

Heliozentrisches oder geozentrisches Planetensystem – Welches ist richtig?

Horst Hübel

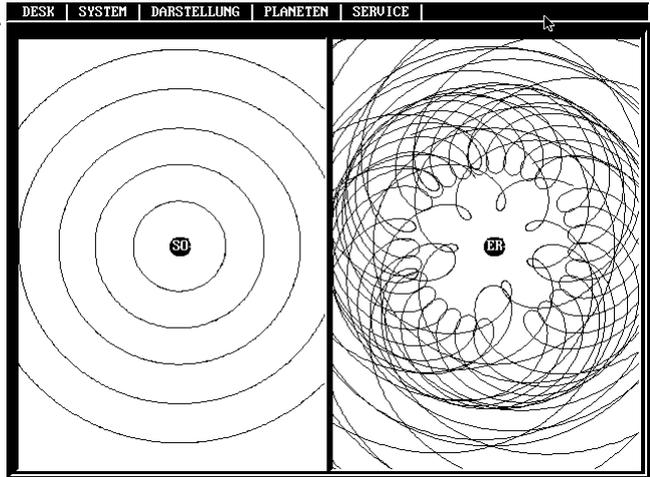
Unterrichtsskizze

Es wird davon ausgegangen, dass die Varianten der Planetensystems, die Keplerschen Gesetze und ihre Erklärung mit Hilfe der Newtonschen Mechanik und des Gravitationsgesetzes bereits besprochen wurden. Zum Abschluss dieser Unterrichtseinheit sollen die Schüler „noch einmal einen Schritt zurücktreten“ um zu überblicken, was sie bisher erarbeitet haben. Mit geringen Änderungen (und auch Vorteilen) bietet sich diese Unterrichtsstunde auch an nach der Behandlung der Planetensysteme und der Keplerschen Gesetze und vor ihrer Erklärung durch Newton, wobei eben Keplers Ellipsenbahnen als eine Variante des Heliozentrischen Systems aufgefasst werden. Wesentliches Hilfsmittel dieser Stunde ist das PC-Programm [HELIOGEO](#) vom Autor, das auf einer Idee von Prof. Treitz beruht, und sicher auch von anderen Programm-Entwicklern erhältlich ist.

1. Wiederholung: Die Schüler stellen ihre Kenntnisse über die beiden grundsätzlichen Bilder des Planetensystems noch einmal zusammen.
2. Dann wird also die Themen-Frage aufgeworfen und die Schülerantwort provoziert, dass „selbstverständlich“ das Heliozentrische System das Richtige sei. Die Schüler werden erstmals etwas verunsichert durch die Frage, ob sie denn wirklich am Himmel sehen könnten, dass die Erde sich um die Sonne bewege und nicht die Sonne um die Erde. Die Anschauung würde ja eher für ein Geozentrisches System sprechen. In eine Liste von Vor- und Nachteilen beider Systeme wird dies als Vorteil für das Geozentrische System eingetragen („entspricht der Anschauung“).
- 3 Es wird das Simulationsprogramm HELIOGEO vorgestellt, am besten mit Projektion des Bildschirms auf die große Leinwand. Es wird klargemacht, dass auch das Geozentrische System nicht so dargestellt wird, wie ein Beobachter auf der Erde die Planeten sieht, sondern wie jemand, der weit außerhalb der Erde im Vergleich zur Erde ruht und auf sie herabschaut. Eine Tagesdrehung der Erde wird vernachlässigt, ebenso Abweichungen von der Kreisbahn im Heliozentrischen System.
 - 3.1 Zunächst wird nur das Geozentrische System gezeigt mit seinem Wirrwarr von Planetenbahnen (zunächst mit eingeschalteten „Planetenbildern“ und Bahnspuren, dann nur die Bahnspuren. Es wird darauf hingearbeitet, dass Ptolemäus und seine Nachfolger Genies gewesen sein mussten, dass sie diesen Wirrwarr ordnen konnten, so dass vom 2. Jht. n. Chr. bis zum 15. Jht. n. Chr. die Planetenpositionen vorhergesagt werden konnten, wobei schließlich nur ein maximaler Fehler von 15 Tagen entstand.

3.2 Dann wird im Kontrast dazu das Heliozentrische System gegenübergestellt. Die Schüler erkennen sofort den Vorteil der größeren Einfachheit. Dies wird in die V/N-Liste eingetragen.

