

Liebe Leserin, lieber Leser,

der Start von Gaia von Französisch-Guayana aus mit einer russischen Träger- rakete war für den 20. November geplant. Wegen des Verdachts eines Pro- blems verschiebt er sich. Das nächste Startfenster öffnet sich kurz vor Weih- nachten.

Gaia war vor zwei Jahrzehnten als Nachfolgemission für Hipparcos vorge- schlagen worden. Der Astrometriesatellit Hipparcos vermaß zwischen 1989 und 1993 die Örter und Eigenbewegungen von 118 000 Sternen mit einer bis dato nicht für möglich erachteten Präzision. Gaia soll das nun überbieten. Ist Astrometrie wieder „in“?

Der Kosmos-Bote hegt den leisen Verdacht, viele Astronomen bezeichnen sich als Astrophysiker, weil das „zeitgemäßer“ klingt. Die Astrophysik ist ein junger Spross der alten Wissenschaft Astronomie. Sie ist, um genau zu sein, ein Kind des 19. Jh. Die beiden Gelehrten Gustav Kirchhoff (1824–1887) und Robert Bunsen (1811–1899) begründeten 1860 in Heidelberg die Spektralanalyse. Da Sonne und Sterne heiß verglichen mit der Kälte des Weltenraums sind, kann deren Chemie anhand der dunklen Fraunhoferlinien in den Spek- tren ermittelt werden. Bereits 1874 wurde zum Zwecke der Spektralanalyse der Gestirne die erste astrophysikalisch ausgerichtete Sternwarte der Welt ge- gründet, das Astrophysikalische Observatorium Potsdam. Zuvor galt als die vornehmste Aufgabe der Astronomie die „astronomisch genaue“ Vermessung der Örter der Himmelskörper an der Sphäre und deren Ortsveränderung im Laufe der Zeit. Die klassische Astronomie war im wesentlichen Astrometrie. Gaia misst neben Positionen auch Helligkeiten und die spektrale Verteilung des Sternenlichts. Astronomie ist unteilbar.

Im Oktober-Newsletter war von Ausbrüchen auf der Sonne um Halloween 2003 die Rede gewesen, wobei magnetische Feldenergie explosionsartig frei- gesetzt worden war. *Flares* kommen aber auch beim Mond vor – bevorzugt auf der unbeleuchteten Seite, weil dort leicht auszumachen –, und zwar, wenn ein Meteorit auf dem Mond aufschlägt. Ungeklärt ist das sog. Stuart-Ereignis vor 60 Jahren. Am 15. November 1953 hatte Dr. Leon Stuart, ein Amateur- astronom aus Oklahoma, sekundenlang einen hellen Punkt auf der beleuch- teten Seite des Mondes gesehen und sogar fotografiert gehabt. Falls es kein

Punktmeteor¹ war, der zufällig vorm Mond aufleuchtete, müsste es sich bei der Helligkeit um den Einschlag eines kleinen Asteroiden gehandelt haben mit einer Sprengwirkung von schätzungsweise einer halben Megatonne TNT. So etwas sollte sich aber nur aller hunderttausend Jahre ereignen.

Willkommen im Gaia-Zeitalter!

Ihr Hans-Erich Fröhlich

Der Himmel im November

Zum Monatsersten erreicht die Venus ihren größten östlichen Winkelabstand zur Sonne. Obwohl sie sich danach der Sonne wieder am Himmel nähert, verbessern sich die Sichtverhältnisse für den Abendstern weiterhin, da die Ekliptik immer steiler aufragt.

Mitte des Monats ist Merkur des morgens vor Sonnenaufgang im Osten sichtbar. Er erreicht seinen größten westlichen Winkelabstand zur Sonne am 18. November.

Jupiter steht am 7. November für einen Moment still am Firmament. Danach bewegt er sich rückläufig auf seine Oppositionsstellung zu. Er ist Ende November bereits ab 19 Uhr überm Horizont.

Am 28. November ist es so weit: Der Komet ISON rast an der Sonne vorbei. Von uns aus gesehen schwenkt er danach steil nach Norden in Richtung Polarstern. Überlebt er die Hitze der Sonne, könnte er einen respektablen Weihnachtskometen abgeben. Vor der Sonnenpassage, im Anflug, durchleuchtet er am Morgenhimmel die Sternbilder Jungfrau und Waage. Leider stört der Mond.

Nur der Vollständigkeit und Seltenheit halber sei die ringförmig-totale Sonnenfinsternis am 3. November erwähnt. Sie ist bei uns nicht sichtbar. Der Höhepunkt spielt sich über dem Golf von Guinea ab. Am Anfang, östlich von Florida, ist der Mond vom Betrachter etwas zu weit entfernt, als dass er die Sonnenscheibe in Gänze abdecken könnte. Der Kernschatten erreicht noch nicht die Erdoberfläche. Die totale Finsternis beginnt als eine ringförmige.

¹Unter einem Punktmeteor versteht man das Aufglühen eines Meteoriten, der beim Eindringen in die Erdatmosphäre genau auf den Betrachter zu eilt.

Gaia

Gaia verfolgt ein ehrgeiziges Ziel, eine Bestandsaufnahme der Galaxis, unseres Milchstraßensystems. Von einer Milliarde Sternen – also jedem 100-ten Stern unseres Sternsystems – sollen präzise Positionen am Himmel bestimmt werden und das ca. 70-mal während der 5 1/2-jährigen Missionsdauer. Für Sterne heller 14. Größe wird eine Winkelgenauigkeit von $25 \mu\text{arcsec}$ angepeilt. 25 Mikro-Bogensekunden, oder $0,000\,000\,007^\circ$, entspricht der Stärke eines Menschenhaares in 1000 Kilometern Entfernung! Der Positionsfehler ist 40-mal kleiner als bei Hipparcos. Das ist nur im Weltenraum erreichbar, außerhalb des wabernden Luftozeans der Erde.

