

Eine digitale astronomische Uhr

Udo Backhaus

(ASTRONOMIE+Raumfahrt **32**, 26 (1995))

Ein Computerprogramm, das viele Anzeigen einer astronomischen Uhr darstellt, kann als ständig laufendes Programm (evtl. auf einem ausrangierten Rechner laufend) als Blickfang dienen und zu vielfältigen Überlegungen anregen.

1 Einleitung

Aus der professionellen Astronomie ist der Computer seit langem nicht mehr wegzudenken. Aber auch im amateur-astronomischen Bereich und bei der astronomischen Ausbildung in der Schule wird er immer wichtiger. Eine besondere Rolle spielen dabei in letzter Zeit die Simulation der Entwicklung von Sternen und – seit dem Eindringen von CCD-Kameras in den Amateurbereich – die Bildverarbeitung. Für den Ausbildungsbereich bleiben m.E. die Simulation von Vorgängen am Sternenhimmel und die Berechnung lokaler Daten (z.B. Auf- und Untergangszeiten, Finsternisverläufe oder genaue Positionen von Sonne und Mond) die wichtigsten Anwendungsgebiete. Durch die Anwendung von Computern in diesen Bereichen können Vorgänge veranschaulicht und erklärt, eigene Beobachtungen motiviert und vorbereitet und eigene Messungen überprüft und ausgewertet werden.

Das hier vorgestellte Programm ist gewissermaßen ein „Abfallprodukt“ langjähriger Auseinandersetzung mit geometrisch-astronomischen Problemen, insbesondere der genauen Berechnung von Planetenpositionen (z.B. zur Verfolgung und Auswertung von Planetenschleifen [1], zur Messung der Sonnenentfernung [5], zur Vorhersage lokaler Finsternisverläufe [3] und zur Berechnung eigener Sternkarten [2]).

Die „astronomische Uhr“ ist als ständig laufendes Demonstrationsprogramm gedacht, das in Eingangshallen und Fluren zum Verweilen und Nachdenken anregen soll¹. Angesichts immer schnellerer Rechner findet sich meist ein Computer, der für andere Aufgaben nicht mehr schnell oder komfortabel

¹Das Programm kann durch Einsenden einer formatierten Diskette, eines frankierten

genug ist und der in irgendeiner Ecke verstaubend auf seine Verschrottung wartet. Ich habe inzwischen drei solcher Exemplare aufgetrieben und in Koblenz und Osnabrück mit diesem Programm aufgestellt. Sehr häufig stehen nun einzelne oder mehrere Studenten nachdenklich davor.

2 Die Anzeigen des Programms

2.1 Die Uhren

Die Bezeichnung „astronomische Uhr“ beruht hauptsächlich auf der Anzeige der Uhrzeit²– genauer: dreier Uhrzeiten (Abb. 1):

- Die **Mitteuropäische Zeit MEZ oder Sommerzeit MESZ** (das ist die Zeit, die normale Uhren anzeigen) beruht auf einer fiktiven Sonne, die im Laufe eines Jahres einmal *gleichförmig* auf dem Himmelsäquator auf der Himmelskugel umläuft. Sie ist außerdem eine *Zonenzeit*: Sie stimmt nur für Orte auf 15° ö.L. im Mittel mit der wahren Ortszeit überein.
- Die **lokale Sternzeit (LST: local sideral time)** ist der Stundenwinkel des Frühlingspunktes. Sie ist ein Maß für die momentane Stellung des Sternenhimmels über dem Horizont. Die Sternzeit wird analog und digital angezeigt, weil der Betrachter sonst nicht wüsste, ob es 5.31 Uhr oder 17.31 Uhr ist. Ob man nachmittags oder früh morgens vor dem Computer steht, wird man dagegen in der Regel wissen. Eine Digitalanzeige der normalen Uhrzeit ist deshalb nicht nötig.
- Die **wahre Ortszeit (WOZ)** gibt die tatsächliche Stellung der Sonne an. Es ist die Zeit, die eine unkorrigierte Sonnenuhr anzeigen würde. Der Unterschied zwischen der Mitteleuropäischen Zeit und der wahren Ortszeit wird durch die geographische Länge des Standortes und den ungleichförmigen Umlauf der wahren Sonne hervorgerufen, der auf der Neigung der Erdachse und der Exzentrizität der Erdbahn beruht.

