

Leonardo - Wissenschaft und mehr
Sendedatum: 06. Oktober 2009

Die Geschichte der Astronomie

Folge 8: Cassini und Halley – die Bahnen der Kometen und Planeten

von Dirk H. Lorenzen

Szene 1

Der dänische Astronom Ole Rømer im Gespräch mit Giovanni Domenico Cassini, Direktor der Sternwarte von Paris, Sommer 1676

Rømer:

„Habt Ihr die Beobachtungsjournale von heute Nacht durchgesehen, Direttore Cassini?“

Cassini:

„Ja, Herr Rømer. Ihr seid sehr fleißig gewesen in den vergangenen Wochen.“

Rømer:

„Danke. Vergleicht einmal die Messungen der Jupiter-Monde mit den Tabellen, Direktor Cassini.“

Cassini:

„Die Monde des Jupiter sind mehr als zwei Minuten früher in den Schatten des Jupiter getreten als berechnet! Was habt Ihr da gemessen?“

Rømer:

„Die Abweichungen tauchen immer wieder auf. Da! Im April nicht ganz so stark, im März waren die Verfinsterungen der Jupitermonde fast pünktlich, im Februar sogar etwas verspätet.“

Cassini:

„Ihr seid ein exzellenter Beobachter. Aber, ist vielleicht die Uhr defekt?“

Rømer:

„Nein, ich habe sie jetzt bereits dreimal nachsehen lassen. An der Uhr liegt es nicht.“

Cassini:

„Mon Dieu! Sind die Monde des Jupiter auf Abwegen?“

Rømer:

„Nein. Mir fällt auf, dass die Jupitermonde sich immer etwas früher verfinstern, wenn der Abstand zum Jupiter geringer wird – und die

Verfinsterungen erfolgen immer etwas später, wenn wir uns vom Jupiter entfernen.“

Cassini:

„Moment, Rømer, Ihr wollt doch nicht sagen, dass...“

Rømer:

„Doch, doch, doch! Das Licht ist nicht unendlich schnell. Es läuft mit einer bestimmten Geschwindigkeit!“

Cassini:

„Unsinn! Das kann nicht sein! Nach den Philosophen ist Licht sofort überall!“

Rømer:

„Früher stand nach den Philosophen auch die Erde im Zentrum der Welt... Seht es Euch an, Direttore. Es passt alles: Wenn der Abstand zum Jupiter abnimmt, sehen wir die Monde sich einige Minuten früher verfinstern. Wenn wir uns vom Jupiter entfernen, verspäten sich die Erscheinungen der Jupitermonde.“

Cassini:

„Ihr irrt! Ihr müsst irren. Es kann nicht sein, was nicht sein darf!“

Rømer:

„Nein. Das Licht ist zwar unglaublich schnell, aber nicht unendlich schnell!“

Erzählerin:

Die Sternwarte von Paris, 23. August 1676. Der junge dänische Astronom Ole Rømer gerät heftig mit Giovanni Domenico Cassini aneinander, dem mächtigen Direktor des Observatoriums. Rømer verfolgt, wann immer möglich, den Lauf der Jupitermonde. Seit Jahren ist er periodischen Abweichungen zwischen den beobachteten und den berechneten Zeiten auf der Spur. Jetzt endlich wähnt er sich nahe der Lösung des Rätsels. Ole Rømer wagt die Prognose, dass der Jupitermond Io am 9. November 1676 gut neun Minuten später aus dem Schatten des Planeten treten werde als berechnet. Das ist ein deutlicher Unterschied.

Szene 2

Nachts am Teleskop der Pariser Sternwarte, Ole Rømer, Direktor Cassini, 9. November 1676

Rømer:

„Nun, Direttore? Wo ist Io? Laut Tabelle müsste der Mond seit zwei Minuten zu sehen sein!“

Cassini:

„Ich verstehe das nicht. Ist vielleicht das Objektiv defekt?“

Rømer:

„Dann sähen Sie auch die anderen drei Monde nicht!“

Cassini:

„Schon gut...“

Rømer:

„Nur noch wenige Augenblicke, Cassini – dann ist Euer Objektiv wieder intakt!“

Cassini:

„Das Licht kann keine Geschwindigkeit haben. Das wäre völlig absurd. Wenn ich eine Lampe entzünde, ist es doch sofort hell...“

Rømer:

