Astronomie und Schule : Schul-Projekt "Veränderlichkeit des Sternenhimmels" : Erfahrungen mit "Bedeckungs-Veränderlichen"

Autor(en): **Kohl, Michael**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **58 (2000)**

Heft 296

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-898556

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Zu vermuten ist auch, dass sich vor allem die Priesterastronomen ein grosses astronomisches Wissen angeeignet haben, das möglicherweise weit über die Kenntnisse unserer heutigen Mitbürger hinaus ging. Funde belegen, dass schon vor Jahrtausenden Ritzungen in Holz der Bestimmung des Kalenders dienten. Mit Recht gilt die Astronomie als die älteste Wissenschaft. Die Kenntnis der Präzession oder die Voraussage von Finsternissen vor über 2000 Jahren ist ein weiterer Beweis für diese Annahme.

Astronomie ist auch für uns wie kein anderer Forschungsbereich mit so vielen gefühlsmässigen Regungen, romantischen Vorstellungen und persönlichen Emotionen verbunden. So haben Dichter und Musiker versucht, ihre astrale Faszination in Wort und Ton auszudrükken. Die Tatsache, dass der Rhythmus unseres täglichen Lebens allein von astronomischen Vorgängen bestimmt wird, tritt spätestens wieder nach dem Besuch einer Volkssternwarte in unser Bewusstsein. Denken wir an die tägliche Rotation der Erde, den Wechsel in der Lichtgestalt des Mondes und an den Umlauf der Erde um die Sonne, der für die Entstehung der Jahreszeiten verantwortlich ist.

Zu keiner Zeit in der langen Geschichte der Astronomie ist so viel Wissen zusammengetragen worden, wie in unseren Tagen. Noch nie in der Menschheitsgeschichte war es möglich, so tief in die scheinbar unendliche Grösse des Universums vorzudringen und so weit zurück in die Vergangenheit zu schauen. Mit den Deep Sky-Aufnahmen des Hubble Teleskops konnten Aufnahmen von Galaxien gewonnen werden, wie sie sich vor etwa 13 Milliarden Jahren präsentierten. Ein Blick in den Kosmos ist demnach immer auch ein Blick in die Vergangenheit, zum Teil auch in unsere Vergangenheit. Fast täglich berichten uns die Medien über solche und andere neue Entdeckungen oder werden phantastische Aufnahmen der Fachastronomen veröffentlicht.

Demonstatoren der Volkssternwarten, die oft ein erstaunliches Allgemeinwissen besitzen, sind sozusagen die Priesterastronomen unserer Zeit und gewissermassen das Bindeglied zwischen dem grossen Publikum, das meist mit der unendlichen Vielfalt und der Grössenordnung des Universums nicht so vertraut ist, und den Fachstronomen mit ihren für den Laien unzugänglichen Grossobservatorien. Viele Amateurastronomen sehen aus diesem Grund einen Teil ihrer Aufgabe darin, den zum Teil schwer verständlichen Fachjargon in eine für Laien verständliche Sprache umzusetzen.

Kaum jemand, der mit Interesse eine Volkssternwarte besucht und durch ein Fernrohr die Sonne, den Mond, Planeten oder eine ferne Galaxie gesehen hat, oder wer einmal erleben durfte, mit welcher Begeisterung selbst Kinder im Vorschulalter Astronomie erleben, wird ernsthaft den Sinn der astronomischen Forschung in Frage stellen, im Gegenteil, er wird sich bewusst, dass die Sterne einen Menschen völlig in seinen Bann ziehen können. Eines ist sicher, Astronomie hat wie Architektur, Bildhauerei, Musik oder Malerei einen wesentlichen Anteil zur kulturellen Entwicklung der Menschheit beigetragen.