und beschrifteten Rückumschlags und der Quittung einer Zahlung von 30 DM an eine wohltätige Vereinigung (Welthungerhilfe o.ä.) beim Autor bezogen werden.

²Das Programm benutzt die rechnerinterne Uhr. Seine Anzeigen können also nicht genauer sein als diese Uhr. Die geographischen Koordinaten des Standorts können beim Start des Programmes eingegeben werden.

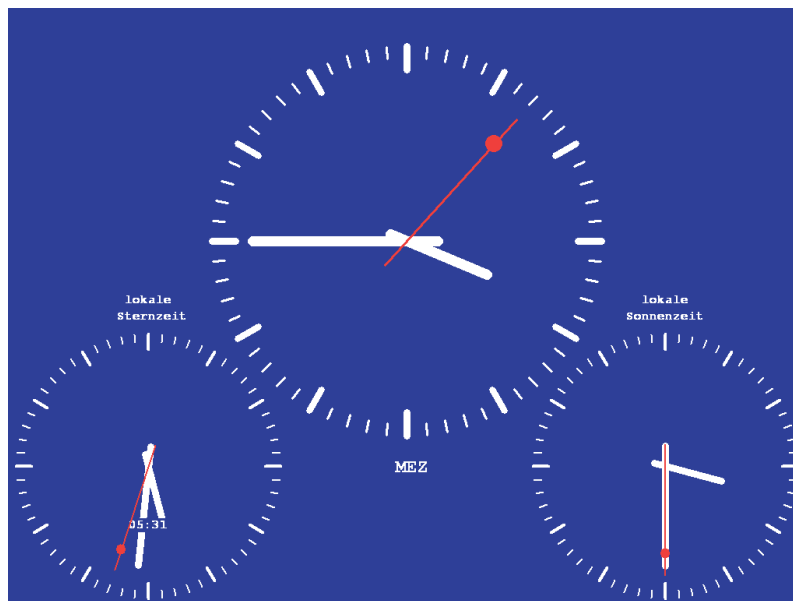


Abbildung 1: Die Zeitanzeigen der astronomischen Uhr

2.2 Die Darstellung der Erde

Die Erddarstellung (Abb. 2) zeigt (neben der Uhrzeit und den Koordinaten des Standortes und des subsolaren Punktes) die Erde so, wie sie sich der Sonne zeigt, genauer: wie man sie vom Sonnenmittelpunkt aus sehen würde. Man kann also erkennen, wo gerade die Sonne auf- und wo sie untergeht und wo sie gerade am höchsten steht. Außerdem wird der *subsolare Punkt* angezeigt, d.i. der Punkt auf der Erde, an dem die Sonne gerade im Zenit steht.

Im Sommerhalbjahr auf der Nordhalbkugel befindet er sich nördlich des Äquators (dann ist der Nordpol sichtbar), im Winterhalbjahr südlich des Äquators.

Die Stellung der Sonne auf der Lemniskate der Zeitgleichung zeigt den momentanen Unterschied zwischen mittlerer und wahrer Sonnenzeit. Befindet sich die Sonne rechts von der Symmetrieachse, dann ist die Zeitgleichung positiv, d.h. die wahre Sonne geht vor (maximal 16min 15s).

