*] durchführte. Notwendige Strahlgeschwindigkeiten der Paar-Komponenten haben wir auf Basis der Kooperation mit Sternwarten im Südrußland bekommen. Die trigonometrischen Parallaxen bekamen wir aus den Ergebnissen der „Kosmischen Mission HIPPARCOS“. Auf diese Weise wurden die Orbits und die Massen von mehr als 40 visuellen Doppelsternen definiert, dabei von 24 Sternen zum ersten Mal. 18 dieser Sterne umlaufen einander mit Perioden von mehr als 1.000 Jahre. Die Mehrheit der Bahnenflächen ist gegenüber der galaktischen Ebene stark geneigt. Ihre Achsen dagegen sind meistens zum Zentrum der Galaxis gerichtet. Diese Tendenz ist stärker bei Bahnen mit größerer Exzentrizität. Zur Zeit werden die

Beobachtungen und Erforschungen der visuellen Doppelsterne mit dem 26-Zoll-Refraktor in Pulkowo fortgesetzt. Dabei benutzt man die CCD-Kamera ST-6. Die Lichtstärke des Refraktors ist dabei größer geworden. Die schwächeren Doppelsterne bis zur 18. Größenklasse und mit Abstand zwischen den Komponenten bis zu einer Bogensekunde sind greifbarer geworden. Infolge der Automatisierung des Navigationsprozesses hat die Beobachtungsgeschwindigkeit wesentlich zugenommen. Das Beobachtungsprogramm ist ausgeweitet worden. Die Forscher in Pulkowo haben vor, ihre stellarastronomischen Beobachtungen auf dem Gebiet der Kinetik und Dynamik der in Sonnennähe liegenden Sternensysteme zu vertiefen. Die Haupterfahrung des Autors in der Sphäre der photographischen und stellaren Astronomie wurde in der Monographie „Photographische Begründung der photographischen Astronomie“ verfasst.



Das Photographieren der Mondparallaxe

VON DR. BARBARA CUNOW, PRETORIA, REPUBLIK SÜDAFRIKA

Department of Mathematical Sciences, University of South Africa. Aus dem Englischen von Alexander Alin

Die totale Mondfinsternis vom 28. Oktober 2004 sollte genutzt werden, um die Mondparallaxe photographisch zu bestimmen. Das Projekt wurde von Frau Dr. Barbara Cunow von der University of South Africa geleitet. Da zur Darstellung der Mondparallaxe Photographien von möglichst weit voneinander entfernten Orten notwendig sind, wurden vier Standorte auf drei Kontinenten gewählt. Ein Standort sollte Lilienthal sein, und verantwortlich war die AVL. Leider war es an betreffendem Abend bedeckt, so dass von Lilienthal aus keine Photographien beigesteuert werden konnten. Trotzdem können wir hier von Ergebnissen berichten. Lesen Sie eine Übersetzung von Frau Dr. Cunows Internetsite. Sie finden sie mit weiteren Aufnahmen im Internet unter <http://astro.unisa.ac.za/~cunow/> Die Redaktion

Einleitung Haben Sie sich auch schon mal gefragt, wie es wohl aussehen würde, wenn Sie den Mond von verschiedenen Kontinenten gleichzeitig sehen könnten? Nun, eine Sache, die Sie sehen könnten, wäre, dass die Position des Mondes, relativ zu den Hintergrundsternen, nicht überall die gleiche ist, sondern abhängig davon ist, wo Sie sich auf der Erdoberfläche befinden. Komisch, nicht wahr?

Wir nutzen die Gelegenheit, die sich mit der tota-

len Mondfinsternis, die in der Nacht vom 27. zum 28. Oktober 2004 stattfand, bot, um diesen Effekt, Parallaxe genannt, zu dokumentieren, indem wir den Mond während der Totalität von verschiedenen Kontinenten aus photographierten. Wir konnten die Mondparallaxe von Südafrika und Westkanada aus nachweisen. Auf Grund der großen Entfernung ergab sich die größte jemals von der Erde aus photographierte Mondparallaxe. Wollte man eine deutlich größere Parallaxe beobachten als diejenige, die in den unten gezeigten Photographien zu sehen ist, so müsste man unseren Planeten verlassen. Abbildung 1 gibt Ihnen einen Eindruck, wie groß die Parallaxe ist. Es ist eine Zusammenstellung zweier Photographien, die um 2:25 Uhr UT aufgenommen wurden. Die eine stammt von der Autorin und wurde in Pretoria aufgenommen, die andere stammt von Larry McNish aus Calgary. Der obere Mond wurde in Südafrika photographiert, der untere in Kanada. Der Abstand zwischen beiden Mondpositionen beträgt mehr als drei Monddurchmesser.

Hintergrund Wie wir alle wissen, erscheint ein Objekt, das wir nah vor uns halten vor einem anderen Hintergrund, wenn wir erst mit dem einen Auge

hinschauen und dann mit dem anderen. Diese scheinbare Bewegung heißt Parallaxe, und sie ist im alltäglichen Leben allgegenwärtig.

Wir denken immer, dass die Sterne so weit entfernt sind, dass sie keine Parallaxe zeigen. Das ist zwar nicht richtig, aber nur der Mond steht nahe genug an der Erde, um eine einfach zu messende Parallaxe zu zeigen. Voraussetzung ist, dass zwei weit voneinander entfernt stehende Beobachter den Mond gleichzeitig beobachten können. Abbildung 2 zeigt, wie die Mondparallaxe entsteht. Beobachter A sieht den Mond vor anderen Hintergrundsternen als Beobachter B.

Größe der Parallaxe Um die Parallaxe sehen zu können, müssen zwei Betrachter an unterschiedlichen Orten den Mond gleichzeitig beobachten. Wie man aus Abbildung 2 erkennen kann, wird die Parallaxe um so größer, je weiter der Abstand der beiden Beobachter ist. Möchte man zwischen den beiden Mondpositionen einen Abstand beobachten, der einen Monddurchmesser beträgt, muss der Abstand zwischen beiden Betrachtern senkrecht zur Sichtlinie des Mondes ebenfalls einen Monddurchmesser betragen. Der Mond hat einen Durchmesser von 3.476 km. Das bedeutet, dass zwei Beobachter, die eine Parallaxe von einem Monddurchmesser beobachten wollen, mindestens 3.476 km voneinander entfernt sein müssen. Für eine Parallaxe von zwei Monddurchmessern müssen beide 6.952 km oder mehr entfernt sein. Die größtmögliche Parallaxe, die theoretisch von der Erde aus beobachtet werden kann, beträgt 3,67 Monddurchmesser. Für eine größere Parallaxe muss sich mindestens einer der beiden Beobachter im Weltraum befinden.

Wie man die Parallaxe dokumentiert Die Mondparallaxe kann dokumentiert werden, indem Beobachter auf verschiedenen Kontinenten den Mond und die Hintergrundsterne gleichzeitig photographieren. Eine totale Mondfinsternis ist eine hervorragende Möglichkeit hierfür, da der Mond dann ziemlich dunkel ist und es so einfach ist, den Mond und die Sterne deutlich abzubilden.

Das Projekt Die Mondfinsternis vom 27./28. Oktober 2004 wurde für das Photographieren der Mondparallaxe ausgesucht. Ziel war es, Photographien vom Mond und den Sternen von verschiedenen Orten zu vorherbestimmten Zeiten zu machen. Initiiert wurde das Projekt von Dr. Barbara Cunow vom Department of Mathematical Sciences der University of South Africa in Pretoria. Amateurastronomen aus verschiedenen Orten der Erde erklärten sich bereit, am Projekt teilzunehmen:

- Pretoria, Johannesburg, Kapstadt,

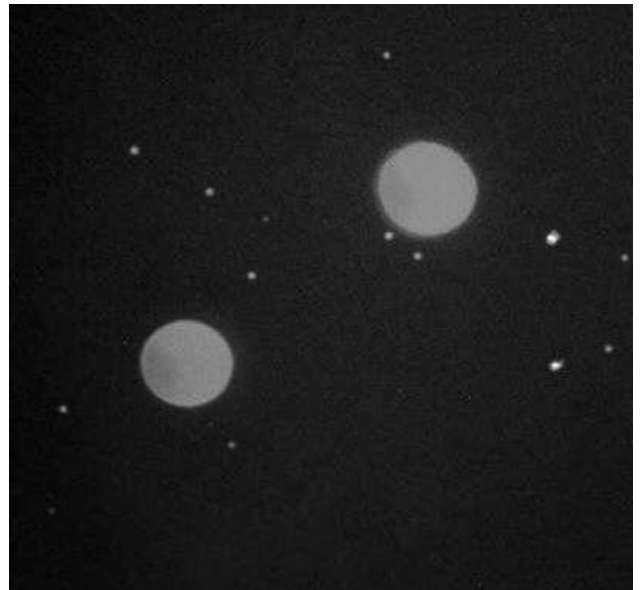


Abb. 1: Mondparallaxe / © Cunow, McNish

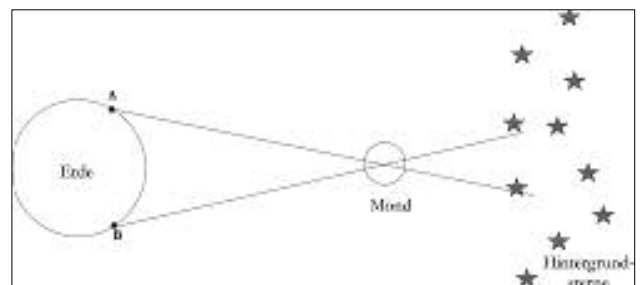


Abb. 2: Das Prinzip der Mondparallaxe

- Hermanus (Südafrika)
- Lilienthal, Worpswede (Deutschland)
- Calgary, Edmonton (Kanada)
- Madison/Wisconsin (USA)

Für die Beobachter in Südafrika und Deutschland fand die Finsternis in den frühen Morgenstunden des 28. Oktobers statt, für die Beobachter in Nordamerika am Abend des 27. Oktobers. Fotografiert wurde um 2:25, 2:30, 2:35, 2:40 und 2:45 Uhr UT. Danach wurden keine Bilder mehr gemacht, da der Mond für Beobachter in Südafrika zu tief stand.

Ergebnisse In Kanada und Südafrika war der Himmel klar. Leider hatten die Teilnehmer in Deutschland und den USA weniger Glück und erlebten einen bedeckten Himmel.

Die einzelnen Teilnehmer und ihre Ausrüstung waren:

Barbara Cunow, Pretoria.
25°29'1,9" S / 28°15'58,5" O
Höhe: 1507 m

Olympus OM-10, Brennweite von 135 mm, Öffnung

f/2,8 400-ASA-Film. Die Kamera war auf einem Dreibeinstativ befestigt. Die Belichtungszeit betrug jeweils 10 Sekunden.

Koos van Zyl, Pretoria

25°39'18,7" S / 28°18'42,4" O

Canon Digital Rebel, Brennweite 80 mm (128 mm Äquivalentbrennweite einer Analogkamera), Öffnung f/6,3, 800 ASA. Die Belichtungszeit lag zwischen 2,5 und 5 Sekunden.

Francois Nortje, Randburg

26°59" S / 27°59'54" O

80-mm-Refraktor und Digitalkamera.

Cliff Turk, Kapstadt

33°56'27,6" S / 18°30'52,2" O

Höhe: 8 m

Analogkamera, Brennweite 50 mm, Öffnung f/2,8, 200-ASA. Die Belichtungszeit betrug jeweils 4 Sekunden.

Larry McNish, Calgary

51°6'31" N / 114°5'5" W

Analogkamera, Brennweite 135 mm, Öffnung f/2,8, 200-ASA-Film aufgenommen. Die Belichtungszeit betrug 20 bzw. 30 Sekunden.

Gerry van Dyk, Edmonton

53°26'27" N / 113°22'8" W

Digitalkamera, Brennweite 135 mm, Öffnung f/4,5, 200 ASA aufgenommen. Die Belichtungszeit betrug jeweils 20 Sekunden.

Um hier nicht den Rahmen zu sprengen, zeigen wir nur die kombinierten Photographien, die um 2:25 Uhr entstanden. Alle Bilder finden sich im Internet unter <http://astro.unisa.ac.za/~cunow>. Aus den kombinierten Aufnahmen ist der Unterschied der Mondposition relativ zu den Hintergrundsternen für die verschiedenen Beobachter deutlich zu erkennen. Verglichen zu einem Beobachter in Südafrika scheint für die Betrachter in Kanada der Mond nach Südosten (unten links) verschoben zu sein. Dazu kommt, dass die Mondparallaxe sogar zwischen Pretoria bzw. Johannesburg und Kapstadt auf den Bildern sichtbar wird. Von Kapstadt aus scheint der Mond gegenüber der Position von Pretoria bzw. Johannesburg nach Nordosten (oben links) versetzt

Beobachtungsorte	Parallaxe
Pretoria/Johannesburg – Calgary/Edmonton	3,3 Monddurchmesser
Kapstadt – Calgary/Edmonton	3,2 Monddurchmesser
Pretoria – Kapstadt	0,3 Monddurchmesser

Tabelle 1: Mondparallaxe, bestimmt von verschiedenen Beobachtungsorten aus.