Wer mit der Welt im Grossen und mit den Vorgängen im Kosmos vertraut und sich beispielsweise der Zerbrechlichkeit unseres blauen Planeten bewusst ist, wird gewisse Dinge in unserem täglichen Leben anders gewichten als jener, dem diese Kenntnisse fehlen. Dass uns HANS BAUMANN mit der Stiftung Sternwarte Uitikon solche Einblicke in diese Gedankenwelt und diese Grössenordnung ermöglicht hat, dafür können wir ihm nicht genug danken.

Ihnen danke ich für die Aufmerksamkeit.

ARNOLD VON ROTZ
Mitglied des Stiftungsrates

Astronomie und Schule

Schul-Projekt «Veränderlichkeit des Sternenhimmels»: Erfahrungen mit «Bedeckungs-Veränderlichen»

MICHAEL KOHL

Ein ausserirdisches Thema

Als Sekundarlehrer im Kanton Zürich hat man zwar (noch!) grosse Freiheit bei der Wahl der Unterrichtsgegenstände, die Astronomie fristet gewöhnlich aber doch ein bescheidenes Dasein und beschränkt sich meist auf das Sonnensystem und allenfalls etwas Himmelsmechanik. Mehr Möglichkeiten etwas tiefer in die Materie einzudringen, bieten daher Wahlfachkurse im 9. Schuljahr, die nur von besonders interessierten Schülerinnen und Schülern besucht werden. Ich wählte das Thema «Die Veränderlichkeit des Sternenhimmels» und möchte im folgenden von meinen Erfahrungen berichten.

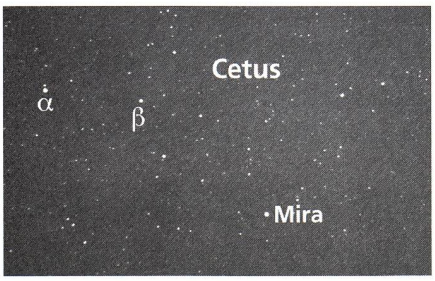
Ist der Himmel unveränderlich?

Die Wahlfachteilnehmerinnen und -teilnehmer hatten von mir den Auftrag, wann immer möglich, einen Blick auf den gestirnten Himmel zu werfen und ihn nach veränderlichen Elementen jenseits der Atmosphäre abzusuchen. Neben dem Mond und Flugzeugen wurden von einigen «vorbelasteten» Schülern bald auch Planeten als veränderlich gemeldet. Die tägliche Drehung und die jährliche Bewegung um die Sonne stellten schon höhere Ansprüche an das Vorstellungsvermögen. Satelliten wurden gefunden und nach einigen Anläufen mit genauen Anweisungen meinerseits wurde auf von Schülerinnen selber gewonnenen Dias der Prototyp aller Veränderlichen, Mira wiederentdeckt (Abb.1). Veränderlichkeit bezieht sich also auf den Ort am Himmel, aber auch auf die Zeit. Ein gemeinsamer Beobachtungsabend sollte nun weitere Fragen klären helfen und neu sollten kurzperiodisch veränderliche Sterne beobachtet werden.

Die Quadratur des Kreises

Man nenne den Schülern einen Termin und einen Treffpunkt und los geht der Astronomieabend! Weit gefehlt! Ne-

Fig. 1. Mira strahlt im Lichte seines Maximums (2.Feb. 1997).



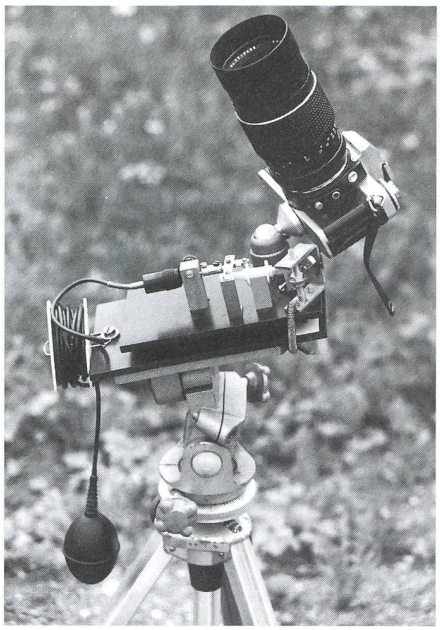


Fig. 2. Mit Luftpumpenbetrieb erschütterungsfreies Nachführen eines 200mm Teleobjektivs.