„Achtung, Herr Direktor. Gleich ist es so weit. Nach meinen Berechnungen nur noch ein paar Sekunden... - Da! Da ist Io!“

Cassini:

„Das ist unglaublich.“

Rømer:

„Seht Ihr den Mond?“

Cassini:

„Io ist tatsächlich aus dem Schatten heraus – fast zehn Minuten zu spät. Ich verstehe die Welt nicht mehr!“

Rømer:

„Doch, es ist ganz einfach: Weil das Licht viel weiter reisen musste, um vom Jupiter zur Erde zu gelangen. Das ist der Beweis!“

Cassini:

„Wenn Ihr Recht haben solltet, wie groß wäre die Lichtgeschwindigkeit?“

Rømer:

„Nach meinen Berechnungen legt das Licht 227.000 Kilometer pro Sekunde zurück.“

*Cassini:
„Unglaublich!“*

Erzählerin:

Für viele etablierte Wissenschaftler ist die Entdeckung Ole Rømers ein Schock: Seit Aristoteles hatten die Philosophen es für selbstverständlich gehalten, dass Licht sich schlagartig überall hin ausbreitet. Rømers Messungen belegten das Gegenteil.

Erzähler:

Im Jahr 1618, berechnete der Johannes Kepler mit seinem Planetengesetz die relativen Abstände der Planeten im Sonnensystem: Er wusste, dass Jupiter etwa fünfmal weiter von der Sonne entfernt ist als die Erde – aber er wusste nicht, wie viele Meilen.

Eine Methode, wie sich unsere kosmische Heimat genau vermessen lässt, ersann erst einige Jahrzehnte später der englische Gelehrter Edmund Halley, der heute vor allem dafür bekannt ist, dass er die Natur der Kometen enträtselt hat – jenen Himmelskörpern, die vielen Menschen so lange als Unglücksboten galten.

Szene 3

Universität Oxford, Studierzimmer, Edmund Halley im Gespräch mit Isaac Newton, 1705

*Halley:
„Tretet ein!“*

*Newton:
„Mein lieber Halley, schön Euch zu sehen!“*

*Halley:
„Newton! Welche Ehre, dass mich der Präsident der Royal Society aufsucht!“*

*Newton:
„Wenn Ihr mich vor zwanzig Jahren nicht gedrängt hättet, meine ‚Principia‘ zu veröffentlichen, hätte ich diesen Posten wohl kaum...“*

*Halley:
„Und wir Astronomen müssten noch immer auf Euer Gravitationsgesetz warten, das so wunderbar den Lauf der Gestirne physikalisch erklärt.“*

Newton:

„Das wäre doch schade, oder? Und das mit dem fallenden Apfel wäre auch noch ein Rätsel...“

Halley:

„Nicht auszudenken! Aber wir sind beim Thema...“

Newton:

„Beim Apfel...?!?“

Halley:

„Sir Isaac! Ich habe gerade Untersuchungen zu den Kometen beendet... Seit ich vor mehr als zwanzig Jahren in Frankreich diesen hellen Kometen beobachten konnte, lassen mich diese merkwürdigen Himmelskörper nicht mehr los.“

Newton:

„Ich erinnere mich: Ein strahlender Kopf mit imposantem Schweif. Er war monatelang zu sehen.“

Halley:

„Ich habe aus den Beobachtungen von damals die Bahn berechnet. Und viele historische Berichte habe ich auch ausgewertet.“

Newton:

„Lasst sehen, was Ihr habt! Macht Ihr Witze? Die Kometen von 1531, 1607 und 1682 haben identische Bahnen?“

Halley:

„Die Übereinstimmung ist verblüffend. Es muss immer derselbe Komet gewesen sein!“

Newton:

„Dann kreisen Kometen um die Sonne wie Planeten?“

Halley:

„Anders kann man es nicht erklären. Allerdings sind die Kometenbahnen sehr lang gestreckte Ellipsen. Deswegen sehen wir diesen Kometen nur etwa alle 76 Jahre, wenn er in der Nähe der Sonne ist.“

Newton:

„Wann kommt er denn wieder, Euer Komet?“

Halley:

„1758. Ich muss also 102 werden...“

Newton:
„Und ich 115 – das wird auch knapp...“

Erzähler:

Edmund Halley und Isaac Newton sind die herausragenden Mathematiker und Astronomen gegen Ende des 17. Jahrhunderts. Newton, Professor an der Universität Cambridge, hatte 1687 in seinem epochalen Werk die Bewegung der Himmelskörper physikalisch exakt erklärt. Newtons Buch wäre ohne Halleys finanzielle Unterstützung nie gedruckt worden. Halley selbst, Professor an der Universität Oxford, sagte im Jahr 1705 die Wiederkehr des hellen Kometen voraus, der später seinen Namen bekam. Halley starb 16 Jahre bevor seine Prognose eindrucksvoll bestätigt wurde.