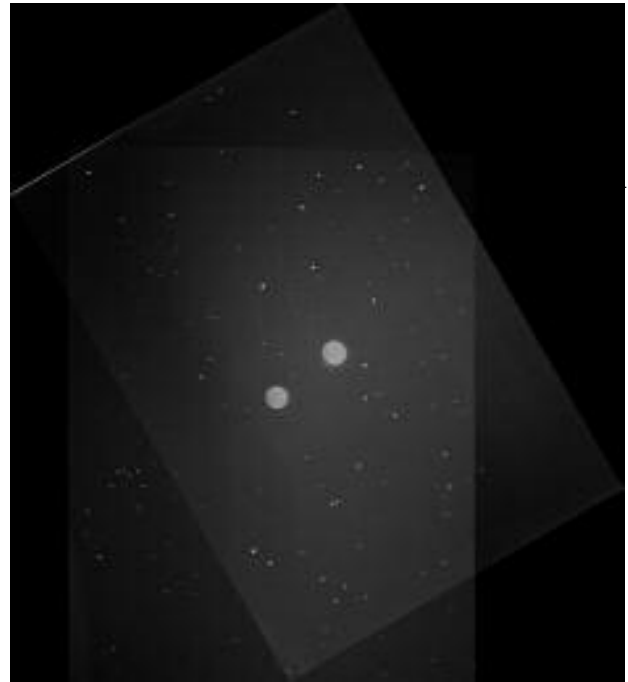


Abb. 3: Kombination der Bilder McNish/Cunow
© McNish Cunow

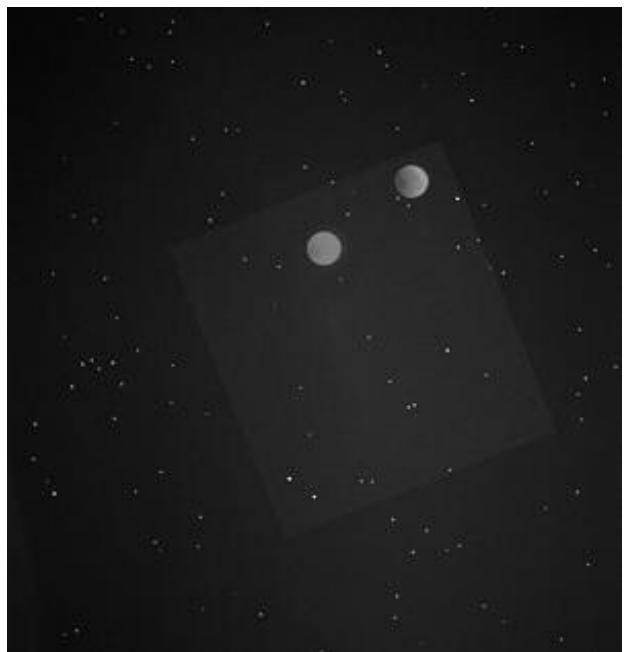


Abb. 4: Kombination der Bilder McNish/van Zyl
© McNish/van Zyl

zu sein. Die hier von uns dokumentierte Parallaxe zwischen Südafrika und Kanada ist eine der größten Mondparallaxen, die jemals von der Erdoberfläche aus fotografiert wurde. Wir sind dem absoluten

Maximum von 3,67 Monddurchmessern für Beobachtungen von der Erdoberfläche aus sehr nahe gekommen. Vielen Dank an alle Teilnehmer.

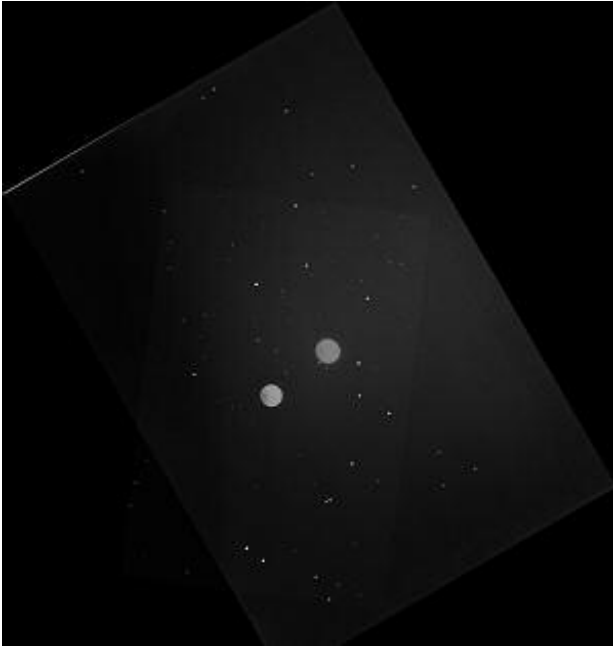


Abb. 5: Kombination der Bilder van Dyk/Cunow
© Cunow/van Dvk

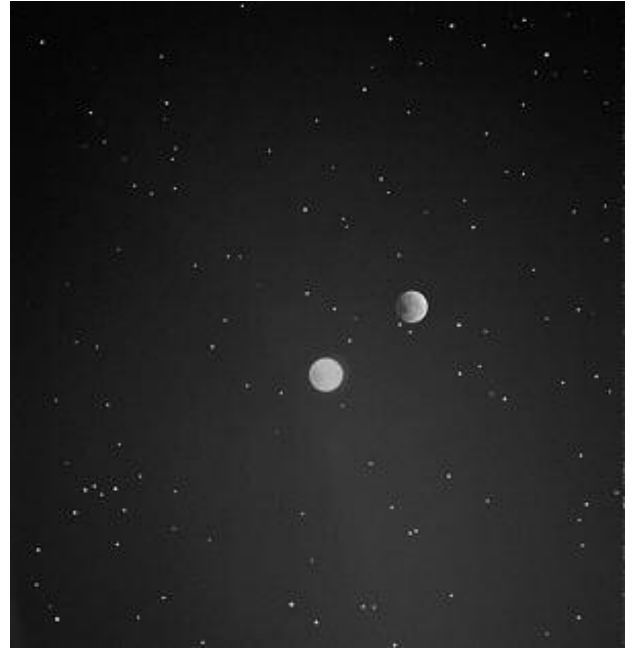


Abb. 6: Kombination der Bilder McNish/Nortje
© McNish/Nortje

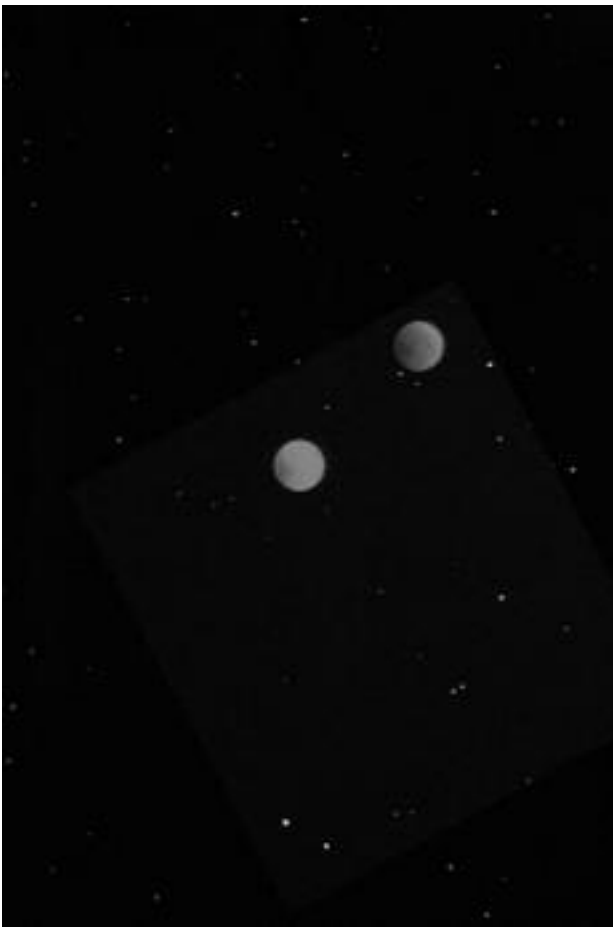


Abb. 7: Kombination der Bilder van Dyk/van Zyl
© van Dvk/van Zyl



Abb. 8: Kombination der Bilder van Dyk/Nortje
© Dvk/Nortje

Vom ungleichförmig bewegten Planeten über den kreisrunden Hodographen zum mechanischen Modell

VON DR. CHRISTIAN STRUTZ, LINDAU

Konzept Es ist wohl eine der erstaunlichsten Erkenntnisse der Neuzeit, dass sich die Planeten auf ihren Kepler-Ellipsen unterschiedlich schnell bewegen: Im Perihel, dem sonnennächsten Punkt, befinden sie sich im Geschwindigkeitsmaximum, im Aphel, der sonnenfernsten Position, im Minimum. Sir William Rowan Hamilton [1] hat diese Eigenschaft

Lehrbuch betrage die Maximalgeschwindigkeit im Perihel r_1 2m/s. Damit ist nach (1) der geometrisch-physikalische Zusammenhang gewährleistet, der es uns ermöglicht, auch auf Grund der Abstände und Geschwindigkeiten des Modell-Planetens auf die Form seiner Bahnellipse zu schließen.

Geom. Merkmal	Formel	Wert	Physikal. Merkmal	Formel	Wert
Große Halbachse	$a = \frac{r_1 + r_2}{2}$	$\frac{3}{4}$	Umlaufzeit	$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{a^3}{GM}}$	$\frac{3}{2}\pi \cdot \sqrt{\frac{1}{2}}$
Kleine Halbachse	$b = \sqrt{r_1 \cdot r_2}$	$\sqrt{\frac{1}{2}}$	Flächenkonstante	$B = v_{\max} \cdot r_1$	1
Parameter	$p = 2 \cdot \frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 + r_2}$	$\frac{2}{3}$	Min. Geschwindkt.	$v_{\min} = \frac{B}{r_2}$	1
Lin. Exzentrizität	$e = \frac{r_2 - r_1}{2}$	$\frac{1}{4}$	Gravkonst. Masse	$GM = \frac{B^2}{p}$	$\frac{3}{2}$
Num. Exzentrizität	$\varepsilon = \frac{r_2 - r_1}{r_1 + r_2}$	$\frac{1}{3}$	Gesamtenergie	$A = -\frac{GM}{2a}$	-1

Tab. 1: Geometrie der Bahnellipse und deren physikalische Merkmale ausgehend von $r_1 = r_{\text{perihel}} = 0,5\text{m}$; $r_2 = r_{\text{aphel}} = 1,0\text{m}$; $v_{\text{max}} = 2\text{m/s}$

mit Hilfe seiner Vektoren untersucht und den von ihm geprägten Begriff des Hodographen als „Wegbeschreiber“ aus den griechischen Wörtern $\text{ὁδοφ} = \text{Weg}$ und $\text{γραφειν} = \text{beschreiben}$ entwickelt. Der folgende Text soll zeigen, dass der Hodograph die theoretische Grundlage für eine Simulations-Apparatur ist, die uns in die Lage versetzt, eine gleichförmige Kreisbewegung eines Rotors in die Ellipsenbewegung eines Modell-Planetens zu verwandeln, dessen Geschwindigkeit sich ständig ändert.

Theoretisches Modell Nach dem Lehrbuch „Metzler Physik“ [2] erstellen wir eine Bahnellipse, in deren einem Brennpunkt $S(0|0)$ sich die Sonne als Gravitationszentrum befindet. Der kürzeste Abstand (Perihel) zwischen S und P , dem Planeten als Massenpunkt, beträgt $r_1 = 0,5 \text{ LE}$, der weiteste Abstand (Aphel) mißt $r_2 = 1,0 \text{ LE}$. Die Tabelle 1 zeigt, dass mit diesen Angaben die geometrischen Eigenschaften der Bahnellipse vollständig bestimmt sind. Zu den physikalischen Eigenschaften kommen wir, wenn wir eine Längeneinheit (LE) mit einem Meter (m) gleichsetzen und die Geschwindigkeit in Metern pro Sekunde (m/s) ausdrücken. In Abweichung vom

(1)
$$r_1 + r_2 = 2a$$

$$v_{\min} + v_{\max} = 4a$$
 Die Gleichung (2) liefert uns die Flächenkonstante B.

(2)
$$v_{\max} \cdot r_1 = v_{\min} \cdot r_2 = B$$

Tabelle 1 zeigt die übrigen Formeln und die sich daraus ergebenden numerischen Werte. Aus der Umlaufzeit T von 3,33 Sekunden folgt, dass der Modell-Planet pro Minute etwa 18 „Jahre“ alt wird.

Hodograph Hamilton hat die Entfernungen des Planetens von der Sonne als Radius-Vektoren \mathbf{r} und seine unterschiedlichen Geschwindigkeiten als Geschwindigkeits-Vektoren \mathbf{v} ausgedrückt, wobei die Länge dieser Vektoren nach (3) und (4) von der Position des Planetens auf der Bahnellipse abhängt.

(3)
$$r = \frac{p}{1 + \varepsilon \cdot \cos(\phi)};$$

$$r_1 = \frac{p}{1 + \varepsilon} ; r_2 = \frac{p}{1 - \varepsilon} .$$

(4)
$$v = \sqrt{GM \cdot \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right)}$$

Da die Geschwindigkeitsvektoren als Tangenten die Bahnellipse im Punkt P berühren, können wir ihre jeweilige Richtung mit der Gleichung (5) bestimmen.

(5)
$$m_t = \frac{b^2}{a^2} \cdot \frac{x_p + e}{y_p}$$

Abbildung 1 zeigt schematisch die Radius- und Geschwindigkeitsvektoren einer Bahnellipse. Der Hodograph entsteht dadurch, dass wir die Ursprünge aller Geschwindigkeitsvektoren durch Parallelverschiebung in S vereinigen, wobei die Verbindung ihrer Endpunkte, wie in Abbildungen 2 und 3, einen Kreis ergibt. Nun befinden sich v_{min} und v_{max} auf einer Linie.

Abbildung 2 bestätigt die Aussage Hamiltons: Der Hodograph einer Ellipsen- oder allgemein einer Kegelschnittbahn ist immer kreisförmig. Der Radius ρ des Kreises ist der arithmetische Mittelwert zwischen der Maximalgeschwindigkeit im Perihel und der Minimalgeschwindigkeit im Aphel.