ben Verpflichtungen jeglicher Art spielt vor allem das Wetter in unseren Breiten nicht mit. Der Mond sollte nicht stören und zudem muss zwecks Einführung in das Gebiet der Bedeckungsveränderlichen ein solches Objekt mit grosser Helligkeit, genügend Amplitude und einem günstigen Minimumszeitpunkt gefunden werden. Nach einigen erfolglosen Versuchen gab ich dieses Unterfangen auf, denn mein Unterrichtsprogramm wollte ich ebenfalls fortsetzen.

Minimumsbeobachtung im Klassenzimmer

Einige der oben angesprochenen Probleme bleiben auch für ein Ein-Mann-Unternehmen erhalten, jedoch ist man insgesamt viel flexibler. So schoss ich mit einem 200mm Teleobjektiv in der Nacht vom 9./10. März 1997 während fast sieben Stunden 26 Bilder von der Himmelsgegend um U Cepheii (Bedekkungsveränderlicher). Die jeweils zweiminütigen Belichtungen gelangen auf einer eigens für solche Zwecke gebauten manuellen Nachführeinrichtung (Abb. 2). Ich präsentierte Papierkopien dieser Aufnahmereihe meinen Schülerinnen und Schülern und gab erneut den Auftrag, Veränderungen zu suchen. Nach einigem ratlosen Kopfschütteln und falschen Alarmen wegen Unreinheiten auf den Negativen half ich mit einer Lochmaske nach, welche den fraglichen Himmelsausschnitt eingrenzte. Jetzt entdeckten gleich einige Teilnehmer die Variabilität von U Cep (Abb. 3). Die nächste Aufgabe bestand nun im Sortieren der Bilder nach einem sinnvollen Kriterium. Alle gleichhell scheinenden Bilder, in stetig ab- oder aufsteigender Folge und in einem Fall nach der Helligkeit des Himmelshintergrundes (!) wurde sortiert. Niemand kam von sich aus auf die Idee eines symmetrischen Vorgangs. Mit meiner Hilfe und den entsprechenden Zeitangaben wurden die Bilder danach in der richtigen Reihenfolge platziert. Ab diesem Moment war es nur noch ein Katzensprung bis zu einer Lichtkurve, in der die Helligkeit gegen die Zeit aufgetragen wird.

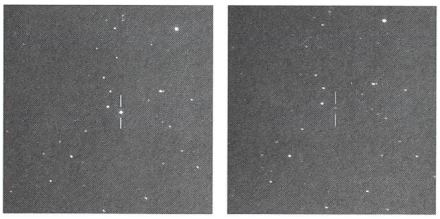
Erklärungsversuche

Ich stellte die Frage nach dem Grund für einen so riesigen Gasball, wie es unsere Sonne und andere Sterne darstellen, innerhalb so kurzer Zeit (in wenigen Stunden) ihre Helligkeit derart zu verändern. Sensibilisiert durch die Mira-Sterne fiel der Verdacht schnell auf Pulsationen. Die Tatsache, dass während der nicht fotografierten Periodenphase die Helligkeit unverändert auf dem Maximum bleibt, liess diese Idee schnell vergessen. Der Hinweis auf in unserem Sonnensystem stattfindende periodische Verfinsterungen brachte schliesslich die Idee einer Sternfinsternis hervor, wobei die Schüler zuerst an bedeckende dunkle Planeten dachten. Die Hälfte aller Sterne am Himmel sind aber mindestens Paare, und einige von ihnen stehen mit ihren Umlaufsebenen so zu den Beobachtern auf der Erde, dass diese eine gegenseitige Bedeckung wahrnehmen (Abb. 4).

