

Schwarze Sonne über der Ägäis

von Anke Wendt und Peter Stinner

Am 29. März 2006 hatten die Schülerinnen und Schüler der ASTRO – AG des Kopernikus – Gymnasiums in Wissen (Sieg) die Gelegenheit, das Naturschauspiel „Totale Sonnenfinsternis“ live in der Türkei zu erleben. Dabei erhielten sie die Möglichkeit, in einem fächerverbindenden Projekt Beobachtungserfahrungen mit zielgerichtetem Experimentieren zu verbinden.



Bild 1: Das Diamantringphänomen beim 1. Kontakt am 29.03.2006. Mit der Schrift „Schwarze Sonne 2006“ bildete dieses Foto das Logo unserer Ausstellung im Wissener Ausstellungsgebäude „Altes Zollhaus“.

Vorbereitung

Es ist ein großer Nachteil, dass man Fotoexperimente bei einer totalen Sonnenfinsternis nicht annähernd unter Ernstfallbedingungen trainieren kann. Vor diesem Problem standen wir, die ASTRO – AG des Kopernikus- Gymnasiums Wissen, bei der Planung und Vorbereitung der Exkursion zur totalen Sonnenfinsternis in die Türkei. Unser Ziel war es, die am 29. März 2006 stattfindende Finsternis in der Nähe der Zentrallinie zu erleben und photographisch zu dokumentieren. Außerdem war geplant, den zeitlichen Verlauf klimageographischer Größen in Abhängigkeit von der Veränderung der Sonnenbedeckung aufzuzeichnen. Dieses Messprogramm wurde von uns erstmals anlässlich der 1999er Sonnenfinsternis in Süddeutschland entwickelt und in der Zeitschrift Praxis Geographie [1] ausführlich beschrieben.

Da jedoch am 03. Oktober 2005 eine ringförmige Sonnenfinsternis über der Iberischen Halbinsel stattfand, beschlossen wir, diese zu Trainingszwecken zu beobachten.

Im Rahmen einer naturwissenschaftlichen Studienfahrt nach Valencia hatten die Schülerinnen und Schüler unserer Jahrgangsstufe 12 die Möglichkeit, am Beispiel des Naturphänomens „Ringförmige Sonnenfinsternis“ fächerverbindend und projektorientiert zu arbeiten. Dabei wurde das komplette klimageographische Messprogramm, das für die Türkei geplant war, durchgeführt. Außerdem erfolgte die photographische Dokumentation des Finsternisverlaufs. Wieder nach Hause zurückgekehrt, wurden die Daten von den Schülerinnen und Schülern graphisch dargestellt und ausgewertet. Aus diesen Materialien entstand dann eine Ausstellung, die Ende Januar in der Kreisverwaltung Altenkirchen der Öffentlichkeit präsentiert wurde.

Die Erfahrungen, die wir durch unsere Fahrt nach Valencia gewonnen hatten, halfen uns bei der Vorbereitung und Durchführung unserer Exkursion zur totalen Sonnenfinsternis in die Türkei, die vom 24. bis 31. März 2006 stattfand.

Exkursionsverlauf

Bereits am Tag nach der Ankunft in Kemer nahe bei Antalya machte sich unsere Astronomie-Gruppe an die ersten klimageographischen Vergleichsmessungen. Wegen der Umstellung auf die

Sommerzeit am Folgetag wurde am 25. März 2006 von 12 bis 16 Uhr (Ortszeit) gemessen. Die totale Phase der Finsternis am 29. März sollte etwa in der Mitte dieses Zeitintervalls liegen. Kurz nach der Mittagszeit schoben sich jedoch verstärkt Wolken vor die Sonne, so dass die aufgenommenen Messkurven für einen Vergleich mit den Messwerten am Finsternistag nicht optimal waren. Da wir neben unserer naturwissenschaftlichen Arbeit auch das Leben und die Kultur der Türkei näher kennen lernen wollten, nutzten wir die beiden folgenden Tage für einen zweitägigen Ausflug nach Pamukkale. Hier besichtigten wir neben dem großen antiken Friedhof und den Überresten der antiken Stadt Hierapolis mit dem Amphitheater natürlich auch die beeindruckenden Kalksinterterrassen. Auf der Rückfahrt am Montag hatten wir dann die Gelegenheit, ein Teppichknüpfzentrum zu besuchen.

Der Vortag der Sonnenfinsternis stand wieder ganz im Zeichen des eigentlichen Exkursionsthemas. Aufgrund des nicht optimalen Wetters am Samstag entschieden wir uns kurzfristig, noch einmal Vergleichsmessungen durchzuführen. Diesmal spielten die Wetterverhältnisse mit: Es zog nicht eine einzige Wolke am Himmel vorüber.