Erzählerin:

Edmund Halley treibt noch ein anderes Thema um. Er will den Abstand Sonne-Erde messen und damit das Planetensystem eichen. Im Jahr 1716 richtet er einen flammenden Appell an die Königliche Gesellschaft, der sein Freund Isaac Newton vorsteht:

*Edmund Halley trägt in der Royal Society seine Idee vor:
"Was sollte es wohl Schwereres geben, als die Bestimmung der Entfernung der Sonne von der Erde? Und doch ist sie eine der leichtesten Aufgaben, wenn man nur einige diesem Zwecke angemessene Beobachtungen vorausschickt."*

Erzähler:

Edmund Halley hat erkannt, dass sich die Entfernung Erde-Sonne bestimmen lässt, wenn man genau genug beobachtet, wie die Venus vor der Sonne entlang zieht. Die Venus kreist innerhalb der Erdbahn um die Sonne. Von Zeit zu Zeit läuft sie dabei vor der Sonne entlang, beim so genannten „Venus-Transit“. Dann sieht man für einige Stunden einen dunklen Punkt über die gelbe Sonnenscheibe wandern. Aus den dabei gewonnenen Daten lässt sich mit Hilfe simpler Dreiecksrechnung die Entfernung Erde-Sonne bestimmen – vorausgesetzt mehrere Beobachter verfolgen

das Schauspiel von weit voneinander entfernten Orten aus.

Edmund Halley spricht:

"Ich empfehle daher diese Methode auf das dringendste allen Astronomen, welche Gelegenheit haben sollten, diese Dinge zu einer Zeit zu beobachten, wenn ich schon tot bin. Mögen sie dieses meines Rates eingedenk sein und sich recht fleißig und mit aller ihrer Kraft auf diese wichtigen Beobachtungen verlegen, wozu ich ihnen herzlich wünsche, zuerst dass sie nicht durch ungünstige Witterung des ersehnten Anblicks beraubt werden und dann, dass sie, wenn sie die wahre Größe unserer Planetenbahnen mit mehr Genauigkeit bestimmt haben, daraus unsterblichen Ruhm und Ehre schöpfen mögen."

Erzähler:

So begeistert Edmund Halley von der Methode auch war, sie hat einen entscheidenden Haken: Venusdurchgänge vor der Sonne sind die seltensten regelmäßig auftretenden Ereignisse am Himmel. Bestenfalls zweimal pro Jahrhundert zeigt sich die Venus vor der Sonne. Das nächste Mal 1761 und dann wieder 1769, lange nach Halleys Tod... Doch die Astronomen waren vorgewarnt!

Szene 4

Hafen von Plymouth, die „Endeavour“ legt ab, Kapitän James Cook spricht mit dem Astronomen Charles Green, 26. August 1768

James Cook:

„Guten Morgen, Mister Green, dass ich mal Kutscher zur See für einen Astronomen werde, hätte ich mir auch nie träumen lassen...“

Charles Green:

„Seid doch froh, Captain Cook. Ohne die Venus würdet Ihr jetzt nicht auf Eure erste ganz große Fahrt gehen!“

Cook:

„In der Tat. Die Royal Society schickt uns mit klarem Auftrag in die Südsee: Dass wir nur ja die Venus vor der Sonne entlang ziehen sehen.“

Green:

„Dazu müssen wir allerdings rechtzeitig dort sein!!“

Cook:

„Wir haben ein dreiviertel Jahr Zeit, Mister Green. Das sollte reichen. Wenn uns nicht der Klabautermann vor Kap Hoorn erwischt...“

Green:

„Und wenn: Zur Sicherheit sind auch viele meiner Kollegen unterwegs...“

Erzählerin:

26. August 1768: Das Segelschiff „Endeavour“ - zu Deutsch „Bemühen“, „Streben“ - manövriert in königlichem Auftrag auf die offene See hinaus. Sein Ziel: der Pazifik. Der Kapitän des Schiffs ist ein gewisser James Cook. Der Auftrag der Expedition lautet: Den Astronomen Charles Green der Königlichen Sternwarte nach Tahiti zu bringen, um von dort die Venus vor der Sonne zu beobachten.