(6)
$$\rho = \frac{\frac{B}{r_1} + \frac{B}{r_2}}{2} = \frac{B \cdot (r_1 + r_2)}{2 \cdot r_1 \cdot r_2} = \frac{B}{p} = 2a .$$

Der Mittelpunkt O des Kreises hat den x-Wert 0 und als y-Wert die Differenz zwischen der maximalen Geschwindigkeit und dem Radius ρ des Hodographen

(7)
$$y_o = (v_{max} - \rho) = \frac{B}{p} \cdot \varepsilon = 2e .$$

Andererseits ist die Zeichnung der Abbildung 2 noch nicht dazu geeignet, umgekehrt aus dem Hodographen eine Ellipse zu konstruieren. Dafür bedarf es eines Tricks, den James Clerk Maxwell in seinem Buch 'Matter and Motion' [3] verwendet hat: Er dreht die Ellipse oder den Hodographen um 90° so um den Brennpunkt S, dass v_{max} als Verlängerung von r_2 und

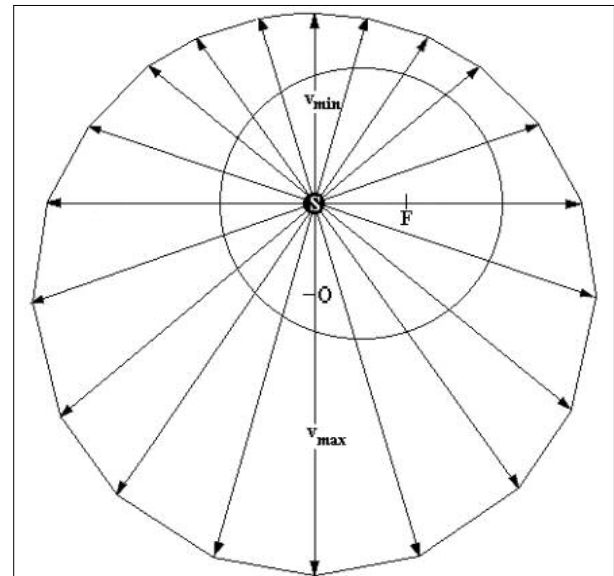
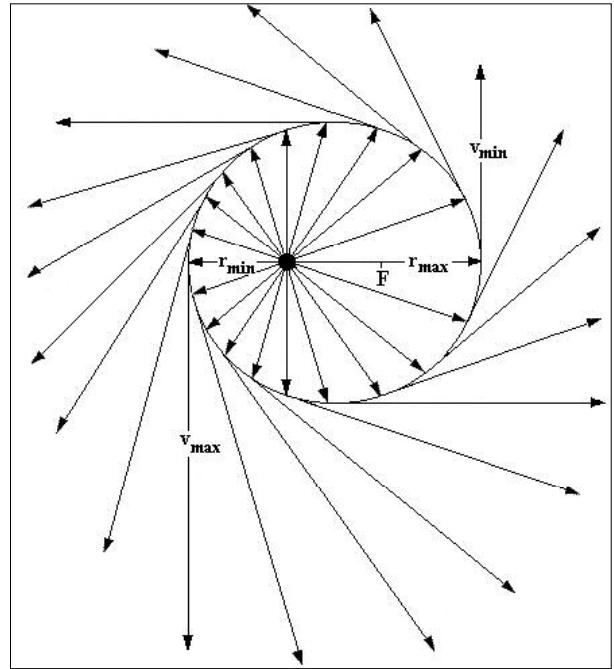


Abb.2: Bildung eines Hodographen durch Parallelverschiebung der Geschwindigkeitsvektoren und Vereinigung ihrer Ursprünge in S

v_{min} als Verlängerung von r_1 erscheint (Abb. 3).

Diese Drehung bewirkt, dass O, der Mittelpunkt des kreisförmigen Hodographen, mit F, dem zweiten Brennpunkt der Bahnellipse, zusammenfällt. So hat sich der Hodograph in den geometrischen Leitkreis der Bahnellipse verwandelt: Nach Hilbert [4] und Feynman [5], können wir nun die Mittelsenkrechte der Verbindungslinie zwischen S und P konstruieren, die Ellipsen-Tangente in P finden und mit einer Vielzahl solcher Konstruktionen die Kontur der Bahnellipse zeichnen.

Die entscheidende Eigenschaft des Hodographen besteht aber darin, dass er sich gleichförmig schnell auf seiner Kreisbahn bewegt.

Praktische Umsetzung Es ist das Verdienst von Markus Müller [6], sich diese Eigenschaft zunutze zu machen, indem er – intuitiv richtig und wohl auch nach Versuch und Irrtum – die Rotationsachse eines Elektromotors im Brennpunkt F der Bahnellipse, also im Mittelpunkt des Hodographen und Leitkreises platziert hat. Abbildung 4 zeigt das Prinzip seiner Konstruktion.

In der Position 1, im Perihel, hat der Modell-Planet den längsten Weg pro Zeiteinheit zurückzulegen, befindet sich also im Geschwindigkeitsmaximum. Dann wird er bis zur Position 3, dem Aphel, immer langsamer. Von hier aus erfährt er eine stetige Beschleunigung bis zum Perihel. Die Schattierung der flächengleichen Sektoren S34 und S41 seien eine Erläuterung von Keplers zweitem Gesetz: „Gleiche Flächen in gleichen Zeiten“.

Damit sich der Modell-Planet, wie die Erde, im

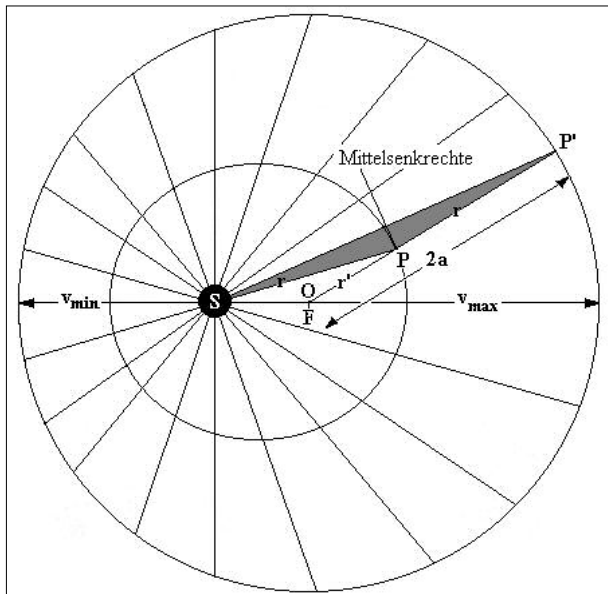


Abb. 3: Drehung des Hodographen um 90°

Gegenuhrzeigersinn um sich selbst dreht, hat Müller die Verlängerung der Planetenachse mit einer Kette verbunden, die unter Ausnutzung des Gärtner-Prinzips $r + r' = 2a$, immer straff gespannt bleibt (Abb. 5). Auch für die Schrägstellung des Globus um 23.5° zur Andeutung der Schiefe der Ekliptik hat Müller mittels Halterung und Universal-Gelenk gesorgt.

Wunschdenken Sollte ich aber jemals diese von der Idee her wunderhübsche Maschine in die Hand bekommen oder nachbauen, so würde ich die ganze Apparatur um 23.5° schräg stellen, so dass sich der Globus wie die senkrecht hängende Gondel einer Seilbahn mit ungleichmäßiger Geschwindigkeit auf seiner Bahnellipse bewegt. So würde die Glühbirne als Sonne den Südpol in Perihel-Nähe (Winter) von „unten“ und in Aphel-Nähe (Sommer) den Nordpol

von „oben“ beleuchten, wie wir dies „in Natura“ auf Satellitenbildern sehen.

Literatur:

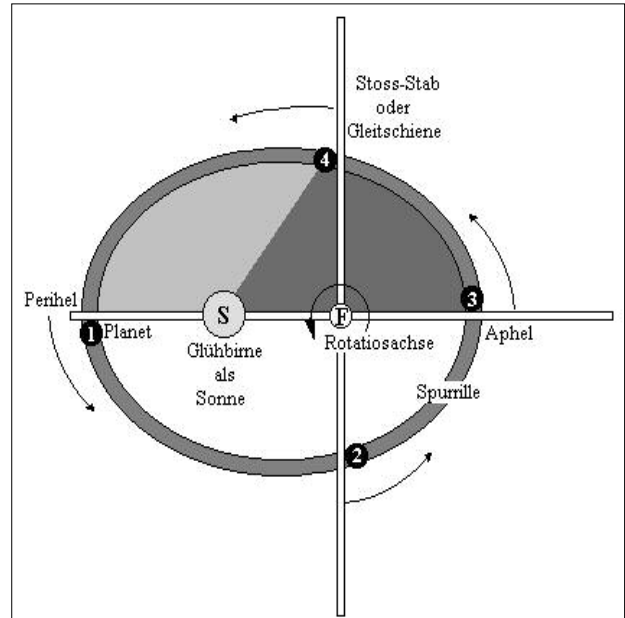


Abb.4: Umlaufbahn eines Modell-Planetens mit unterschiedlicher Geschwindigkeit

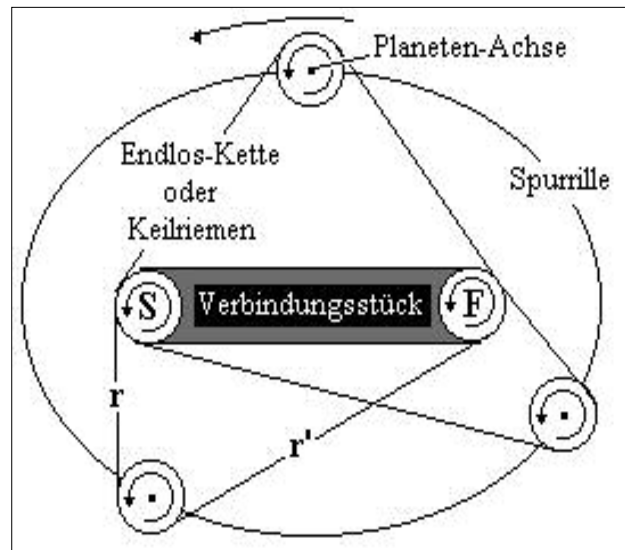


Abb. 5: Apparatur zur Erzeugung der Eigenrotation des Modell-Planetens

[1] Hamilton, William Rowan. The Hodograph, or a new method of expressing in symbolical language the Newtonian Law of Attraction. David R. Wilkins Ed. 2000. Proc. Royal Irish Acad., 3 (1847), S. 344-353.

[2] Grehn, Joachim & Krause, Joachim (Hrsg.). Metzler Physik. S. 96. Schroedel Verlag. Hannover, 1998.

[3] Maxwell, James Clerk. Matter and Motion. S.108. Dover Publications, Mineola, 1999.

[4] Hilbert, David & Cohn-Vossen, Stephan. Anschauliche Geometrie. 2.Aufl. S. 23. Springer Verlag, Berlin, 1996.

[5] Goodstein, David L. & Goodstein, Judith R. Feynmans verschollene Vorlesung. Die Bewegung der Planeten

um die Sonne. S. 98. Piper Verlag, München, Zürich, 1998.

[6] Müller, Markus. Equation of Time – Problem in Astronomy. Acta Phys. Pol. 88 Suppl.49; 1995. <http://info.ifpan.edu.pl/firststep/aw-works/fsII/mul/mueller.html>



Der Sternenhimmel im Winter

VON ALEXANDER ALIN, BREMEN

Übersicht Mit Beginn des Jahres erreicht die Erde auf ihrer leicht exzentrischen Umlaufbahn ihren sonnennächsten Punkt. Sie ist dann 149,7 Millionen Kilometer von der Sonne entfernt. Eine direkte Auswirkung ist auf der Erde nicht festzustellen.

Der Jahresbeginn ist bezüglich des Sternenhimmels die schönste und sternreichste Zeit. Hoch im Süden steht Orion. Er ist das markanteste Sternbild in diesem Bereich des Himmels. Seine leuchtenden Sterne stehen genau vor der Milchstraße und bilden daher eine sternreiche Konstellation. Er stellt einen Jäger dar, der dem Stier folgt und von zwei Hunden begleitet wird. Alle drei sind am Sternenhimmel zu finden. Davon aber später mehr.

Das Sternbild Orion hat zwei Schultersterne, zwei Fußsterne und drei Gürtelsterne. Der Kopfstern ist unscheinbar. Um den Titel des hellsten Sternes im Orion wetteifern Rigel (rechter Fußstern) und Beteigeuze (linker Schulterstern) (siehe Abb. 1). Der wissenschaftliche Name Beteigeuzes, Alpha Orionis, impliziert, dass er der hellste Stern des Orion ist, da Alpha als erster Buchstabe des griechischen Alphabets normalerweise den hellsten Stern eines Sternbildes definiert. Im Prinzip ist das auch beim Orion so,

aber Beteigeuze ist ein roter, veränderlicher Stern, dessen Helligkeit in einem Zyklus von 2070 Tagen zwischen 0,3^m und 0,6^m variiert. Ein wenig heller ist Rigel, Beta Orionis. Seine Helligkeit beträgt 0,1^m, wobei auch diese leicht veränderlich ist. Rigel ist ein blauer Überriese.

Folgt man den Gürtelsternen des Orions Richtung Süden, so erreicht man einen sehr hellen Stern: Sirius im Großen Hund. Als besonderes Objekt wird Sirius am Ende des Artikels genauer beschrieben.

Wo ein großer Hund ist, muss auch ein kleiner Hund sein. Der Hauptstern des kleinen Hundes, Prokyon, bildet mit Sirius und Rigel ein etwa gleichschenkeliges Dreieck. Das Sternbild an sich ist recht unscheinbar und besteht eigentlich nur aus Prokyon.