Während einer Sonnenfinsternis (Abb. 3) sieht man, wie der Mond die Erde teilweise verdeckt: Unter dem Mittelpunkt des Mondes befindet sich die Mitte der Finsternis. Allerdings ist der genaue Verlauf der Finsternis und (evtl.) der Totalitätszone nicht zu erkennen: Verdeckt werden alle Punkte der

Erde, von denen der Mittelpunkt der Sonne nicht sichtbar ist.³

Während einer Mondfinsternis (Abb. 4) sieht man den Mond hinter der Erde entlangwandern. Auch hier ist der genaue Verlauf der Finsternis nicht erkennbar: Selbst ein vollständiges Verschwinden des Mondes hinter der Erde ist kein sicherer Hinweis auf eine totale Mondfinsternis.

2.3 Die Darstellung des Sternenhimmels

Der Sternenhimmel (Abb. 5) zeigt in Gestalt einer „drehbaren Sternkarte“ alle Sterne, die im Laufe von 24 Stunden über dem lokalen Horizont aufgehen. Hervorgehoben sind natürlich die Sterne, die sich gerade über dem Horizont befinden. Mit Hilfe des Meridians, des O-W-Großkreises und einer Linie konstanter Höhe (45°) über dem Horizont kann man die momentane Position der Sterne und Sternbilder abschätzen. Sonne, Mond (mit Phasengestalt) und die mit bloßem Augen sichtbaren Planeten werden außerdem angezeigt. Nach der Hälfte der Darstellungszeit⁴ werden die Planeten mit Namen beschriftet und einige Sternbilder durch Linien und Namen kenntlich gemacht.

3 Astrorätsel

Im Folgenden soll angedeutet werden, welche Überlegungen durch die Darstellungen in den Abbildungen 1, 2 und 5, die alle um **3.45 Uhr MEZ** aufgenommen wurden⁵, beim Betrachter in Gang gesetzt werden können. Angeregt durch [6] wähle ich dazu die Form eines Rätsels:

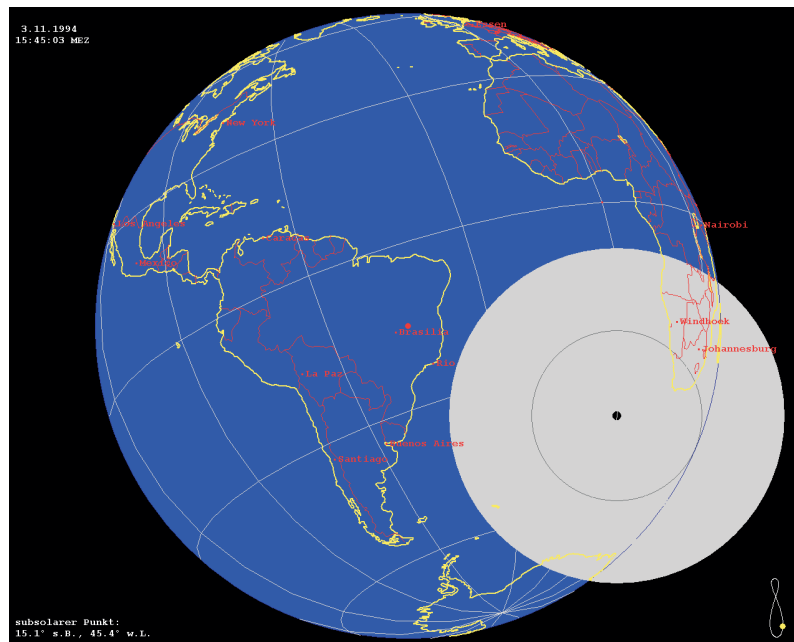
1. Wo ist die „Uhr“ aufgestellt?
2. Auf welches (gemeinsame) Datum beziehen sich die Darstellungen?

Um die Beantwortung nicht zu leicht zu machen, habe ich einige Angaben aus den Bildern entfernt. Versuchen Sie selbst, die Antwort zu finden, bevor

³Anmerkung 2004: Das Programm ist so geändert worden, dass neben dem Mond selbst die Halbschattenzone und der Totalitätsbereich erkennbar sind.