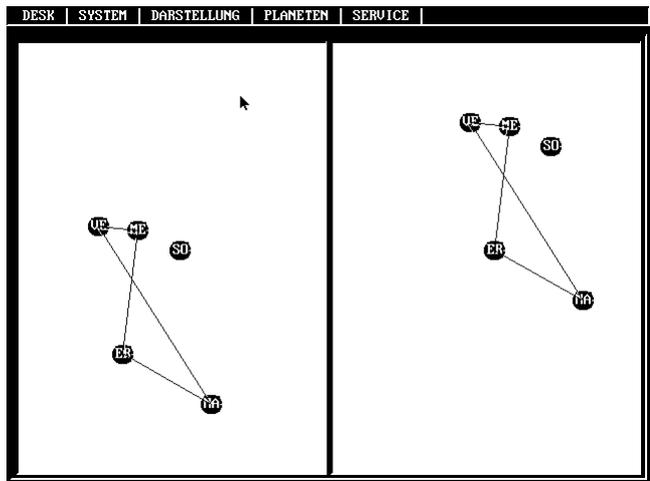
4. Dann werden alle Planeten bis auf die Erde abgeschaltet und die Ähnlichkeit der Bewegungen in beiden Systemen gegenübergestellt. Die Schüler erkennen augenfällig, dass Erde und Sonne in beiden Systemen immer in gleichem Abstand einander umkreisen.



4.1 Dann wird Merkur „zugeschaltet“. Das System ist noch so einfach, dass die Schüler in beiden Systemen die Bewegung durchschauen können. Im Geozentrischen System umkreist zwar die Sonne die Erde, aber es noch augenfällig, dass die Sonne den Merkur „mitnimmt“, wobei dieser um sie kreist.

4.2 In diesem Sinne durchschauen die Schüler nach und nach auch in der komplexesten Variante mit 5 Planeten die Bewegungen in beiden Systemen. Die Einfachheit des Heliozentrischen Systems ist unübersehbar.

5. Jetzt kommt der **Knalleffekt**: Maximal 4 Planeten werden durch Strecken miteinander verbunden, zunächst in einem System. Beim Umlauf der Planeten entstehen ständig sich verändernde **Vielecke**. Die Überraschung ist groß, wenn auch die Darstellung im zweiten System zugeschaltet wird: Obwohl sich die Vielecke ständig ändern, sind sie doch in beiden so unterschiedlich erscheinenden Systemen identisch!



6. Wenn die Überraschung genügend ausgekostet ist, präsentiert der Lehrer die **Lösung des Problems**: Das Programm geht vom einfachen Heliozentrischen System aus mit der ruhenden Sonne und rechnet einfach mit Hilfe von Sinussen und Cosinussen in das Geozentrische System mit der ruhenden Erde um. Weil beide Systeme sich nur durch eine Koordinatentransformation unterscheiden, muss die zugrunde liegende Kinematik dieselbe sein, wie es ja die Vielecke eindringlich erwiesen haben. Beide Systeme unterscheiden sich nur durch die Wahl des Koordinatenursprungs. Unterschiedliche Beobachter werden unterschiedliche Systeme bevorzugen.

- Ein Beobachter, der im Vergleich zur Erde ruht, sieht eine Planetenbewegung nach dem Geozentrischen System.
- Ein Beobachter, der im Vergleich zur Sonne ruht, sieht eine Planetenbewegung nach dem Heliozentrischen System.
- Es kann keinen Streit darüber geben, wer die Bewegung „richtig“ sieht. Beide sind sich im Prinzip einig, wie der andere sie sieht. Jeder kann aus seinen Beobachtungen direkt

mit Hilfe einer kleinen Umrechnung auf die Beobachtungen des anderen schließen. Beide sind gleich richtig.