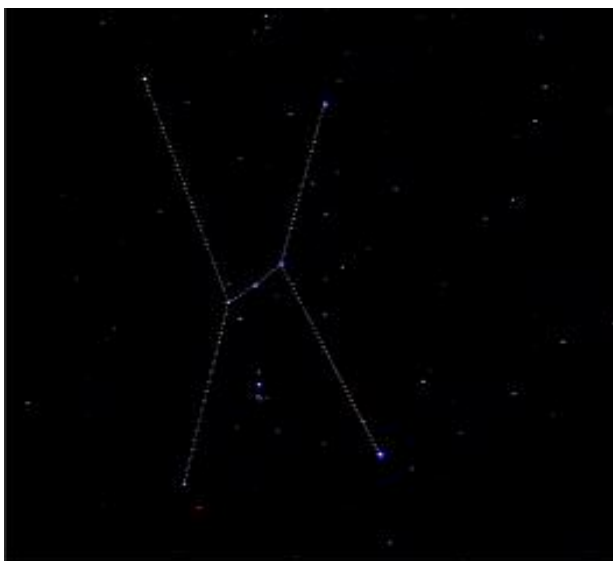


Abb. 1: Das Sternbild Orion / © A. Alin

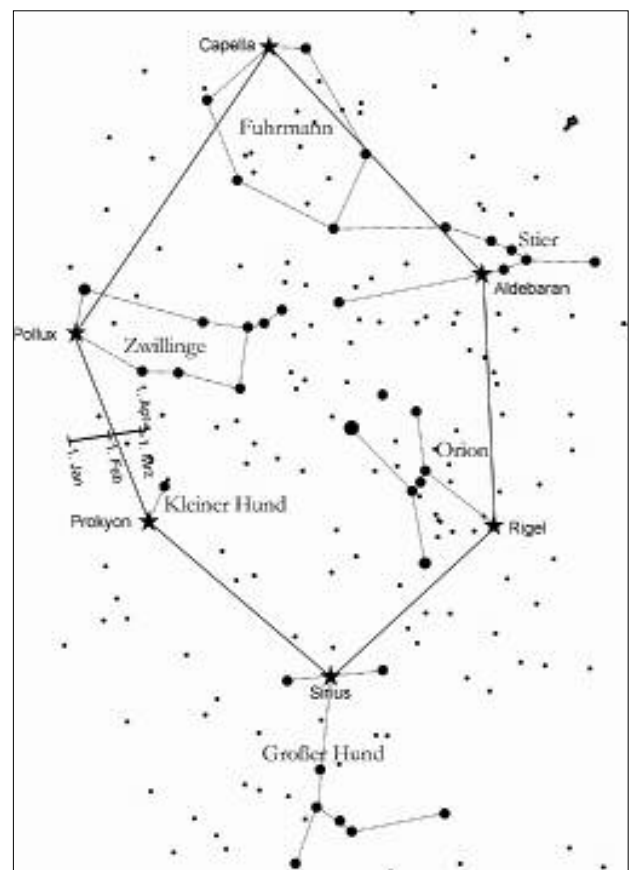


Abb. 2: Das Wintersechseck

Die drei Sterne Rigel, Prokyon und Sirius sind ein Teil des sogenannten Wintersechsecks, einer Konstellation der hellsten Sterne der Wintersternbilder (siehe Abb. 2).

Oberhalb Orions befinden sich zwei weitere Sternbilder, die zum Wintersechseck zählen: Auf der einen Seite findet man die Zwillinge mit den beiden Hauptsternen Castor und Pollux. Sie sind mit 1,5^m bzw. 1,2^m etwa gleichhell. Nordwestlich vom Orion und westlich der Zwillinge befindet sich der Stier, der (nicht nur) mythologisch von Orion gejagt wird. Sein Hauptstern ist Aldebaran, der rötlich leuchtet und als blutunterlaufenes Auge des Stieres interpretiert wird. Das Sechseck wird durch Capella im Fuhrmann vervollständigt.

Im Sternbild Stier befinden sich zwei offene Sternhaufen, die bereits mit bloßem Auge zu sehen sind: die Hyaden, die sich um den Hauptstern des Aldebaran herum gruppieren und die Plejaden (M 45), die sich nördlich davon befinden. Gerade die Plejaden sind im Fernglas ein sehr schönes, sternrei-



Abb. 3: Die Plejaden. Aufgenommen mit Canon EOS 300D und 500 mm Brennweite, f5 Newton-Teleskop. Belichtung 4 x 4 Min. © H.-J. Leue

ches Objekt. Da man mit bloßem Auge sieben Sterne sehen soll, spricht man auch vom Siebengestirn.

Bei den Sternen der Plejaden handelt es sich um relativ junge Sterne, die alle die gleiche Entstehungsgeschichte haben. Auf länger belichteten Aufnahmen sind um die hellsten Sterne bläulich leuchtende Wasserstoffgasnebel zu erkennen, die aus der Entstehungszeit der Sterne stammen.

Ein weiteres sehr schönes Objekt für den Feldstecher ist der Orionnebel (M 42). Es handelt sich bei der 1.600 Lichtjahre entfernten Wasserstoffwolke um ein aktives Sternentstehungsgebiet. In sie eingebettet sind mehrere Sterne, die sie zum Leuchten anregen. Im Feldstecher sind vier Sterne zu erkennen, die als Trapez bezeichnet werden.

Sonne und Mond Anfang Januar haben wir gerade den kürzesten Tag des Jahres hinter uns gebracht (oder in 354 Tagen wieder erreicht, je nach Sichtwei-

Datum	Sonnenaufgang	Sonnenuntergang
1. Januar	08:39	16:18
1. Februar	08:08	17:08
1. März	07:12	18:03
21. März	06:27	18:38

Tab. 1: Sonnenauf- und -untergangszeiten in Lilienthal

erstes Viertel	Vollmond	letzte Viertel	Neumond
		3. Januar	10. Januar
17. Januar	25. Januar	2. Februar	8. Februar
16. Februar	24. Februar	3. März	10. März
17. März	25. März		

Tab. 2: Daten der Mondalter

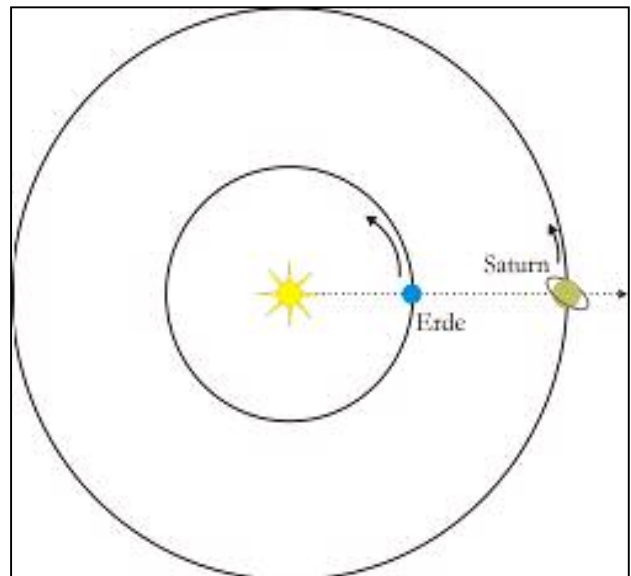


Abb. 4: Das Prinzip der Planetenopposition

se). Am 1. Januar geht die Sonne in Lilienthal um 08:39 Uhr auf und versinkt nach etwas mehr als 7½ Stunden um 16:18 Uhr wieder hinter dem Horizont.

Am Ende des astronomischen Winters, am 20. März, steigt die Sonne um 06:27 Uhr hinter dem Horizont hervor und geht erst 12 Stunden später, um 18:38 Uhr unter. Der Mond bietet im Winter 2005 keine spektakulären Ereignisse:

Die Planeten SATURN steht am 13. Januar 2005 in Opposition zur Sonne. Er ist somit die gesamte Nacht über zu sehen, da sich die Erde zu diesem Zeitpunkt genau zwischen der Sonne und dem Planeten befindet (siehe Abb. 4). Saturns Oppositionshelligkeit beträgt $-0,4^m$. Noch bis Mitte Juni wird er am Abendhimmel sichtbar bleiben. Bis dahin befindet

sich der „Herr der Ringe“ im Sternbild der Zwillinge.

JUPITER, der größte Planet des Sonnensystems, ist im ersten Quartal 2005 ein Objekt der späten Nacht- bzw. der Morgenstunden. Seine Helligkeit beträgt Anfang Januar $-1,9^m$ und steigt bis Ende März auf $-2,4^m$ an. Somit ist Jupiter das hellste Objekt, das zur Zeit am Nachthimmel zu sehen ist. Er befindet sich im Sternbild Jungfrau und steht knapp 32° über dem Horizont. Anfang Januar geht er noch um 01:11 Uhr auf, Anfang Februar bereits um 23:17 Uhr und Anfang März um 21:20 Uhr. Am 3. April 2005 erreicht Jupiter seine Opposition im Sternbild Jungfrau. Ab Anfang Februar ist Jupiter daher wieder rückläu-



Abb. 5: Saturn – Foto: ESA/Cassini spacecraft

fig.

Am 4. Januar 2005 wandert der abnehmende Mond am Jupiter vorbei. Um 1 Uhr morgens, kurz nach Aufgang beider Himmelskörper, sind sie in einem Abstand von nur $0,7^\circ$ zu sehen. Das entspricht einem Abstand von etwas mehr als einem Vollmond-durchmesser. Bis 3 Uhr wird sich der Abstand auf $1,4^\circ$ verdoppelt haben. Die zweite Begegnung beider, 27 Tage später, am 31. Januar 2005, beträgt $2,7^\circ$ und ist weniger spektakulär.



Abb. 6: Saturn im kleinen Teleskop © A. Alin

VENUS ist im Januar 2005 Morgenstern, aber sehr sonnennah, so dass sie nur schwer bis gar nicht in Horizontnähe kurz vor Sonnenaufgang zu sehen ist. Im Laufe des Winters nähert sie sich der Sonne immer weiter an, bis sie am 31. März $1,1^\circ$ unterhalb der Sonnenscheibe vorbeiwandert. Man spricht von der Unteren Konjunktion, da sich die Venus auf der erd zugewandten Seite der Sonne befindet. Sobald sie auf der erdabgewandten Seite der Sonne durchläuft, spricht man von Oberen Konjunktion (siehe Abb. 7).

MERKUR ist bis Mitte Januar tief am Morgenhimmel zu finden. Allerdings bedarf es sehr guter

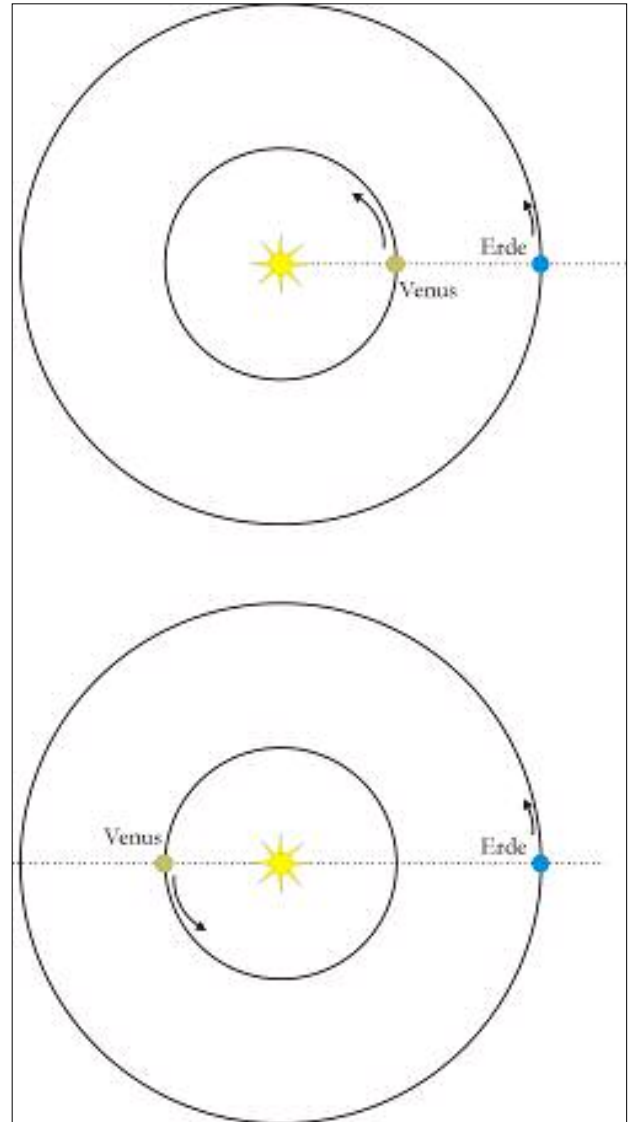


Abb. 7: Untere (oben) und obere Konjunktion (unten)

Sichtverhältnisse und freier Horizontsicht, um den $-0,3^m$ hellen Planeten am sich bereits aufhellenden Morgenhimmel in etwa 10° Höhe im Südosten zu finden. Als Suchhilfe kann die Venus dienen, die am 13. Januar gegen 8 Uhr, eine halbe Stunde vor Sonnenaufgang, nur $0,3^\circ$ von Merkur entfernt steht. Die nächste Möglichkeit, Merkur zu sehen, ergibt sich dann Mitte März, wenn der schnelle Planet am Abendhimmel erscheint und es schafft, knapp zwei Stunden nach der Sonne unterzugehen.

MARS ist ein unauffälliges Objekt. Er wandert im Winter vom Skorpion in den Steinbock und ist am Morgenhimmel zu finden. Seine Helligkeit steigt von $1,5^m$ auf $0,9^m$. Die drei äußeren Planeten Uranus, Neptun und Pluto sind mit bloßem Auge nicht mehr zu erkennen. Uranus ist zwar theoretisch in sehr dunklen Nächten zu finden, aber mit $5,7^m$ sehr unauffällig. Bis Ende Januar kann man ihn noch am Abendhimmel im Sternbild Wassermann finden.

NEPTUN erreicht seine diesjährige Konjunktion am 3. Februar 2005 und ist damit unsichtbar nahe der SONNE im Sternbild Steinbock. Seine Helligkeit übersteigt 8^m kaum.

Ganz weit draußen, in mehr als 5 Milliarden Kilometern Entfernung zieht PLUTO seine Bahn. Er befindet sich ganzjährig im Sternbild Schlange. Im Laufe des Winters verfrühen sich die Plutos von 6 Uhr zu Beginn des Jahres auf kurz nach Mitternacht Ende März. Seine Helligkeit beträgt 13,9^m, so dass er nur in Großteleskopen sichtbar ist.

Zu guter Letzt wollen wir nicht vergessen, „unseren Lilienthaler“ Kleinplaneten, die JUNO, zu erwähnen. Sie kommt am 24. Februar 2005 in Konjunktion zur Sonne und steht somit am Taghimmel.