Von 150 Millionen Sternen sollen zudem hochaufgelöste Spektren in einem schmalen Bereich im Roten gewonnen werden. Aus den Spektrallinien kann auf die Sterntemperatur geschlossen und die Häufigkeit schwerer Elemente in der Sternphotosphäre abgeschätzt werden. Aus der gemessenen Linienverschiebung infolge Dopplereffekts ergibt sich des Sterns Radialgeschwindigkeit, also die Geschwindigkeit, mit der er sich auf uns zu bzw. von uns weg bewegt. Für Gaia gibt's keine „Fix“sterne. Gaia sieht binnen weniger Monate die Sterne sich individuell bewegen, etwas wofür wir Menschen bei dem Auflösungsvermögen unserer Augen von $0,02^\circ$ Jahrtausende benötigen. Durch Vergleich der Positionen zu verschiedenen Zeiten erhält man Eigenbewegungen (Winkelgeschwindigkeiten) und trigonometrische Parallaxen, sprich Entfernungen. Der Abstand von Sternen noch jenseits des galaktischen Zentrums wird hypothesenfrei bestimmbar! (Selbst die kleinen Begleiter des Milchstraßensystems liegen in der Reichweite von Gaia.) Aus der Kombination aller Daten ergibt sich ein 6-dimensionales Bild der Sternverteilung in der Galaxis: die räumliche Verteilung der Sterne, bereichert um den 3-dimensionalen Geschwindigkeitspfeil eines jeden Sterns.

Und wozu der Aufwand? – Profiteur² ist neben der Sternphysik, die sich auf genau geeichte Hertzsprung-Russell-Diagramme freut, die „galaktische Archäologie“! Dazu muss man wissen, dass das Milchstraßensystem *stellardynamisch* jung ist. Die Sonne zum Beispiel, sie hat seit ihrer Geburt das galaktische Zentrum noch keine 20-mal umrundet. Die Möglichkeit, quasi durch Zurückverfolgen der Sternbahnen, also unter Ausnutzung der Geschwindigkeitsinformation, einen Einblick in die Vergangenheit unserer Sterneninsel zu gewinnen, ist so verlockend, dass man weder Mühen noch Kosten scheut, so

²Es ist überflüssig zu betonen, dass Gaia alle Sparten der Astronomie bereichert.

eine großangelegte statistische Erhebung in Angriff zu nehmen.

Die Bildung unseres Planetensystems gleichermaßen aus den gegenwärtigen Positionen und Geschwindigkeiten der Planeten berechnen zu wollen, wäre müßig. Bereits nach wenigen Millionen Umläufen bliebe das Unterfangen im himmelsmechanischen Chaos³ stecken. Wenige Dutzend Umläufe, wie im Falle der Galaxis, sind hingegen kein Problem. Die Galaxis hat noch keine Zeit gehabt, zu „vergessen“, wie sie sich aus Einzelteilen zusammengefügt hat. Sternen sieht man, da sie bisher kaum einander nahe gekommen sein können, ihre Herkunft noch an⁴. Und die chemische Zusammensetzung der Photosphäre ist die des interstellaren Gases, aus dem sich so ein Stern einst gebildet hat.

Gaia stößt sicherlich auf jede Menge Exoplaneten. Ein umlaufender Planet macht seine Muttersonne mit der Umlaufperiode am Himmel schwanken, was astrometrisch messbar ist. Gaia kann Planeten und Planetensysteme sogar in der „Draufsicht“ ausmachen, wenn sowohl das Radialgeschwindigkeits- als auch das Transitverfahren versagen. Beispiel Sonnensystem: Sein Schwerpunkt, das Baryzentrum, liegt wegen Jupiter (und Saturn) nicht im Zentrum der Sonne, sondern nahe dem Sonnenrand. Die Reflexbewegung des Sonnenkörpers verrät Umlaufzeiten und Massen der Hauptplaneten. Gaia könnte den Jupiter effekt noch in 100 Lichtjahren Entfernung ansatzweise messen. („Ansatzweise“, weil Gaias geplante Lebensdauer nicht an des Jupiter Umlaufzeit heranreicht.)

Gaia⁵ stand ursprünglich für *Global Astrometric Interferometer for Astrophysics*. Die interferometrische Ortsbestimmung hat man fallen lassen, den Namen behielt man bei. Die Raumsonde ist kein Erdsatellit wie der Vorgänger Hipparcos. Gaia wird, wie andere fliegende Observatorien, um den sog. äußeren Lagrange punkt L_2 des Systems Sonne-Erde lavieren. Obgleich 1,6 Millionen Kilometer weiter von der Sonne entfernt als die Erde, beläuft sich die Umlaufzeit um die Sonne, dank der zusätzlichen Anziehung durch die Erde, dennoch auf ein Jahr. Gaia hat immer Erde und Mond zwischen sich und der Sonne.

³Nicht alles, was ehernen Gesetzen gehorcht, ist deshalb auch schon berechenbar. Dem Planetenmechaniker ergeht es nicht besser als dem Meteorologen.

⁴Für Mitglieder dichter Sternhaufen trifft dies nicht zu!

⁵Mit der Göttin gleichen Namens, der personifizierten Urmutter Erde, hat das fliegende Observatorium nichts zu tun.