Lichtkurven, na und?

Nachdem nun der Vorgang in allen Köpfen Gestalt annahm, erstellte jeder Kursteilnehmer und jede Kursteilnehmerin eine eigene Lichtkurve. Dabei war es ganz wichtig, dass unabhängige Schätzungen vorgenommen wurden. Jede Person wählte sich ein Set von drei Vergleichssternen und schätzte darauf die Helligkeit von U Cep im Vergleich dazu. Zusammen mit der zugehörigen Aufnahmezeit liess sich jede Schätzung in einem entsprechenden Koordinatensystem eintragen, womit 13 verschiedene Lichtkurven entstanden (Abb. 5). Nach dieser (fast) allen gelungenen Arbeit zeigte sich

Fig. 3. U Cep gibt sich als Bedeckungsveränderlicher zu erkennen.



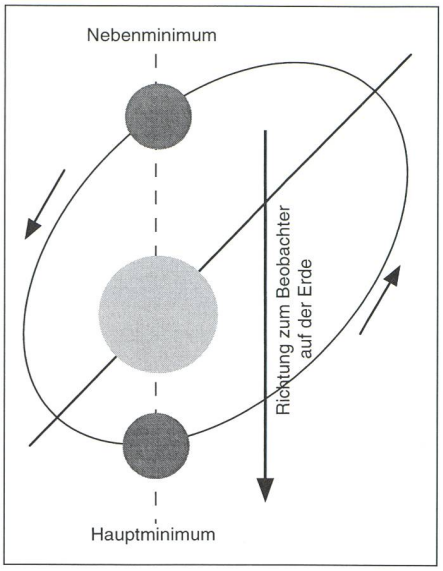


Fig. 4. Pro Umlauf ergeben sich ein Haupt- und ein Nebenminimum.

bei einigen Schülerinnen und Schülern eine gewisse Müdigkeit und Desinteresse, da sie sowieso nur bekannte Dinge nachmachen konnten. Jetzt war es an der Zeit, auf die Wichtigkeit solcher Beobachtungen hinzuweisen.

Bedeckungsveränderliche Sterne bieten eine der ganz wenigen Möglichkeiten, direkt physikalische Grössen wie Radien, Leuchtkraft und Entfernungen recht genau zu vermessen. Da die Umlaufzeiten der Sternpaare oftmals im Bereich von Tagen oder gar Tagesbruchteilen liegen, beeinflussen sich die beiden Komponenten teilweise stark. Beispielsweise ruft der Materieaustausch Periodenänderungen hervor, welche – genau beobachtet – umgekehrt Aufschluss über den Massen-Transfer geben. Solche Effekte sind aus beharrlich visuell erfassten Daten nach einigen Jahren recht exakt abzuleiten.

Ausnahmsweise ist ein Minimum gefragt

Für einmal ist also ein Minimum, nämlich der Zeitpunkt der schwächsten Helligkeit, zu bestimmen! Aus den bereits erwähnten Überlegungen zur Symmetrie einer Bedeckungsveränderlichen-Lichtkurve ergibt sich die elegante Möglichkeit der sogenannten «tracing paper method», um diesen Zeitpunkt der maximalen Bedeckung zu finden. Dabei verwendet man ein Transparentpapier, worauf man sämtliche Beobachtungspunkte der gewonnenen Lichtkurve überträgt, dieses wendet und solange übereinanderschiebt, bis eine möglichst symmetrische Kurve aller Punkte entsteht. Die Mittelsenkrechte zweier Spiegelpunkte schneidet die Zeitachse daraufhin zur Minimumszeit (Abb.6).