Am Mittwoch, 29. März 2006, war es dann soweit: Schon früh am Tag wurden letzte Vorbereitungen für unser „Experiment Sonnenfinsternis“ getroffen. Da das Wetter super mitspielte, hatten wir die Möglichkeit, dieses beeindruckende Naturschauspiel unter besten Bedingungen zu erleben. Der folgende Tag, unser letzter Tag vor dem Abflug, wurde teilweise dazu genutzt, die gewonnenen Daten zu sichern und erste Auswertungen zu tätigen.

Der Tag der Finsternis

a. Klimageographische Experimente

Die Erfassung der klimageographischen Messwerte erfolgte teilweise automatisiert, teils von Hand. Über ein CBL2 (Calculator Based Laboratory) an einem TI-Voyage200-Graphik-Taschenrechner wurden Temperatur, Luftdruck und relative Luftfeuchtigkeit im Minutentakt automatisch registriert. Zum Aufzeichnen der Umgebungshelligkeit (Helligkeit des gesamten Himmels) stand ein CorEx Logger der Firma Cornelsen Experimenta mit Luxsensor zur Verfügung. Die Helligkeit des Himmels im Zenit wurde mit einem Eigenbauinstrument gemessen: Ein Brillenglas mit +2dpt bildete einen ca. 1 Grad großen Bereich des Himmels auf einen Photowiderstand (LDR) ab. Die Stromstärke im LDR war dann ein Maß für die Zenithelligkeit. In zwei orthogonalen, in Nord-Süd- bzw. in Ost-West-Richtung montierten Röhren waren Handwindmesser eingebaut. Damit waren die Messungen von Windgeschwindigkeit und Windrichtung möglich.



Bild 2: Drei unserer Schüler beim Photographieren der partiell verfinsterten Sonne durch zwei Spiegelobjektive (sog. „Russentonnen“)

Bei den Vergleichsmessungen an den Vortagen und bei den manuellen Messungen am Finsternistag wurde in der Zeit von 11.00 bis 15.00 Uhr (Ortszeit) im 5 – Minuten – Takt gemessen. In einem 20minütigen Intervall rund um die Totalität erfolgten auch die manuellen Messungen im Minutentakt.

b. Photographische Experimente

Auf einer GP-DX-Montierung kamen zwei Spiegelobjektive ($f=1000\text{mm}$ mit Blende 10 bzw. $f=500\text{mm}$ mit Blende 11) und eine Webcam zum Einsatz (s. **Bild 2**). Letztere war an ein normales 300mm-Teleobjektiv angepasst. Eine EQ3-2-Montierung trug zwei Refraktoren vom Discounter Lidl ($f=700\text{mm}$ bei Blende 10), wovon einer in afokaler Okularprojektion mit einer Digitalkamera Canon-Powershot-A60 betrieben wurde. Die Webcam am zweiten Refraktor war in der Fokalebene verschiebbar, um wechselnde Ausschnitte des Sonnenrandes beobachten zu können. Auch die photographischen Aufnahmen erfolgten in der Zeit zwischen dem 1. und dem 4. Kontakt alle 5 Minuten. Zwischen dem 2. und 3. Kontakt wurde mit unterschiedlichen Belichtungszeiten photographiert. Diese waren gemäß [2; 3]

so gewählt, dass zum einen die Phänomene Diamantring, Protuberanzen, Chromosphäre und zum anderen die verschiedenen Bereiche der Korona aufgenommen werden konnten.

Mit Webcam- Aufnahmen wurde das Geschehen rund um den 2. und 3. Kontakt dokumentiert. Das Gesamtambiente ist mit einer DV – Videokamera und einer Fischaugenoptik festgehalten worden.



Bild 3: Das mit dem Fischaugen-Objektiv aufgenommene Bild fängt die Atmosphäre während der Verfinsternung ein

c. Rund um die Totalität

Obwohl der häufig in der Literatur beschriebene Finsterniswind ausblieb, war dennoch eine Vielzahl anderer Phänomene zu beobachten. Etwa eine halbe Minute vor dem 2. Kontakt kündigte sich die herannahende Totalität mit fliegenden Schatten an. Diese zogen mit großer Geschwindigkeit nahezu küstenparallel wellenförmig über den Strand.

Die Landschaft tauchte in ein fahlgraues Licht, der Horizont über dem Meer im Osten verfärbte sich rötlich.

Die nur 3:31 Minuten andauernde Totalität hielt eine Fülle von Eindrücken für unsere Gruppe bereit, die in so kurzer Zeit gar nicht alle verarbeitet werden konnten: die Perlschnur, der Diamantring, die schwarze Sonne mit ihrer hell strahlenden Korona Sogar die Venus wurde im Westen über dem Taurusgebirge sichtbar.