Gezeiten Die Gezeiten gehören zwar nicht zum Sternenhimmel, aber sie werden durch astronomische Effekte hervorgerufen. Auch Lilienthal hat gezeitenabhängige Gewässer: Die Wümme und die Wörpe. Daher werden in dieser Rubrik die Hochwasserzeiten an der Wümme am Pegel Borgfelder Brücke graphisch angegeben. Der mittlere Tidenhub beträgt 1 Meter.

Das besondere Objekt: SIRIUS (α can maj) Der scheinbar hellste Stern des Firmaments ist Sirius. Seine Helligkeit beträgt -1,4^m. Das bedeutet, dass er nur von den Planeten Jupiter, Venus und (zur Oppo-

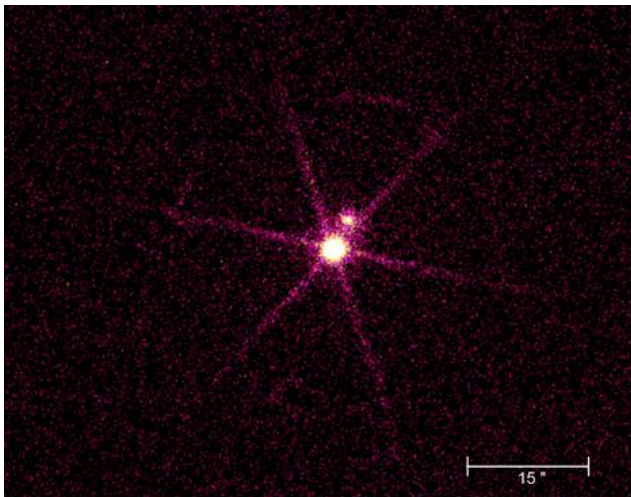


Abb. 11: Das Doppelsternsystem Sirius A und Sirius B © NASA/SAO/CXC

sition) von Mars überstrahlt werden kann. Sirius ist im Winter strahlendes Objekt tief im Süden und ist der hellste Stern des Sternbildes Großer Hund. Sein offizieller Name lautet Alpha Canis Majoris. Seine größte Höhe über dem Horizont beträgt in Lilienthal kaum mehr als 20°.

Als hellster Stern des Großen Hundes beherrscht er dieses Sternbild. Er wird deshalb auch als „Hundstern“ bezeichnet. Im alten Ägypten war er ein wichtiges Orakel. Sobald er nach der langen Dürre mor-

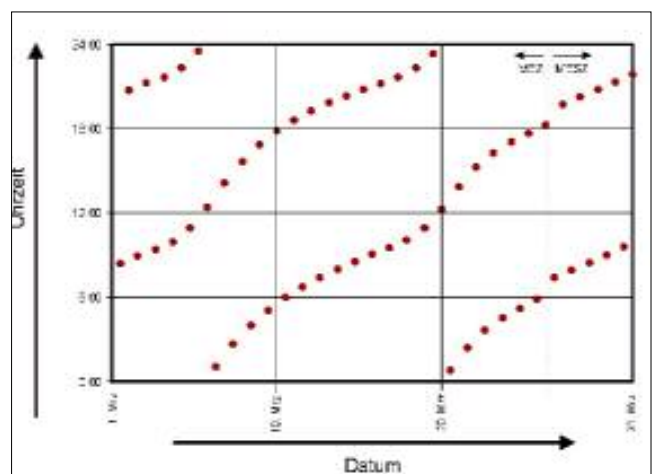
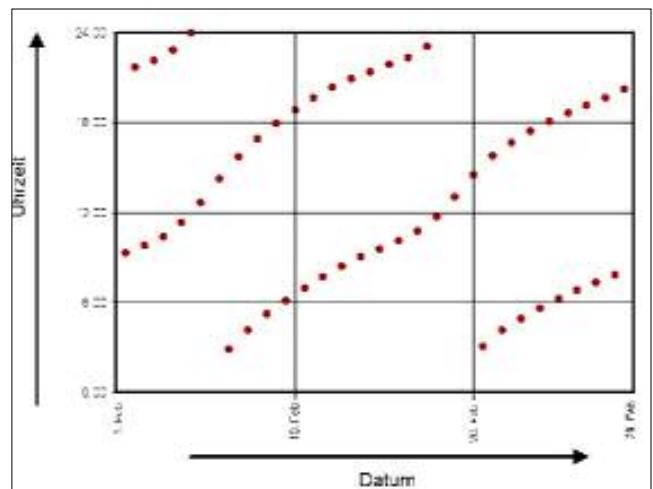
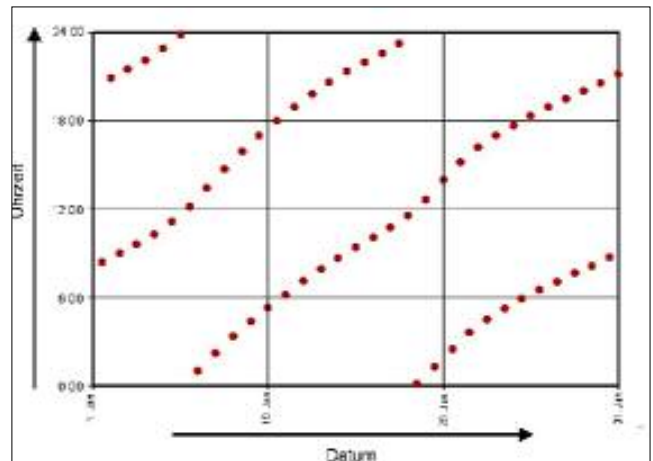


Abb. 8 – 10: Hochwasserzeiten an der Borgfelder Brücke im Winter 2005

gens zum ersten Mal wieder im Dämmerlicht zu sehen war (heliakalischer Aufgang), wusste man, dass das Nilhochwasser unmittelbar bevorstand. Nach der sommerlichen Schneeschmelze im Quellgebiet des Blauen Nils in den Bergen Äthiopiens erreichte die Flutwelle Anfang bis Mitte Juli Ägypten. Heute wird die Flutwelle durch den Assuan-Staudamm aufgehalten. Noch heute sprechen wir von den Hundstagen, wenn Sirius am Taghimmel steht. Zufällig(!) ist genau in dieser Zeit (vom 23. Juli bis 23. August) in unseren Breiten die Zeit der größten Sommerhitze.

Auf Grund seiner geringen Horizonthöhe und seiner Helligkeit scheint Sirius einem irdischen Beobachter stark zu flackern. Tatsächlich strahlt er wie fast alle Sterne ein ruhiges Licht aus. Das Flackern (die sogenannte Szintillation) wird durch Störungen in der Erdatmosphäre hervorgerufen. Innerhalb der Atmosphäre gibt es unterschiedlich temperierte Luftmassen. Beim Durchlaufen dieser Gebiete wird das Licht gebrochen, das heißt, seine Richtung wird um wenige Grad geändert. Da die Atmosphäre aber gerade nach dem Durchzug eines Tiefdruckgebietes im Auflocknungsgebiet sehr unruhig ist, wird das Licht mal mehr, mal weniger stark gebrochen. Die Folge ist ein starkes Flackern des Sternes. Alle Sterne flackern, aber keine so schön wie Sirius. Sogar sein Name weist auf dieses Flackern hin. Das griechische Wort $\sigma\epsilon\iota\rho\iota\sigma$ bedeutet nämlich soviel wie „blinkend“.

Sirius' scheinbare Helligkeit rührt von seiner Nähe zur Erde, die weniger als 8,6 Lichtjahre beträgt. Verglichen mit anderen Sternen ist er ein eher lichtschwacher Stern. Trotzdem ist er nur einer unter drei Sternen von insgesamt 30 Sternen, die sich in einem Abstand von 13 Lj um die Sonne befinden und die heller strahlen als die Sonne (die anderen beiden sind Prokyon und α Centauri). Sirius ist ein weißer Stern mit einer Oberflächentemperatur von 9400 K (SONNE = 5800 K). Er gehört zu den Sternen der Spektralklasse und ist ein Zwergstern mit doppelter Sonnenmasse, der Wasserstoff zu Helium verbrennt und dabei 23mal stärker als die Sonne strahlt.

1844 beobachtet Friedrich Wilhelm Bessel, dass er sich um seinen Standort am Himmel ganz leicht hin- und herbewegt, ganz so, als ob er mit einem anderen Körper um einen gemeinsamen Schwerpunkt kreisen würde. Und tatsächlich fand Alvan Clark 1862 einen Begleiter: Sirius B. Man weiß heute, dass Sirius B ein heißer weißer Zwerg mit einer Oberflächentemperatur von 27.000 K ist. Seine Masse soll mindestens eine Sonnenmasse betragen. Da er aber deutlich kleiner ist als die Sonne, muss seine Materie so dicht zusammengepresst sein, dass ein Objekt von der Größe einer Billardkugel bestehend aus dieser Sternenmaterie 70 Tonnen wiegt. Im afrikanischen

Staat Mali lebt das Volk der Dogon. In ihren Volksmythen haben sie das Wissen, dass sie gar nicht besitzen dürften. Sie sagen, dass Sirius von einem Begleiter umkreist wird, der so schwer sei, „dass alle irdischen Wesen zusammen ihn nicht heben können, [...] obwohl er nur die Größe einer gedehnten Ochsenhaut [...] hat.“

Wie bereits erwähnt, handelt es sich dabei um den Weißen Zwerg Sirius B, der aber niemals mit bloßem Auge sichtbar ist. Woher kann das Volk der Dogon von einem erst 1862 mittels Teleskopen entdeckten Stern wissen?

Die Theorie, dass einst Außerirdische vom Sirius kamen, und den Dogon über ihre Heimat berichteten, ist zwar immer noch im Umlauf, aber wohl nicht ganz wahrheitsgemäß.

Man vermutet heute, dass die Dogon nach der Entdeckung von Sirius B mit europäischen Missionaren zusammentrafen. Diese haben vielleicht erzählt, was damals in Europa über den Sternenhimmel bekannt war, und die Dogon vereinnahmten die fremde Astronomie in ihre Mythen, da es für sie ja märchenhaft geklungen haben muss. Als schließlich französischen Anthropologen bei den Dogon eintrafen, um das Volk zu erforschen, waren die nur mündlich überlieferten Mythen fester Bestandteil der Dogon-Kultur.



Literatur:

- [1] Kaler, James B. The hundred greatest stars. S. 172f. Copernicus Books. New York, 2002.
- [2] Freedman, Roger A. & Kaufmann III, William J. Universe, 6th edition. W. H. Freeman and Company. New York, 2002.
- [3] Alin, Alexander. Der Siriusmythos der Dogon. Nachr. d. Olbers-Ges., 199, Oktober 2002.

EIN GEDICHT

Hätt' ich der Himmel gestickte Tücher,
 Verwoben mit gold'nem und silbernem Licht,
 Die blauen und die matten und die dunklen Tücher
 Der Nacht und Licht und des Dämmerlichtes,
 Ich legte die Tücher zu Deinen Füßen;
 Doch ich, der ich arm, habe nur meine Träume;
 Ich breitete meine Träume zu Deinen Füßen;
 Schreite sacht, denn Du betrittst meine Träume.

William Butler Yeats (1865 – 1939)

Der Venustransit vom 8. Juni 2004 ... und ein bisschen mehr

VON PETER KREUZBERG, ACHIM

Dass der diesjährige Venustransit ohne Zweifel ein astronomisches Jahrhundertereignis war, welches zwar für die Öffentlichkeit nicht mit dramatischen Effekten daher kam wie es zum Beispiel ein naher Komet oder eine spektakuläre Sonnenfinsternis tun, steht für alle astronomiebegeisterten Zeitgenossen außer Frage. Genau genommen erlebten wir am 8. Juni 2004 eine 6-stündige Sonnenfinsternis. Eine ringförmige Finsternis mit sehr viel Sonne Drumherum.

Der Venustransit - einmal anders Viele Erklärungsversuche astronomischer Ereignisse beginnen mit: „Kommen Sie mit auf eine kleine Weltraumreise“. Das ist zwar abgegriffen, aber es funktioniert. Anders als bei Mr. Kirk im Raumschiff Enterprise geht es mal nicht „... immer der Nase nach“ sondern schnurstracks in Richtung Sonne. Bei direktem Flug eine Reise von etwa 150 Millionen Kilometern. Nehmen wir einmal an, wir schaffen eine Geschwindigkeit, die ähnlich hoch ist, wie das zur Zeit schnellste Raumgefährt der Spezies Mensch – der Raumsonden-Veteran Voyager 1 – dann legen wir pro Stunde 65.000 Kilometer zurück und benötigen 96 Tagen Reisezeit.

Versetzen wir uns also in der Zeit zurück und schreiben das Datum März 2004. Wir sind auf dem Weg. Westlich von uns beobachten wir schon eine Weile den Planeten Venus. Ein strahlendes Objekt dessen Leuchtkraft ständig zunimmt und sich vom Pünktchen zur schmalen Sichel entwickelt, während er nach Westen auswandert. Nach 32 Tagen passieren wir die Venusbahn und der Planet verschwindet aus dem linken Sichtfenster. Weitere 27 Tage Reisezeit und wir kreuzen die Bahn des Planeten Merkur. Der Planet steht zur Zeit nahe der Sonne im Osten – optisch kaum auszumachen – die nahe Sonne ist zu hell. 90 Millionen Kilometern haben wir jetzt bereits zurückgelegt. Die letzte Strecke bis zur Sonne – weitere 60 Millionen Kilometer – schaffen wir auch noch. Am Ziel angekommen ignorieren wir einfach die mörderischen Temperaturen und die noch mörderischere Strahlung der Sonne und platzieren unser kleines Raumschiff knapp über deren Oberfläche tief im Süden am östlichen Sonnenrand und schauen zurück – dahin, wo wir hergekommen sind. Wir sehen ein strahlendes blaues Sternchen – unsere Erde und direkt östlich daneben ein noch heller strahlendes weißes Objekt. Aus diesem Blickwinkel haben wir eine sonst unmögliche Konstellation – Vollerde und Vollvenus. Beide Scheibchen ziehen in westlicher Richtung über den Himmel. Die Venus ist etwas

schneller und steuert von Osten her schnurstracks die Erde an, bis sich die beiden Wandelsterne am 8. Juni 2004 ab 7:20 Uhr MESZ berühren und bedecken.