⁴Bei Programmstart kann eingestellt werden, wie lange die verschiedenen Darstellungen jeweils angezeigt werden sollen.

⁵Mit Hilfe der Sternzeit könnte man selbst herausbekommen, dass es nicht um 15.45 Uhr war!



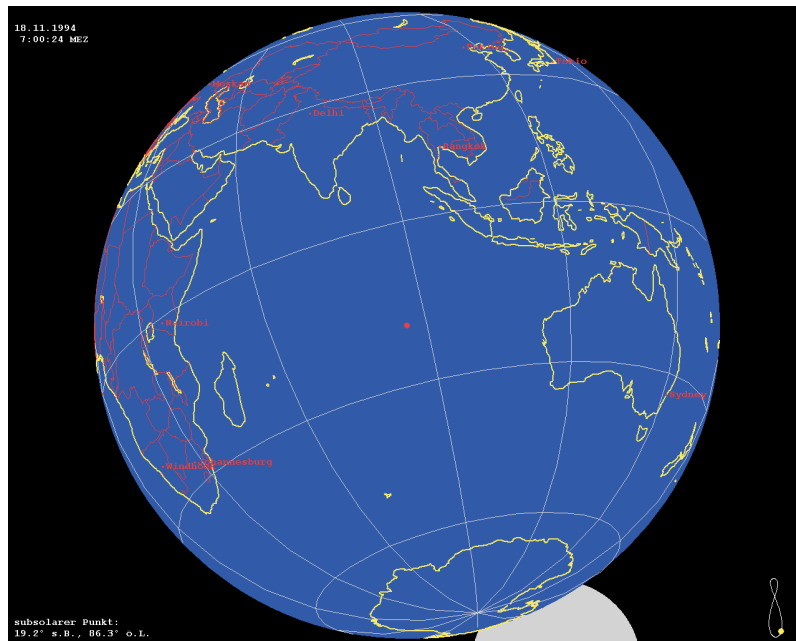


Abbildung 4: Die Halbschatten-Mondfinsternis vom 18. November 1994

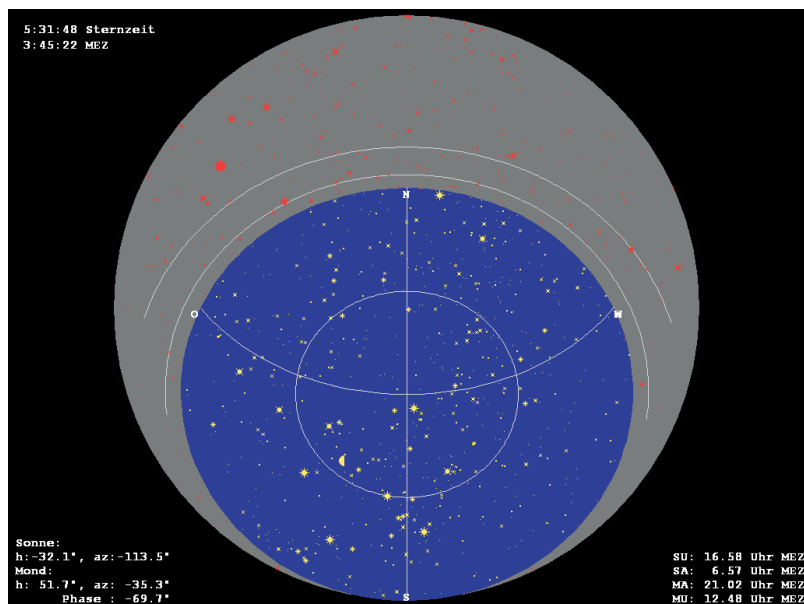


Abbildung 5: Der momentane Sternenhimmel

Sie die folgende Argumentationskette (die nur einen von vielen möglichen Lösungswegen darstellt) lesen!