Es ist schon verwunderlich, dass trotz der enormen emotionalen Belastung in diesen wenigen Minuten unseren Schülerinnen und Schülern alle Messungen und Experimente fehlerfrei und lückenlos gelangen.

d. Datensicherung und erste Auswertung

Am Abend des Finsternistages und am Folgetag wurden noch vor Ort alle digital vorliegenden Photographien und Videos gesichtet, sortiert und auf CD/DVD gesichert. Anschließend erfolgte die Konvertierung und Sicherung der mittels CBL 2/Voyage200 automatisch gewonnenen Messwerte in Excel – Tabellen.

Aufarbeitung der Daten

Nach der Exkursion machten sich die Schülerinnen und Schüler unserer ASTRO - AG mit großem Eifer an die Aufarbeitung und Auswertung der aus der Türkei mitgebrachten Materialien. Die Auswertung der klimageographischen Messwerte erfolgte in mehreren Schritten. Als erstes wurden sämtliche Excel - Diagramme übersichtlich formatiert. Dabei wurden sich offensichtlich beeinflussende klimageographische Größen ausgewählt und paarweise in gemeinsamen Diagrammen dargestellt (s. Beispieldiagramme in **Bild 4**). Anschließend wurde vor dem Hintergrund bekannter physikalischer und naturgeographischer Gesetzmäßigkeiten versucht, die entscheidenden Aussagen der Diagramme prägnant und allgemein verständlich zu formulieren.

Das belichtete Filmmaterial wurde in einem Kölner Fachlabor entwickelt und von uns selbst mit einem hochwertigen Minolta – Scanner digitalisiert. Von den schönsten Fotos wurden Posterabzüge für die im folgenden beschriebene Ausstellung angefertigt.

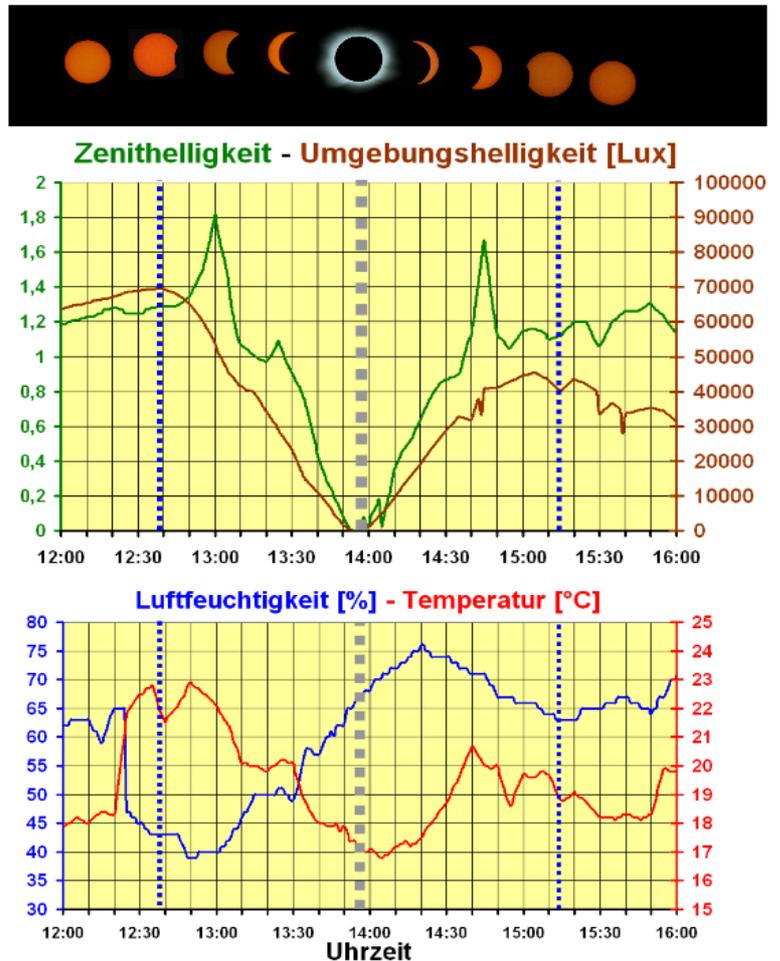


Bild 4: Die obere Serienaufnahme des Finsternisverlaufs zeigt qualitativ die zeitliche Entwicklung der Sonnenbedeckung. Darunter sind im gleichen Zeitmaßstab die Verläufe von Zenithelligkeit, Umgebungshelligkeit, relativer Luftfeuchtigkeit und Temperatur dargestellt. Die dünnen gepunkteten Linien markieren den ersten und den vierten Kontakt, der breitere unterbrochene Blockstreifen den Zeitraum der totalen Verfinsterung der Sonne. - Die auffallenden Maxima bei der Zenithelligkeit um 13.00 Uhr und kurz nach 14.30 Uhr haben ihre Ursachen in durchziehenden Zirruswolken und Kondensstreifen von Flugzeugen. Auf die Umgebungshelligkeit hat dieser Effekt nur kurz nach 13.30 Uhr eine minimale Auswirkung.