Wir sind Zeuge einer Erdfinsternis durch die Venus – die für uns allerdings nicht finster, sondern hell strahlend verläuft, weil wir ja schließlich die Sonne im Rücken haben.

Für die Daheimgebliebenen sieht das Geschehen natürlich völlig anders aus. Da ist es keine Erdfinsternis, sondern eine Sonnenfinsternis. Nur, dass die beiden Hauptakteure nicht Sonne und Mond, sondern Sonne und Venus sind.

Hier erleben wir mit unseren Instrumenten die Ereignisse völlig anders (siehe Abbildung 1): Das von der Gravitation angetriebene Uhrwerk der Planetenbewegungen ließ die Venus am 8. Juni 2004 ab 7:20 Uhr MESZ den äußersten östlichen Rand der Sonnenscheibe berühren. Exakt dieser Zeitpunkt – der östliche Rand der Venus berührt den westlichen Sonnenaußenrand – wird Erster Kontakt genannt. Die Finsternis beginnt. Langsam knabbert das Venus-scheibchen – vor der hellen Sonnenscheibe tief-schwarz – die Sonne tief im Süden an. Der zweite Kontakt definiert den Moment, an dem der westliche Rand des Planeten Venus den westlichen Innenrand der Sonnenscheibe berührt, wenn die Venus sich also

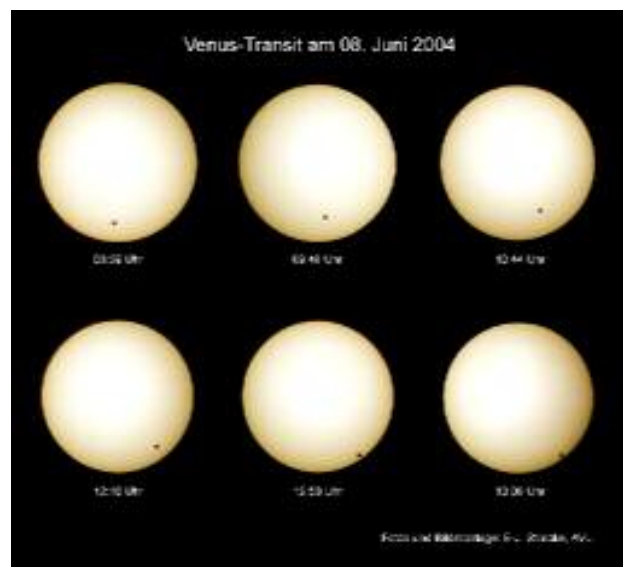


Abb. 1: Venustransit in verschiedenen Phasen © E.-J. Stracke, AVL

das erste Mal komplett vor der Sonnenscheibe zeigt. Das war um 7:40 Uhr MESZ der Fall. Die Mitte des Transits war um 10:22 Uhr MESZ erreicht, bevor es dann um 13:04 Uhr MESZ zum 3. Kontakt kam. Sie ahnen es schon: der östliche Rand der Venus erreichte den inneren östlichen Sonnenrand. Um 13:23 Uhr

MESZ endete der Spektakel mit dem 4. Kontakt, als der westliche Rand des Venus den östlichen Rand der Sonnenscheibe berührte. Optisch können wir das aber nicht mehr verfolgen, denn es ist ja NeuVenus. Die Venus zeigt uns ihre dunkle Rückseite, ist also unsichtbar – sie wäre ohnehin durch die Alles überstrahlende Sonne nicht zu sehen gewesen.

Der letzte Transit geschah vor 121,5 Jahren am 6. Dezember 1822. William Harkness, amerikanischer Astronom, schrieb hierzu in die Annalen der Astronomiegeschichte: „Wir befinden uns am Vorabend des zweiten Durchganges eines Paares; den nächsten wird es erst geben, wenn auf der Erde das 21. Jahrhundert angebrochen ist und die Junibhumen blühen . . . Gott allein weiß, wie der Stand der Wissenschaft sein wird, wenn der nächste Durchgang stattfindet.“ Leider können wir William Harkness nicht mehr mitteilen, dass unsere Raumsonden das Jupitersystem erforscht haben, Menschen den Mond betreten haben und kleine Roboter auf dem Mars herumfahren. Dass wir eine Messstation oberhalb der Ekliptik positioniert haben, um die Pole der Sonne zu erforschen und dass wir mit unseren Teleskopen Milliarden Jahre in die Zeit zurück reisen können und dass die Raumsonde Voyager dabei ist, die Grenzen unseres Sonnensystems zu verlassen. Alles hat seine Zeit.

Warum so selten? Zurück zur Venus. Wie kommt es zum Venustransit und vor allem, warum sind Venustransite so selten? Denn schließlich ist die Venus zwischen Erde und Sonne zuhause. Übrigens, genau wie der Planet Merkur. Merkurtransite sind wesentlich häufiger als Venustransite. Aber auch nicht so häufig, wie es die Umlaufgeschwindigkeit des Merkurs um die Sonne von 88 Tagen vermuten lässt. Die Venus umläuft die Sonne in knapp 226 Tagen. Warum sind hier nicht häufiger Transitereignisse zu beobachten? Machen wir uns also an die trockene Theorie:

In 243 Jahren finden maximal 4 Transite statt. Nach dem ersten Transit in festen Abständen von 8, 105,5, 8 und 121.5 Jahren, dann beginnt der Zyklus von neuem. Wie Sie beobachten können, immer paarweise. Wir erlebten am 8. Juni wieder einen ersten Transit dieser Reihe. Acht Jahre später können wir also den zweiten Transit in diesem Jahrhundert beobachten und dann erst wieder nach weiteren 105,5 Jahren. Wer also den Transit am 8. Juni 2004 nicht gesehen hat und auch am 5. Juni 2012 nicht in der Weltgeschichte herumreist, um den Transit zu beobachten, wird keine weiteren Transite in seiner Lebenszeit mehr genießen können. Das nächste mögliche Datum ist dann der 11. Dezember 2117 und dann wieder 8 Jahre später am 8. Dezember 2125.

Um dieses Geschehen zu begreifen, klären wir jetzt erst einmal ein paar Begriffe: Die Abbildung 2 zeigt das innere Sonnensystem mit Erde, Venus und

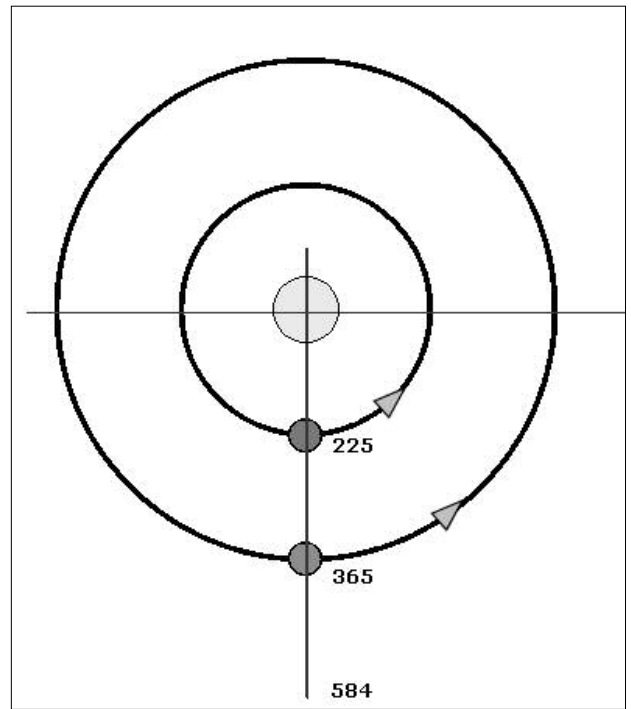


Abb. 2: Alle 584 Tage steht die VENUS zwischen Sonne und Erde

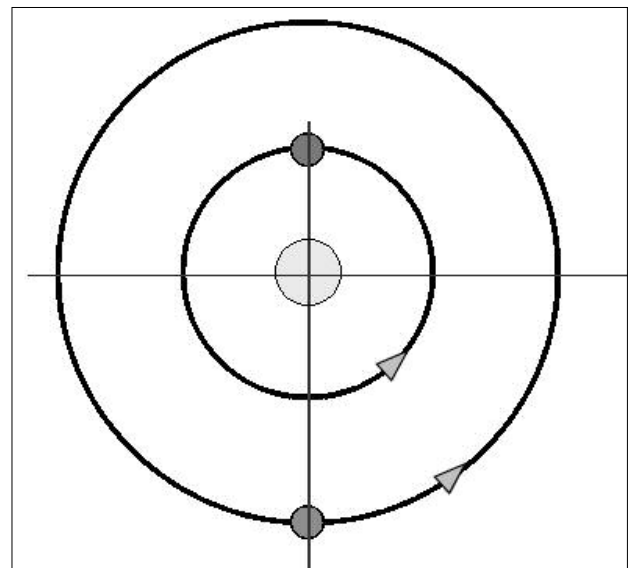


Abb. 3: Obere Konjunktion

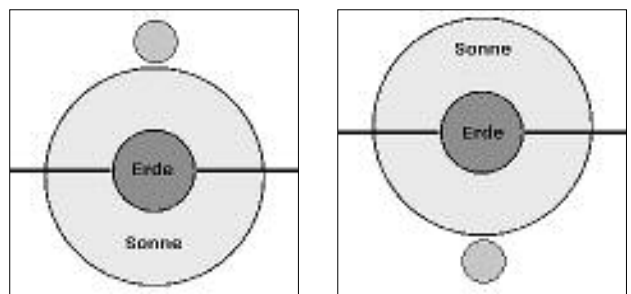


Abb. 4: VENUS zwischen Sonne und Erde aber mal oben, mal unten

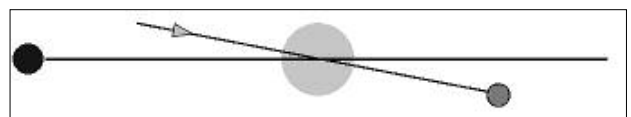


Abb. 5: VENUS im Absteigenden Knoten

Sonne. Den Merkur können wir hierbei vernachlässigen. Wir sehen, dass die Venus eine Sonnenumlaufzeit (Venusjahr) von knapp 225 Tagen hat. Die Erde umläuft die Sonne in 365 Tagen. Nun ist also abzusehen, dass die Venus regelmäßig zwischen Sonne und Erde steht. Sie tut dies exakt immer nach 584 Tagen. Diese Position nennt man die „*Untere Konjunktion*“. Sonne, Venus und Erde befinden sich auf einer Linie. Der Abstand der Venus zur Erde beträgt jetzt nur noch 43 Millionen Kilometer.

Natürlich gibt es diesen Zustand auch in einer anderen Variante: Wieder stehen Sonne, Erde und Venus in einer Linie – aber diesmal steht die Venus hinter der Sonne (Abbildung 3). Diese Position ist die so genannte „*Obere Konjunktion*“. Für unseren Venus-Transit ist aber die Obere Konjunktion nicht von Bedeutung. Das ist unschwer zu erkennen, denn schließlich interessieren uns in diesem Artikel nicht die Vorgänge hinter der Sonne, sondern nur solche Ereignisse, die vor Sonne stattfinden. Deshalb beschäftigt uns also nur die *Untere Konjunktion*. Nun die Kardinalfrage:

Wenn also die untere Konjunktion alle 584 Tage stattfindet, warum kommt es dann nicht auch alle 584 Tage zu einem Transitereignis? Einen Teil der Antwort gibt uns die Abbildung 4. Sie zeigt uns die Querschnitts-Ansicht auf Erde, Sonne und Venus. Wir sehen

die Erde vor der Sonne stehen und in einer Linie mit diesen beiden Himmelskörpern auch die Venus. Aber die Venus steht oberhalb oder unterhalb der Sonne – zwar zwischen Erde und Sonne aber eben nicht vor der Sonnenscheibe. Und auch hier ist die Erklärung einfach: Die Bahn der Venus um die Sonne ist gegenüber der Erdbahnebene um $3,4^\circ$ geneigt (siehe Abbildung 5). So steht die Venus also mal über oder unterhalb der Erdbahnebene. Ein Beispiel hierfür: Stellen wir uns die Bahnebene der Erde um die Sonne als großen Wasserspiegel vor, aus dem die Sonne als Halbkugel genau in der Mitte der kreisrunden Wasseroberfläche oben heraus schaut, dann wird die Venus von links oben kommend auf ihrer Bahn um die Sonne nach einem halben Venusjahr den Wasserspiegel erreichen und eintauchen und unterhalb des Wasserspiegels ihre Bahn fortsetzen und nach einem weiteren halben Venusjahr genau gegenüber ihrem Ein-

tauchpunkt wieder auftauchen und ihre Bahn wieder oberhalb des Wasserspiegels ziehen, bis, na ja, Sie ahnen es schon, liebe Leser, die Venus wieder eintaucht, usw. usw.. Das Spielchen treibt sie schließlich schon seit 4,5 Milliarden Jahren. Ersetzen Sie jetzt das Wort Wasserspiegel durch das Wort Ekliptik und Sie haben die halbe Prüfung als Amateurastronom schon geschafft.