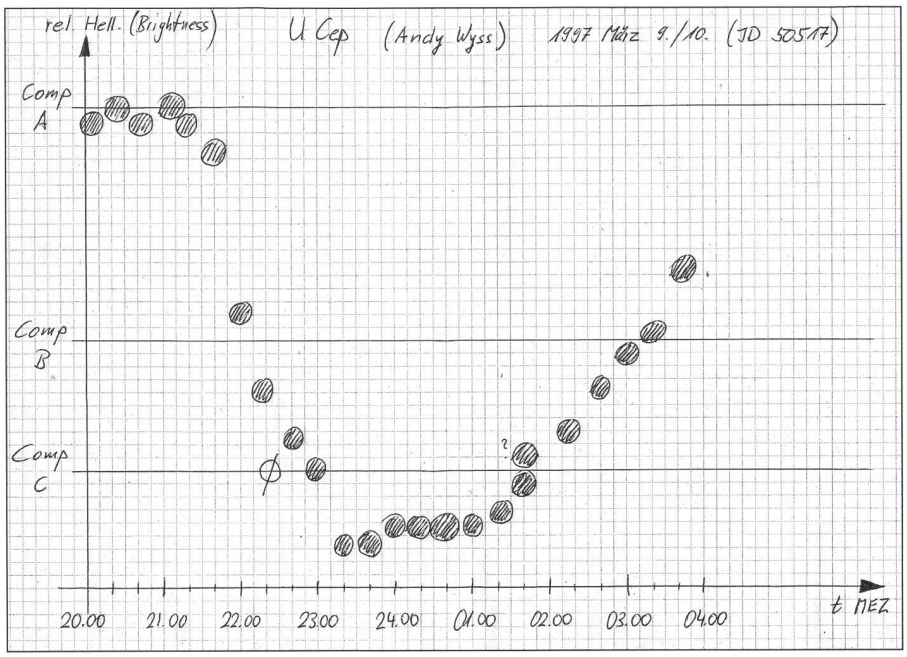
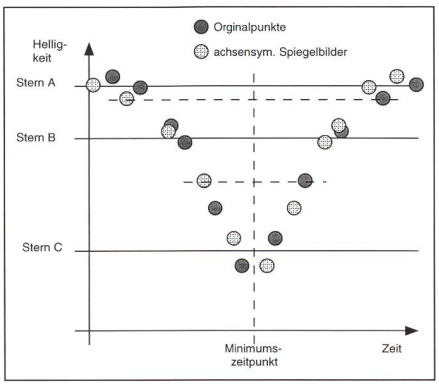


Fig. 5. Ein Schüler-Beispiel einer Lichtkurvenskizze (A. Wyss, Wald ZH).

Fig. 6. Bei der «tracing paper method» werden die Datenpunkte mit ihren Spiegelbildern zu einer möglichst symmetrischen Lichtkurve zusammengefügt.



Fast alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer erhielten auf diese Weise ein Minimum, wobei die Abweichungen bis zu einer halben Stunde betrugen. Gemittelt ergaben die Daten einen sehr ähnlichen Wert, wie ich ihn aus meinen Aufzeichnungen ermittelt hatte. Ich versprach den Schülerinnen und Schülern, die Daten weiterzuleiten und einige Minima erschienen später in einer Ausgabe des BBSAG-Bulletins (periodisch erscheinendes Bulletin der Bedeckungsveränderlichen Beobachter der SAG mit gesammelten Minimumsdaten), worauf sich ein gewisser Stolz breitmachte.