Ausstellung

Im Anschluss an die Aufarbeitung der Daten hatte unsere ASTRO – AG die Möglichkeit, ihre Arbeitsergebnisse der Öffentlichkeit in der Schulstadt Wissen zu präsentieren. Dazu wurde uns von der Stadtverwaltung das „Alte Zollhaus“ mit mehreren Ausstellungsräumen zur Verfügung gestellt. Besonders stolz waren die Schülerinnen und Schüler, dass ihre Vernissage, zu der etwa 70 Gäste anwesend waren, vom Bürgermeister der Stadt eröffnet wurde. In der Ausstellung „Schwarze Sonne 2006“ präsentierten die Schülerinnen und Schüler nicht nur die in den letzten Monaten fertig gestellten und mit erläuternden Texten versehenen Fotos und Diagramme, sondern auch eine Reihe von Experimenten, die dem „normalen“ Besucher das Himmelsgeschehen bei einer Sonnenfinsternis veranschaulichen sollten. In einem der Versuche wurden beispielsweise mit einfachen Mitteln sowohl eine ringförmige als auch eine totale Sonnenfinsternis simuliert (**Bild 5**). Ein anderes Experiment zeigte, weshalb die von uns gemessene Zenithelligkeit einige Minuten nach Beginn der Sonnenbedeckung kurzfristig anstieg (s. Diagramm in **Bild 4**). Zu diesem Zweck ließen die Schüler eine kleine weiße Wolke (A4 – Blatt) vor einem blauen Himmel (größerer Karton an der Raumdecke) vorbeiziehen. Dabei wurde ersichtlich, dass die Wolke von unserer selbstgebauten Messoptik heller wahrgenommen wurde, als der hellblaue Himmel. Unsere Ausstellung war für eine Woche geöffnet. In dieser Zeit nutzten 18 Schulklassen der Jahrgangsstufen 4 bis 12 die Möglichkeit, sich von den Schülerinnen und Schülern der ASTRO – AG ihre Arbeitsergebnisse zeigen und erklären zu lassen.



Bild 5: Halogenlampe – Konduktorkugel – Webcam statt Sonne – Mond - Erde: Zwei Ausstellungsbesucher im Grundschulalter erfahren in einem Mitmachexperiment die geometrischen Verhältnisse bei totalen, ringförmigen und partiellen Sonnenfinsternissen.



Bild 6: Ausstellung „Schwarze Sonne 2006“: Ein Schüler der ASTRO-AG demonstriert den Schülerinnen und Schülern einer Grundschulklasse unser Eigenbaugerät zur Messung der Zenithelligkeit. Stellvertretend für eine helle Wolke zieht gerade ein weißes Papierblatt vor dem „blauen Himmel“ (blaue Pappe an der Decke) vorbei. Auf dem Y-T-Schreiber entsteht ein Kurvenverlauf wie in Bild 4 bei der Zenithelligkeit gegen 13.00 Uhr und kurz nach 14.30 Uhr.

Fazit

Die an unserer Exkursion beteiligten Schülerinnen und Schüler gehörten der Jahrgangsstufe 12 an. Prinzipiell sind das beschriebene Photoprogramm und insbesondere die klimageographischen Experimente auch mit jüngeren Schülern und bei anderen Gelegenheiten durchführbar. In der Literatur [4] findet man ausführliche Vorschläge für die Planung und Realisierung ähnlicher Projekte im Umfeld diverser (auch andersartiger) Finsternisse. Dort finden sich auch organisatorische Hinweise für die Durchführung solcher Experimente im Rahmen von Projektwochen und für einzelne fächerverbindende Projektstage.

Ausführlichere Ergebnisse unserer Türkei – Exkursion (Bilder und Diagramme) findet man unter [5].

Literatur

- [1] Wendt, A., Stinner, P.: Experiment Sonnenfinsternis, Praxis Geographie 30 (1/2000), Braunschweig 2000
- [2] Meiser, G.: Reise zur Finsternis, GM-Publikationen, Saarlouis 1989
- [3] Friedrich, S. u. P.: Finsternisse, Oculum-Verlag, Erlangen 2005
- [4] Stinner, P., Wendt, A.: Experiment Sonnenfinsternis - Fächerverbindendes Lernen im Umfeld eines astronomischen Phänomens,
http://science-on-stage.de/data/science/de/data/Link_537_downlaod.pdf
- [5] www.sternwarte-betzdorf.de

Anschrift der Autoren:

Anke Wendt
Peter Stinner

Kopernikus-Gymnasium
Pirzenthalerstr. 43
57537 Wissen

E-Mail:
wendtanke@aol.com
peter.stinner@gymnasium-wissen.de