Die geometrische Position des Eintauchpunktes und des Auftauchpunktes aus der Ekliptik wird „*Knoten*“ genannt. So gibt es also den „*Absteigenden Knoten*“, wenn die Venus von oben kommend die Ekliptik kreuzt und den „*Aufsteigenden Knoten*“, wenn die Venus auf ihrer Bahn um die Sonne die Ekliptik von unten kommend wieder durchstößt. Schauen wir uns jetzt diese Bahnbewegungen wie ein Krokodil mit den Augen auf der Höhe des Wasserspiegels an, und zwar zum Zeitpunkt einer *Unteren Konjunktion* und blicken dabei Richtung Mitte – also zur Sonne hin, dann kann es vorkommen, dass die Venus genau voraus zu erkennen ist, aber oberhalb der Sonne steht. Ein andere

mal, genau 584 Tage später, muss das Krokodil unter die Wasseroberfläche schauen und sieht jetzt die Venus unterhalb der Sonne stehen. Übrigens, die beiden Bahnknoten sind für Jahrhunderte im Raum gegenüber dem Sternhimmel verankert. Immer, wenn die Venus

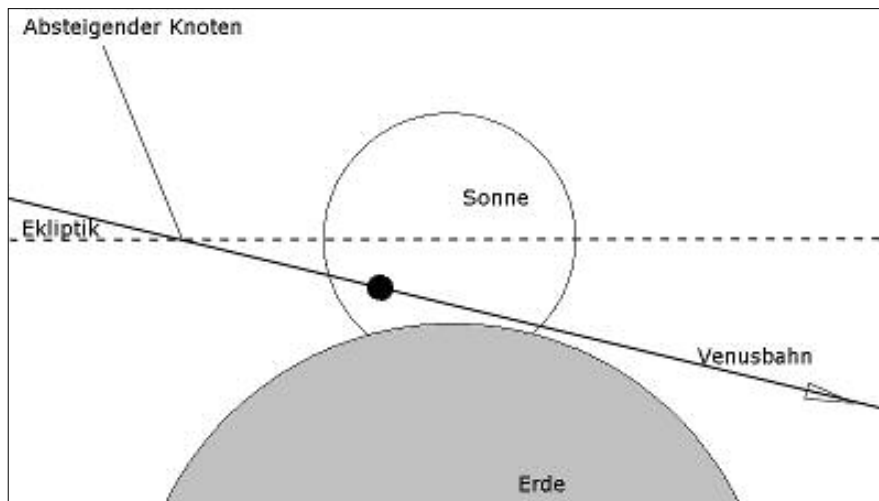


Abb. 6: VENUS im Transit nach einem kurz zuvor erfolgten Absteigenden Knoten

sich also auf einem dieser Knoten befindet und man von dort aus Richtung Sonne schaut, steht die Sonne immer in den selben Sternkonstellationen. Man kann auch sagen, der Eintauchzeitpunkt und der Auftauchzeitpunkt finden jeweils immer zum gleichen Zeitpunkt statt. Immer ist es Juni, wenn die Venus in die Ekliptik eintaucht und immer ist es Dezember, wenn die Venus aus der Ekliptik wieder auftaucht.

Haben Sie, liebe Leserinnen und Leser bis jetzt alles verstanden? Prima! Dann können Sie nun ja sicherlich die Frage beantworten, was eigentlich geschehen muss, damit wir die Venus zum Zeitpunkt der *Unteren Konjunktion* genau vor der Sonnenscheibe sehen? Sehr richtig: der Schwerkrafttanz der beiden Planeten um die Sonne muss sich so aufeinander abstimmen, dass die Venus sich gerade auf einem absteigenden oder aufsteigenden Knoten befindet, wenn sie das Blickfeld des Krokodils, das starr auf die

Sonne gerichtet ist, kreuzen will (siehe Abbildung 6: Beispiel *Absteigender Knoten* kurz vor der *Unteren Konjunktion*). Astronomisch gesprochen, müssen die Ereignisse: *Untere Konjunktion* und Venus im *Absteigenden* - oder im *Aufsteigenden Knoten* zeitlich zusammen fallen. Wenn sie exakt zusammen fallen, kreuzt die Venus die Sonnenscheibe genau im Mittelpunkt. Dies geschieht mit einer Schwankung von 2,3 Tagen alle acht Jahre. Dennoch gibt es nicht alle acht Jahre einen Venustransit zu beobachten – das wäre ja nun auch wirklich zu einfach. Denn, auf die Schwankung kommt es an. Darauf und auf die scheinbare Größe der beiden Hauptakteure: Sonne und Venus. Während die Sonnenscheibe einen scheinbaren Durchmesser von nur 32 Bogenminuten hat, besitzt die Venus nur einen scheinbaren Durchmesser von 58 Bogensekunden! Also ungefähr nur ein Dreißigstel des scheinbaren Sonnendurchmessers. Ergo ist die Chance, die Sonnenscheibe bei maximaler Schwankung von 2,3 Tagen zum achtjährigen Rhythmus der beiden zusammentreffenden Ereignisse zu verpassen, viel größer, als die Möglichkeit, dass das Venus-scheibchen die Sonnenscheibe passiert. Deshalb ist selbst die zeitliche Abfolge der sich im Lauf der Jahrhunderte ergebenden Transite von 8, 105,5, 8, 121,5 und wieder 8 Jahren nicht stabil. Trifft es beispielsweise einmal zu, dass der erste *Absteigende Knoten* mit der *Unteren Konjunktion* genau zusammen fällt, wird es in den beiden darauf folgenden 8 Jahren keinen Transit geben. Schuld an dieser Schwankung ist übrigens unter anderem die Tatsache, dass die Bahnbewegungen eben nicht kreisförmig sondern elliptisch sind und deshalb die Planetenkörper gemäß Keplers zweitem Gesetz im Perihel, also im sonnennächsten Ort ihrer Bahnen schneller laufen, als im Aphel, ihrem sonnenfernsten Ort.

Historisches Genug der grauen Theorie. Lassen wir das Krokodil endgültig in den Wasserspiegel der Ekliptik abtauchen. Wir haben es verstanden. Dem Ereignis am 8. Juni 2004 sind wir auf Grund seiner Seltenheit mit gebührendem Respekt begegnet. Dieser Respekt hat auch das Maß des Interesses an vergangenen Transiten beeinflusst und die Anstrengungen der Menschen der damaligen Zeit beflügelt. Insgesamt sind bisher nur fünf Durchgänge beobachtet worden. Zitieren wir die Zeitschrift Spektrum der Wissenschaft in ihrer Juni-Ausgabe sinngemäß, dann enthält die aufregende Geschichte dieses Teils der Astronomischen Forschung alle Zutaten eines Wissenschaftsthillers: „Internationale Rivalitäten, merkwürdige Phänomene und umstrittene Ergebnisse“. Sie beziehen sich auf die bekannten Beobachtungen von Venustransiten im 17., 18. und 19. Jahrhundert. Zunächst war es natürlich kein geringerer als Johannes Kepler, der den ersten Venustransit für den 6. Dezember 1631 exakt vorher gesagt hat. Er selbst starb

leider schon 1630 und konnte seine Vorhersage nicht mehr erleben. Der Venusdurchgang vom 6. Dezember 1631 war von Mitteleuropa aus nicht beobachtbar. Es ist auch nicht bekannt, ob ihn überhaupt jemand gesehen hat. Der nächste Transit am 4. Dezember 1639 wäre auch fast um ein Haar nicht beobachtet worden. Eine Vorhersage von Kepler für diesen und die kommenden Transite gab es nicht. So blieb dem jungen englischen Astronomen Jeremiah Harrocks die Ehre, den Transit zu berechnen. Allerdings geschah dies erst einen Monat vor dem Ereignis. Zu knapp, um die Welt darauf vorzubereiten. Er und sein Freund, William Crabtree, waren daher die einzigen, von denen bekannt ist, den Transit am 4. Dezember 1639 beobachtet zu haben. Harrocks selbst hätte ihn auch beinahe verpasst. Sein Arbeitgeber, die Kirche St. Michaels in seinem Dorf Much Hoole, befand, dass sowohl das Morgengebet, als auch das Mittagsgebet von erheblich größerer Bedeutung waren, als ein kleines schwarzes Scheibchen vor der Sonne. Da Harrocks in streng gläubiger Umgebung aufwuchs, war es, wenn auch schmerzlich, so doch heilige Pflicht, an den Gebeten teilzunehmen. Kurz vor Sonnenuntergang hatte er dann doch noch Gelegenheit, um 15:15 Uhr seine Beobachtungen aufzunehmen. „*Ich erblickte ein höchst gefälliges Spektakel, das Objekt meiner innigsten Wünsche, ein Fleck von ungewöhnlicher Größe und von perfekt runder Form, der bereits völlig in die Scheibe der Sonne eingedrungen war ...*“. Können Sie sich seine Freude vorstellen? Seine komplizierten Berechnungen haben sich tatsächlich als richtig erwiesen. Sein Freund Crabtree, der im nahen Manchester ebenfalls das Ereignis beobachtete, war der Geschichte nach von dem Geschehen so überwältigt, dass er fast seine Messungen vergaß. Beide maßen den scheinbaren Venusdurchmesser und gaben ihn mit einer Bogenminute an, viel kleiner als damals angenommen. Die Genauigkeit dieser Messung ist unglaublich. Harrocks starb mit 22 Jahren 1641 und hinterließ zahlreiche Berechnungen. Sogar solche, die Newton später ebenfalls für seine eigenen Arbeiten heranzog. Es ist sehr seltsam, dass die Arbeiten dieses genialen jungen Mannes heute so unbekannt sind. Sein Freund Crabtree wurde auch nur drei Jahre älter. Edmond Halley war es dann, der im 18. Jahrhundert in Sachen Venustransit hektische Betriebsamkeit auslöste. Er schlug vor, mit Hilfe des Venustransits die Entfernung von der Erde zur Sonne, die so genannte astronomische Einheit, zu berechnen. Seine Theorie war es, den Transit von verschiedenen Standorten aus gleichzeitig zu beobachten und genaue Zeitmessungen über die Dauer des Transits zu sammeln. Auf Grund der verschiedenen bekannten Orte und der dort jeweils gemessenen Zeit, sollte die Venusparallaxe bestimmt werden. Er erkannte also, dass die Bahn der Venus über die Sonnenscheibe von einem nördlichen Standpunkt aus südlicher über die Sonnenschei-

be führte als an einem Beobachtungsort, der weiter südlich lag. Hier erscheint die Bahn der VENUS vor der Sonnenscheibe nördlicher. Die Dauer beider Transitverläufe wäre unterschiedlich, da die Sehne des Transits scheinbar in unterschiedlichen Sonnenbreitengraden stattfand. Halley erlebte es nicht mehr, dass seine Ideen eine große Betriebsamkeit unter den Astronomen auslöste, je näher die beiden nächsten möglichen Termine für einen Venusdurchgang kamen. Es waren dies die Transite am 6. Juni 1761 und am 4. Juni 1769.

Ein Wettstreit der Nationen entbrannte. Nachdem feststand, wo auf dieser Welt der Transit am 6. Juni 1761 stattfinden würde, rüsteten die Franzosen Expeditionen nach Sibirien, Indien und Madagaskar aus, während die Engländer St. Helena und Sumatra bevorzugten. Alleine über die Geschicke dieser Expeditionen, die es zum Ziel hatten, die Astronomische Einheit zu ermitteln, könnten ganze Bücher geschrieben werden. Viele Widrigkeiten waren zu überwinden. Um 1761 war der siebenjährige Krieg noch in vollem Gange. Die Kämpfe der beiden Kontrahenten, Frankreich und England, dürften so manchen Plan der Wissenschaftler vereitelt haben. Für die Engländer wurde aus Sumatra nichts, sie wichen nach Kapstadt aus und hatten dort bedeutend besseres Wetter. Auf St. Helena verhinderten Wolken genaue Messungen, die aber in Sibirien gelangen. Im Indischen Ozean jedoch regnete es. Aber selbst wenn das Wetter und wenn die Politik mitspielten, waren die Messungen nicht so präzise möglich, wie es eine genaue Berechnung erfordert hätte. Zum Beispiel ist es damals nicht so einfach gewesen, den genauen Ort zu bestimmen, auf dem man sich befand. Noch schwieriger war die zeitliche Bestimmung und vor allem die dann noch nötige Abstimmung der verschiedenen Zeiten zu verschiedenen Orten. Die Ergebnisse waren deshalb auch mit großer Fehlertoleranz einzuordnen. 1769 folgte die nächste Beobachtungsstaffel. Es sprengt den Rahmen, alle Reisen und natürlich auch Schicksale der Reisenden aufzuzählen. Erwähnt sei aber noch James Cook, der mit seinem Schiff Endeavour die halbe Welt umsegelte um auf Tahiti den Transit zu beobachten. Noch heute wird sein Beobachtungsort auf Tahiti „Point Venus“ genannt.

Bei der zeitlichen Bestimmung des Transits war auch ein bestimmtes optisches Phänomen für große Toleranzen der Messungen verantwortlich. Der so genannte schwarze Tropfen. Beim Inneren Kontakt zwischen Venusscheibchen und dem Sonnenrand entstand ein eine schwarze Brücke, bis sich das Planetenscheibchen langsam vom Sonnenrand löste. So war der tatsächliche 2. Kontakt nicht exakt bestimmbar. Von jedem anders ausgelegt, entstanden so erheblich voneinander abweichende Zeitangaben über den Beginn des Transits.

Wie sah es nun im 19. Jahrhundert aus? 1874 und

1882 standen die nächsten Venusdurchgänge an. Für den Durchgang am 9. Dezember 1874 starteten nicht weniger als 62 Expeditionen in alle Welt. Schließlich galt es immer noch, den Wert der Astronomischen Einheit zu finden. 26 russische, 12 britische, 6 französische und 6 deutsche, 3 italienische und 1 holländische sowie 8 amerikanische Expeditionen schwärmten zum größten Wetteifern in der Geschichte der Astronomie über den gesamten Globus aus. Besser ausgerüstet und schneller am Ort der Beobachtung war man gespannt auf die Ergebnisse. Aber, wie so häufig in der Geschichte der Astronomie, die ja schließlich eine beobachtende Wissenschaft ist, war schlechtes Wetter ein großer Spielverderber für viele Expeditionen. Die Ergebnisse waren beim Vergleich auch kaum besser, als im 18. Jahrhundert. Auf vielen fotografischen Platten, die mit einem zuvor erfundenen Heliographen belichtet wurde, war der Rand der Sonne unscharf und nicht genau auszumachen. Jeder Astronom, der die Sonne unter Vergrößerungen im Teleskop betrachtet, weiß, dass der Sonnenrand dunkel ist. Der amerikanische Astronom William Harkness berichtete frustriert, dass der Schwarze Tropfen und die Atmosphären von Erde und Venus Phänomene hervorgerufen hätten, die viele Sekunden dauerte. Dennoch war das Fotomaterial der Amerikaner besser als das der Europäer. Die Amerikaner verwendeten längere Brennweiten und bekamen schärfere Bilder. Es dauerte 7 Jahre! bis der Wert der Sonnenparallaxe veröffentlicht wurde. Er betrug 8,883 Bogensekunden – es mochte so recht niemand glauben. Harkness startete auch 1882 zur Venustransit-Beobachtung und veröffentlichte 10 Jahre später die Parallaxe der Sonne mit 8,809 Bogensekunden und ermittelte so den Abstand der Erde zur Sonne mit 149 346 000 Kilometer. Heute kennen wir den genauen Abstand mit 149 597 870 Kilometern. Auf Planetentransite sind wir mittlerweile nicht mehr angewiesen. Radarmessungen unserer Satteliten erledigen dies wesentlich präziser.