Erzähler:

Den Venustransit des Jahres 1761 hatten die Astronomen in den Wirren des Siebenjährigen Krieges nicht gut beobachten können. 1769 war die zweite und für mehr als 100 Jahre die letzte Chance. So raffte sich Europa zur ersten gemeinsamen und friedlichen Aktion auf. Bekämpft hatte man sich schon oft, jetzt wurde zusammen geforscht. Doch das himmlische Spektakel war von Mitteleuropa aus nicht zu sehen. So brachen Expeditionen nach Kanada auf, ans Nordmeer, nach Sibirien, Indien, Kalifornien und eben in die Südsee. Es waren gefährliche Reisen und die Astronomen auf Expedition waren zwischen 25 und 70 Jahre alt. Die Liste der Fehlschläge war lang, die Opfer zahlreich:

Chronist 1:

Véron, 1768 nach Ostindien aufgebrochen, wurde von widrigen Winden abgehalten. Er kam zu spät und hat das Schauspiel nicht erlebt. Völlig deprimiert starb er im Mai 1770, noch immer fern der Heimat.

Chronist 2:

La Chappé, ebenfalls von Frankreich entsandt, hat das Ereignis auf der Halbinsel Baja California genauestens beobachtet. Vier Wochen später fiel er einer dort grassierenden Epidemie zum Opfer.

Chronist 1:

Pictet, auf Einladung von Katharina der Großen eigens aus der Schweiz

nach Umba am Polarkreis gereist, starrte stundenlang in den Nieselregen. Sonne und Venus hat er nie gesehen.

Chronist 2:

Le Gentil hatte bereits die Venuspassage 1761 von Pondicherry in Indien aus beobachten wollen. Er kam damals zu spät und entschloss sich, acht Jahre auf die zweite Passage zu warten. Doch dann versperrten Wolken die Sicht.

Erzählerin:

Charles Green und James Cook haben Glück. Sie erreichen Tahiti rechtzeitig. Der Kapitän notiert am 3. Juni 1769 in sein Logbuch:

Szene 5

Cook in der Kajüte:

James Cook, schreibt:

"Dieser Tag erwies sich als so günstig für unseren Zweck, wie wir nur wünschen mochten. Den ganzen Tag zeigte sich keine Wolke und die Luft war völlig klar, so dass Mister Green und ich jeden erdenklichen Vorteil hatten bei der Beobachtung der ganzen Passage des Planeten Venus über die Scheibe der Sonne. Wir sahen sehr deutlich eine Atmosphäre oder einen düsteren Schatten um den Körper des Planeten."

Green:

„Es hat alles geklappt, Captain! Wunderbar...“

Cook:

„Ich vermerke es gerade. Wirklich ganz ausgezeichnet!“

Green:

„Wenn ich an den armen Le Gentil denke... Sei's drum! Auf nach Hause.“

Cook:

„Geduld, Geduld, Mister Green. Wir müssen zunächst noch die Inselnatur Neu-Seelands entdecken und die australische Ostküste vermessen...“

Erzählerin:

Charles Green übt sich in Geduld. Es dauerte mehr als zwei Jahre, bis er als letzter Venus-Reisender zurück in England ist. Doch das Großunternehmen der europäischen Astronomen ist gelungen. Die Beobachtungsdaten der vielen Expeditionen werden kombiniert. Heraus kam ein genauer Wert für den Abstand

Erde-Sonne: 153 Millionen Kilometer.

Erzähler:

Damit lagen sie im Jahr 1771 nur zwei Prozent über dem tatsächlichen Wert. Mit viel Einsatz und dank guter Teleskope hatten die Astronomen endlich das Sonnensystem vermessen – und damit eine genaue Vorstellung von der Größe unserer Welt bekommen. Dass diese Welt noch viel größer ist, als damals berechnet, erkannten die Astronomen nur wenige Jahre später: Dann entdeckte Friedrich Wilhelm Herschel einen neuen Planeten – und weitere Entdeckungen machten schnell klar, dass der Kosmos unvorstellbare Ausmaße hat.