Nun kommt der Computer doch noch zum Einsatz

In Anlehnung an die moderne CCD-Technik erhielt später jeder Schüler und jede Schülerin vier Aufnahmen, welche mit einem Flachbettscanner eingescannt wurden. Anschliessend wurden jeweils eine zuvor von mir festgelegte Anzahl Pixel, welche dem Veränderlichen und drei Vergleichssternen entsprachen, vermessen. Die Helligkeit wurde als Graustufenwert ermittelt und in einer Tabelle eingetragen. Nach anfänglichen technischen Schwierigkeiten bewältigten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer diese Prozedur mit Eifer. Bald stellte sich heraus, dass die Vergleichssterne ebenfalls variabel zu sein schienen, was aber schnell auf eine Ungenauigkeitsstreuung zurückzuführen war. U Cep zeigte als einziger Stern eine reale Veränderung in der erwarteten Art und Weise (Abb. 7). Typischerweise hatten die Schülerinnen und Schüler in solchermassen gewonnenen Daten viel stärkeres Vertrauen, als in ihre visuellen Schätzungen. Pluspunkte gewann die visuelle Methode aber zurück, als die Computer-Minimuszeit recht genau mit dem visuellen Durchschnitt übereinstimmte. Der nächste Schritt in der Bearbeitung solcher Datenreihen wäre eine mathematische Methode zur Minimumsbestimmung (Kwee van Woerden, least square etc.), womit ich die Schülerinnen und Schüler nun nicht mehr behelligen wollte.

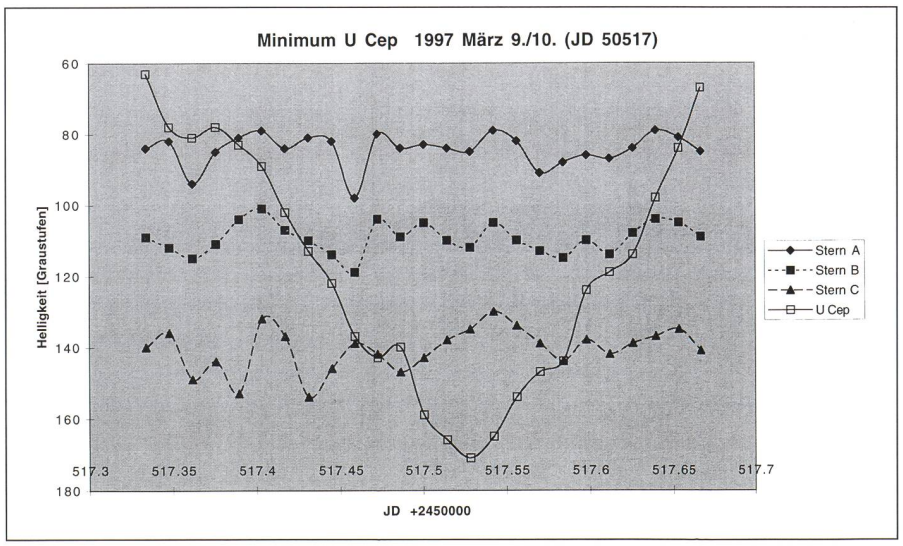
Schlussfolgerung und Dank

Das Echo der Teilnehmerinnen und Teilnehmer überzeugte mich, eine ähnliche Arbeit später erneut in Angriff zu nehmen und bestärkte mich zudem in meiner Überzeugung, dass die Astronomie neben der reinen Wissensvermittlung auch viel an Erfahrung, Erlebnis und Problemlösungsmethodik bietet. Gerne gebe ich meine Unterlagen an Interessierte weiter, um dieses faszinierende Teilgebiet der Astronomie bekannt zu machen.

Ich bedanke mich bei meinem Vater und den Lehrern, welche es verstanden, seinerzeit bei mir das Interesse wachzurütteln.

MICHAEL KOHL
Im Brand 8, CH-8637 Laupen

Fig. 7. Lichtkurve nach Rohdaten gewonnen aus eingescannten Grauwerthelligkeiten von Papierabzügen von U Cepheii.



Bielser Observatorien
im Selbstbausatz **ab Fr. 4850.–**

Fax ++41 61 461 81 77
Tel: ++41 79 659 04 14
E-mail: Bielser.Gerold@datacomm.ch
www.astroinfo.org/bielser/