Reise zur Oberfläche der Venus Die Venus ist fast groß wie die Erde, sie hat eine dichte Atmosphäre, sie ist der uns nächste Planet und wird deshalb auch Schwesterplanet der Erde genannt. Und damit hat es sich auch schon in Sachen gemeinsamer geschwisterlicher Attribute. Die Venus ist ein einziges Extrem. Sie kleidet sich beständig schamhaft in eine dicke Wolkendecke. Deshalb hat sie einen so hohen Reflexionsgrad im optischen Bereich, dass sie mit Abstand das hellste (außer Mond und Sonne natürlich) Objekt am Himmel ist. Wenn man weiß, wo die Venus steht, sieht man Sie sogar bei Tageslicht – genau wie unseren Mond. Sie ist mal Abendstern – auf ihrem Weg zum absteigenden Knoten und mal Morgenstern auf ihrem Weg zum aufsteigenden Knoten. Sie geht also nach der Sonne unter oder vor der

Sonne auf. Eine Rotationsperiode dauert 243 Erdentage und das Venusjahr beträgt 225 Erdentage. Die genaue Rotationsdauer der Venus kennt man erst seit den 60er Jahren. Außerdem wurde festgestellt, dass die Venus retrograd rotiert, das heißt entgegen dem Drehimpuls des Sonnensystems, wo die meisten Planeten und Monde links herum rotieren – wie unsere Sonne. Geht man davon aus, dass alle Körper dieses Systems, die gemeinsam mit der Sonne entstanden sind, ursprünglich den gleichen Drehimpuls hatten, dann muss ein gewaltiges kosmisches Ereignis in den ersten „Tagen“ des Sonnensystems den Planeten Venus auf den Kopf gestellt haben – vielleicht war es ja dasselbe Ereignis, das uns den Mond beschert hat. Zum Anfang des letzten Jahrhunderts waren der Fantasie über das, was die Venus unter Ihrer Wolkendecke verbirgt, keine Grenzen gesetzt. Ein dampfender Dschungelplanet mit urzeitlicher Flora und Fauna – das war die gängige Meinung. Die Wirklichkeit ist viel grausamer. Stellen Sie sich vor, wir befänden in einer Landekapsel im Orbit um die Venus. Schon die Form und der Aufbau verraten uns, dass extreme Verhältnisse auf uns warten. Die eigentliche Landekapsel ist eine Kugel und sie hat auch keine Fenster. Diese wären der Gesundheit der Reisenden abträglich. Außenkameras übertragen das Geschehen ins Innere. Das Material unserer Landekapsel besteht aus säurefester Keramik. Sie ist in ein schüsselartiges Hitzeschild eingebettet. Und nun schnallen Sie sich fest, denn wir machen uns an den Abstieg.

Wir stürzen aus dem Orbit. Die Wolkenschichten unter uns haben wenig Strukturen. Wir ziehen einen leuchtenden glühenden Schweif hinter uns her. Je tiefer wir kommen, desto dichter wird die Atmosphäre. Das Schütteln und Rütteln ist kaum erträglich. Die Moleküle der Atmosphäre werden durch die Hitze aufgespalten und Blitze zucken über unser Fahrzeug oder besser gesagt: Fallzeug. Obwohl wir noch 100 Kilometer hoch sind beträgt die Temperatur bereits 20-30° Celsius. Noch über der alles verhüllenden oberen fast homogenen Wolkenschicht kondensieren Tröpfchen aus Schwefelsäure, die durch direkte Einwirkung des Sonnenlichts auf die Wolkendecke entstehen. Spuren von Sauerstoff und Schwefelverbindungen steigen auf und bilden Kondenströpfchen aus Säure. Halten Sie sich jetzt besonders fest. Denn wir haben jetzt eine Höhe von 60 Kilometern und tauchen in die dichte turbulente Wolkenschicht ein. Stellen Sie sich diesen Gigantismus vor. Die Masse der Atmosphäre der VENUS beträgt das 90-fache der Erdatmosphäre. Auf der Erde entstehen Wolken erst in einer Höhe von durchschnittlich 10 Kilometern. Dichter gelber Dunst umgibt uns. Hohe Windgeschwindigkeiten von bis zu 350 km/h schütteln uns durch und wir fallen und fallen. Wir passieren schmale klare Schichten und stürzen plötzlich nach weiteren 15 Kilometern aus der dichten Wolkensuppe in klare

Luft und geraten in massiven Regen aus Schwefelsäure. Die Luft wird zunehmend ruhiger. Der Hauptfallschirm öffnet sich und drückt uns schlagartig in die Sessel. Jetzt wird es leiser und ruhiger. Wir sind immer noch 40 Kilometer über der Oberfläche. Wir müssen uns sputen bevor der Fallschirm von der Säure zerfressen ist. Alles um uns herum hat einen Gelbstich. Am Horizont, der nur verschwommen auszumachen ist, wird der Gelbstich orange. Wir sehen immer noch kein Land. Die Luft wird so dicht, dass wir das Gefühl bekommen, als schwämmen wir in Wasser. Die Temperatur steigt sprunghaft an. 100 Grad Celsius messen die Außeninstrumente. Und während wir weitersinken, steigt die Temperatur immer weiter: 200 Grad, 300 Grad. Der Außendruck nimmt zu und beträgt jetzt schon 70 Bar. Wir sehen unter uns eine orangegraue Landschaft. Einschlagkrater, Schildvulkane und lange Hochebenen mit Strukturen, die an Flusslandschaften erinnern. Erkalte Lavaströme bis zum Horizont. Wir setzen auf. Die Außentemperatur beträgt jetzt 470 Grad Celsius und der Luftdruck liegt bei 93 Bar. Die Windgeschwindigkeit: Null. Still und ohne Bewegung zeigt sich die Landschaft ringsumher. Man erlebt optische Irritationen wenn man den Kopf bewegt und hin und her schaut, als ob man vor einem großen Aquarium stünde und durch das dicke Panzerglas schaut. Willkommen auf der Venus. Das Gestein, das uns umgibt sieht eher aus wie gebrochene Platten (siehe Abbildung 7). Richtige Felsbrocken sind eher selten. Wetterbedingte Spuren von Erosion finden wir nicht. Kein Regen erreicht bei diesen Temperaturen jemals den Boden. Der verdunstet bereits kilometerhoch über uns. Wind ist bei der Dichte der Luft kaum stärker als 3 Meter pro Sekunde. Aber dennoch ist das Gestein brüchig, denn starke chemische Erosion ist allgegenwärtig. 40 Kilometer (!) über uns befindet



Abbildung 7: Foto der sowjetischen Raumsonde Venera 13

sich die geschlossene Wolkendecke – viermal höher als die höchsten Wolken der Erde. Die Luft besteht zu 96 % aus Kohlendioxid. Wir können uns ja schon einmal eingewöhnen, denn ähnliches wird der Erde geschehen, wenn wir die Klimabedingungen weiterhin so rücksichtslos verschlechtern.

Schicken wir doch alle Verantwortlichen mal für einen 4-Wochenurlaub auf die Venus.



Einladung zur Vereinsfahrt der AVL nach Jena und Halle

Reiseplan: Am Freitag, dem **18. März 2005** wollen wir nach **Jena** zur Urania Sternwarte und zum Zeiss-Planetarium fahren. Eventuell können wir das Optische Museum besuchen. Das Optische Museum bietet vielfältige Möglichkeiten, etwas über die Wirkungsweise optischer Instrumente und die Entstehungsgeschichte der optischen Industrie in Deutschland zu erfahren.

Am Sonnabend, dem **19. März 2005** geht's weiter zur Ausstellung „Der geschmiedete Himmel“ im Landesmuseum für Vorgeschichte in **Halle/Saale**.

Das wichtigste Exponat dieser Ausstellung ist die berühmte, erst 1999 gefundene, 3600 Jahre alte Himmelscheibe von Nebra, die hier zum ersten Mal der Öffentlichkeit gezeigt wird. Weiteres zentrales Ausstellungsstück ist der Sonnenwagen von Trundholm, der als Leihgabe des Nationalmuseums Kopenhagen gezeigt wird. Ziel der Ausstellung ist es, anhand der ausgestellten Exponate das Leben in der Bronzezeit in Nord- und Mitteleuropa vor 3600 Jahren zu erklären und so zu einem besseren Verständnis der Himmelscheibe zu gelangen.

Wenn sich genügend Interessenten finden, werden wir die Reise mit dem Zug durchführen. Bleibt es ein „überschaubares Grüppchen“ kann man sich ansonsten auf Autos verteilen.

Reisedaten:	Abfahrt Bremen Hauptbahnhof:	Fr. 18. 07:04 Uhr;	Ankunft in Jena	11:14 Uhr.
	Weiterfahrt von Jena:	Sa. 19. 08:44 Uhr;	Ankunft in Halle	09:56 Uhr.
	Rückfahrt von Halle:	Sa. 19. 18:11 Uhr;	Ankunft in Bremen	21:51 Uhr.

Weitere Details erfahren Sie von Peter Kreuzberg unter der Telefon-Nummer 04202-88 12 26 oder -27.

Bitte beachten Sie: Die gesamte Reiseplanung ist abhängig von der Teilnehmerzahl. Änderungen müssen wir uns vorbehalten. So ist es zum Beispiel durchaus möglich, dass wir anstatt einer Bahnfahrt einen Bus chartern.

Das schöne Foto aus Halle bescherte uns Horst Schröter, AVL.

Einladung zur Mitgliederversammlung der AVL

Datum: Dienstag, der 08. Februar 2005, um 19.30 Uhr.

Ort: Konferenzraum in der Kreissparkasse Lilienthal

Tagesordnung

Top 1: Begrüßung und Feststellung der Beschlussfähigkeit sowie der Tagesordnung

Top 2: Berichte des Vorstandes

- 2.1 Bericht des Vorsitzenden
- 2.2 Bericht des Schatzmeisters
- 2.3 Bericht der Kassenprüfer

Top 3: Entlastung des Vorstandes

Top 4: Berichte der Fachgruppen

- 4.1 Bericht der Redaktion „Himmelspolizey“
- 4.2 Bericht der Fachgruppe „Feldbeobachtungen“
- 4.3 Bericht der Fachgruppe „Homepage“
- 4.4 Bericht über die Planung TELESCOPIUM

Top 5: Wahlen

- 5.1 Wahl des 1. Vorsitzenden
- 5.2 Wahl des stellvertretenden Vorsitzenden (falls erforderlich)
- 5.3 Wahl des Schriftführers
- 5.4 Wahl des Schatzmeisters
- 5.5 Wahl von Vereinsmitgliedern in den erweiterten Vorstand
- 5.6 Wahl eines Rechnungsprüfers

Top 6: Verschiedenes

Zur Jahreshauptversammlung der AVL lade ich Sie sehr herzlich ein.

Lilienthal, den 07.01.2005
K.-D. Uhden, 1. Vorsitzender

Termine im Winter 2005



- Vortrag: Dienstag, 18. Januar 2005, 19:30 Uhr
Vom Urknall bis zur Entstehung des Lebens
 Peter Kreuzberg, AVL
 AVL-Vereinsheim, Würden 17, M 111
- Vortrag: Dienstag, 1. Februar 2005, 19:30 Uhr
**Das Hubble Space Teleskop –
 Ein Satellit mit Digitalkamera erkundet das Universum**
Dieser Vortrag muss leider entfallen!
- Vortrag: Samstag, 26. Februar 2005, 17:30 Uhr
**Von Nebra bis Newgrange -
 Astronomisches Wissen der Steinzeit**
 Horst Schröter, AVL
 Olbers-Planetarium, Werderstraße 73, Bremen
- Versammlung: Dienstag, 8. Februar 2005, 19:30 Uhr
Mitgliederversammlung der AVL
 Gemeinschaftssaal Kreis sparkasse Lilienthal, Klosterstraße,
 28865 Lilienthal
- Vortrag: Dienstag, 8. März 2005, 19:30 Uhr
Nach Buda und Pest – nicht nur der Astronomie wegen
 Hans-Joachim Leue, AVL
 AVL-Vereinsheim, Würden 17, M 111
- Vereinsfahrt: Freitag, 18. März und Sonnabend, 19. März 2005
Vereinsfahrt nach Jena und Halle
 Einzelheiten auf Seite 25
- Vortrag: Dienstag, 12. April 2005, 19:30 Uhr
Jupiter, die verhinderte Sonne
 Peter Kreuzberg, AVL
 AVL-Vereinsheim, Würden 17, M 111
- Stammtisch: **Jeden dritten Dienstag im Monat
 am 18. Jan., 15. Feb., und 15. März ab 19:30 Uhr**
 Gäste sind herzlich willkommen
 AVL-Vereinsheim, Würden 17, M 111



Astronomisches

- Montag, 1. Januar 2005, 23:00 Uhr
Erde in Sonnennähe
Nicht erkennbar (leider schon vorüber – ist es jemandem wärmer geworden?)
- Donnerstag, 13. Januar 2005, 0:00 Uhr
Saturn in Opposition
Sichtbar (verpasst weil die Redaktion so schlafmützig ist)
- Montag, 20. März 2005, 13:34 Uhr
Sonne im Frühlingspunkt - Frühlingsanfang
Nicht erkennbar