- Der subsolare Punkt hat eine südliche geographische Breite von etwa 10° (Der Wert wird vom Programm normalerweise angezeigt: $\varphi = 12.4^\circ$ s.B.). Also hat die Sonne eine Deklination von etwa -10° . Es muss also etwa **ein Monat nach Herbstanfang oder ein Monat vor Frühlingsanfang** sein. (Andere Betrachter lesen das vielleicht aus der Stellung der Sonne am Sternenhimmel gleich genauer ab.)
- Die Zeitgleichung hat, erkennbar an der Position der Sonne auf der Lemniskate, gerade ihren positiven Maximalwert, also etwa **16 min** erreicht. Die wahre Sonne geht also gegenüber der mittleren um 16 min vor.
- Die lokale Sonnenzeit ist 3.30 Uhr, die mittlere lokale Sonnenzeit also 3.30 Uhr - 16 min = 3.14 Uhr. Die mittlere Sonnenzeit geht also 31 min (3.45 Uhr - 3.14 Uhr) gegenüber der Mitteleuropäischen Zeit nach. Der Standort liegt also etwa $8^\circ (= 31/4)$ westlich von Görlitz, seine **geographische Länge** ist also $\lambda \approx 7^\circ$ ö.L.
- Sternzeit und mittlere Sonnenzeit stimmen in Görlitz am Herbstanfang ungefähr überein.⁶ Am Standort geht dann die Sternzeit noch 32 min nach. Wegen der täglich um 4 min wachsenden Differenz gibt es hier Übereinstimmung erst acht Tage später, also etwa am 1. Oktober. Die Sternzeit geht aber 5.36 Uhr - 3.45 Uhr = 106 min vor. Seit der Übereinstimmung sind also etwa 26 Tage vergangen. Es muss also etwa der **27. Oktober** sein.
- Der Sternkarte sieht man an, dass das Sternbild „Orion“ gerade kulminiert (Experten konnten das aus der Sternzeit schließen.). Die Gürtelsterne, die recht genau auf dem Himmelsäquator liegen, haben eine Höhe von etwa 40° über dem Horizont. Der Himmelsäquator ist also um diesen Winkel gegen den Horizont geneigt, der Standort hat also eine **geographische Breite**

$$\varphi = 90^\circ - 40^\circ = 50^\circ.$$

Tatsächlich beziehen sich die Anzeigen auf **Koblenz** ($\varphi = 52.24^\circ$ n.B., $\lambda = 7.36^\circ$ ö.L.) **am 26. Oktober 1994**.

⁶Dann steht nämlich die Sonne im Herbstpunkt. Um Mitternacht kulminiert also der Frühlingspunkt: 0 Uhr Sternzeit!

Literatur

- [1] Backhaus, U.: *Der Computer als Planetarium*, Praxis der Naturwissenschaften/Physik 39/5, 22 (1990)
- [2] Backhaus, U.: *Drehbare Sternkarten - Ein Computerprogramm*, Astronomie und Raumfahrt 17/30, 25 (1983).
- [3] Montenbruck, O.; Pfleger, T.: *Astronomie mit dem Personalcomputer*, Springer: Berlin u. a. 1989. Die Koordinaten der Erdkarte hat mir T. Pfleger zusammen mit dem Quelltext seines Programmes „ECLGRAPH“ ([4]) freundlicherweise zur Verfügung gestellt.
- [4] Montenbruck, O.; Pfleger, T.: *Sonnenfinsternisse mit dem Personalcomputer selbst berechnet*, Sterne und Weltraum 29/12, 738 (1990).
- [5] Vornholz, D.; Backhaus, U.: *Wer hat recht – Aristarch oder der Sextant?*, Astronomie und Raumfahrt 20/31, 20 (1994).
- [6] Vornholz, D.: *Astronomie auf Klassenfahrten*, Westermann: Braunschweig 1994.