7. Es kann sich eine kurze Diskussion über Galilei anschließen, der - so verdienstvoll sein Standpunkt auch über die Jahrhunderte hinweg gewesen sein mag – sich leider in diesem Punkt für die falsche Sache stark gemacht hat: Das Heliozentrische System ist nicht „wahrer“ als das andere! Aus ganz anderen Gründen war das damals bei seiner Verurteilung der Standpunkt der Kirche. Dass Galilei wegen seiner Meinung verurteilt wurde, ist - trotz seines Irrtums, wie wir heute wissen – nicht zu rechtfertigen.
8. Es muss noch geklärt werden, weshalb dennoch das **Heliozentrische System zu bevorzugen ist**.
 - Ein Grund wurde schon festgestellt, die **Einfachheit**. Es ist schon seit dem Mittelalter ein allgemeines Prinzip, das auf William Ockham zurückgeführt wird („Ockhams Rasiermesser“): Bei mehreren Erklärungsmöglichkeiten für einen Sachverhalt hat es sich immer bewährt, die einfachste zu wählen.
 - Aus der Einfachheit des Heliozentrischen Systems folgt die **leichtere Durchschaubarkeit** (Eintrag in die V/N-Liste!). Sie ermöglichte es, dass Newton die Planetenbewegung als Folge des Gravitationsgesetzes erkennen konnte (Eintrag in die V/N-Liste: „Ermöglichte die Deutung der Planetenbewegung durch Newtons Gesetze“). Prinzipiell ist nicht auszuschließen, dass auch jemand das Geozentrische System und die zugrunde liegenden Gesetzmäßigkeiten direkt hätte durchschauen können (Der Lehrer weiß, dass die komplexe Kinematik nicht nur z.B. das Gravitationsgesetz sehr verschleiert hätte; er weiß, dass dann auch alle möglichen Trägheitskräfte die Bewegungsgleichung kompliziert hätten.) Vermutlich hat bis heute eine solches physikalisches und mathematisches Genie noch nicht das Licht der Welt erblickt.
 - Mit der Einfachheit zusammen hängt der Vorteil der **Symmetrie** des Heliozentrischen Systems. Mit der Symmetrie im Allgemeinen hängen aber auch immer Erhaltungssätze zusammen, die als grundlegende Prinzipien eine leichtere Durchschaubarkeit und Berechenbarkeit ermöglichen, in diesem Fall der Drehimpulserhaltungssatz, der hier eine Variante des Keplerschen Flächensatzes ist.
 - Ein weiterer Vorteil des HS ist, dass es in ihm nur einen **ausgezeichneten Himmelskörper** gibt, die Sonne (zu der alle überwiegenden Gravitationskräfte gerichtet sind). Man würde keinen physikalischen Grund finden, weshalb von den vielen mehr oder weniger ähnlichen Planeten gerade die Erde als Zentrum des GS ausgezeichnet sein sollte (Eintrag in die V/N-Liste: „Erde unter anderen Planeten nicht ausgezeichnet“). Einziger, aber auch nahe liegender Grund für die Entscheidung von Ptolemäus (und seiner Vorgänger) für die Erde als Zentralkörper und nicht etwa den Mond ist, dass wir Menschen auf der Erde leben und immer zunächst versuchen, die Beobachtungen so zu beschreiben, wie wir sie sehen.
9. Die nachfolgende **historische Einordnung** ist im Lehrervortrag möglich, wobei der Lehrer vielleicht auch historische bildliche Darstellungen projiziert. Es ist auch denkbar, dass der Lehrer geeignete Texte nach der Experten-Team-Methode von den Schülern partner- oder teamweise bearbeiten und sich gegenseitig vortragen lässt. Inhaltlich geht es um Folgendes:

Genau diese Entscheidung zugunsten der Menschen auf der Erde im Zentrum machte es den

mittelalterlichen Menschen so schwer, das Heliozentrische System zu akzeptieren: Einerseits könne der Mensch philosophisch-naturwissenschaftlich nicht entscheiden, welches System wahr sei (so steht es auch in der Index-Formel von 1616). Niemand nahm daran Anstoß, dass über Jahrhunderte hinweg zwei sich widersprechende geozentrische Systeme nebeneinander gebraucht wurden, das aristotelische und das ptolemäische. Man durfte nur nicht behaupten, dass das eine oder das andere wahr sei. Das aristotelische schien eher geeignet für religiös-menschliche Fragen, das ptolemäische eher für Fragen im Zusammenhang mit Kalender, Astronomie und Seefahrt. Und auch nach der Verurteilung von Galilei war es in diesem Sinn erlaubt und empfohlen, Planeten-Berechnungen mit dem Heliozentrischen System von Kopernikus durchzuführen. Gegen die Lehrmeinung der Nichtentscheidbarkeit verstieß nun also Galilei aus seiner Überzeugung.

Aus religiösen Gründen war doch eher das Geozentrische System nahelegend, nicht nur wegen bestimmter Bibelzitate, die zugunsten des GS interpretiert wurden, sondern weil in der damaligen Vorstellung der Mensch (auf der Erde) im Mittelpunkt stehen sollte. Und durch die Vermittlung über die verschiedenen „Zwiebelschalen“ des aristotelischen Systems hinweg schien plausibel, wie Gott (außerhalb der irdischen Welt) das Geschehen auf der Erde einerseits bewirken konnte, andererseits aber auch Pest und Krieg zulassen konnte, obwohl er doch als „gütiger“ Gott galt.

Literatur:

Hans Blumenberg, Die kopernikanische Wende, Edition Suhrkamp **138**, Frankfurt am Main, 1965

Horst Hübels, Die Entwicklung der Naturwissenschaften, in H. Pleticha, Deutsche Geschichte, Bd. 5, S. 287 – 300, Bertelsmann Lexikothek Verlag, Gütersloh, 1993