©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen
Band 26, S. 7–14, 2000

Die Sonnenfinsternis vom 11. 8. 1999

Andreas Hänel

Kurzfassung: Die Beobachtung der totalen Sonnenfinsternis in der Champagne mit verschiedenen Geräten wird beschrieben. Mit langbrennweitigen Optiken wurde die Korona und die Chromosphäre aufgenommen, die Dias digitalisiert und dann digital weiterverarbeitet. Mit einem Objektivgitter-Filter wurde das Flash-Spektrum fotografiert. Der Temperaturverlauf wurde in der Totalitätszone und in Osnabrück erfasst, ebenso wie die Sonneneinstrahlung und die Erträge der Photovoltaikanlage.

Abstract: Observations of the total solar eclipse in the french Champagne with different instruments are described. Optics with long focal lengths were used to photograph the chromosphere and the corona. These pictures were digitized and then digitally processed. The flash spectra were photographed using an objective transmission grating. The temperature was enregistered within the zone of totality and at Osnabrück, as well as solar irridiance and the energy produced by the photovoltaic elements on the roof of the museum.

Key words: total solar eclipse, chromosphere, corona, flash spectrum, eclipse weather

Autor:
Dr. Andreas Hänel, Museum am Schölerberg, Am Schölerberg 8,
D-49082 Osnabrück, email: ahaenel@uos.de

1 Vorbereitungen – Das Wetter

Am 11.8.1999 fand in Deutschland das seltene Naturschauspiel einer totalen Sonnenfinsternis statt. Selten, wenn bedacht wird, dass die letzte zuvor am 19.8.1887 (bei größtenteils wolkenverhangenem Himmel) stattfand und die nächste erst am 3.9.2081 zu sehen sein wird. Oft wird die Vermutung geäußert, die letzte totale Sonnenfinsternis habe in den sechziger Jahren stattgefunden, doch die Finsternis vom 30.6.1954 war in Südschweden total und die am 15.2.1961 in Norditalien, in Deutschland waren beide nur als partielle zu sehen. Das fahle Licht einer mehr als 90% verdunkelten Sonne mitten am Tag ist zwar bereits eindrucksvoll, doch nicht mit der völligen Dunkelheit während der Totalität zu vergleichen.

Die Totalitätszone, in der die Sonne vom Neumond vollständig verfinstert wird, war maximal 112 km breit und traf östlich vor Neufundland erstmals auf die Erde. Sie verlief dann über den nördlichen Atlantik, die äußerste Südwestspitze Großbritanniens, Nordfrankreich, Süddeutschland, Österreich, Ungarn, Rumänien, die Türkei, Iran und Indien, wo der Mondschatten die Erde wieder verließ (Espenak & Anderson 1997). Die Wettervorhersagen, basierend auf langjährigen Wetterstatistiken, gaben für Süddeutschland eine maximale Wahrscheinlichkeit von 50–60% für klaren Himmel an, erst weiter im Osten, in Ungarn, Rumänien, der

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Türkei und noch weiter östlich waren die Vorhersagen günstiger.

Einige Tage vor der Finsternis setzten sich Tiefdruckstörungen von Westen durch. Das Wetter war auch wenige Tage vor der Finsternis nicht exakt vorhersagbar, in Mitteleuropa sollte die größte Chance für klaren Himmel in Westfrankreich, Südwestdeutschland und im Chiemgau sein, sonst erst wieder im östlichen Ungarn.

Der Autor brach am Vortag der Finsternis nach Metz auf, am Morgen des Finsternistages wurde vom französischen Wetterdienst Meteofrance nur für die Gegend um und westlich von Reims gutes Wetter vorhergesagt. Der Beobachtungsplatz wurde bei dem Ort St. Morel (Standpunkt bestimmt mit Hilfe eines GPS-Empfängers: φ = 49°20'15.7" N, λ = 4°42'54.2" E), 5 km südlich von Vouziers, 30 km nordöstlich von Reims, gewählt. Vouziers befand sich exakt auf der Zentrallinie, somit lag der Beobachtungsort auch etwa 5 km südlich der Zentrallinie. Für Vouziers waren folgende Kontaktzeiten (in Universal Time UT = Mitteleuropäische Sommerzeit MESZ – 2 Stunden) für die Finsternis vorhergesagt (Bureau des Longitudes, 1997):

1. Kontakt – Beginn der Finsternis	9:07:27,7 UT
2. Kontakt – Beginn der Totalität	10:25:29,6 UT
Mitte der Finsternis	10:26:38,0 UT
3. Kontakt – Ende der Totalität	10:27:46,4 UT
4. Kontakt – Ende der Finsternis	11:48:53,1 UT

Nachdem am frühen Morgen der Himmel noch vollständig bedeckt war, lockerte er während der partiellen Phase immer weiter auf, am Standort war während der Totalität die Sonne weitestgehend wolkenfrei, nur einige dünne Wolkenfetzen zogen gegen Ende vor der Sonne her. Bereits wenige Kilometer weiter entfernt hatten Beobachter das Pech, dass während der Totalität die Sonne von Wolken bedeckt war.

Während der Totalität zeigte die silbrig schimmernde Korona viele filigrane Strahlen, die nicht alle radial verliefen, sondern sich teilweise kreuzten. Deutlich waren die rosa schimmernden Protuberanzen zu erkennbar. Östlich der verfinsterten Sonne leuchtete die Venus, westlich, wesentlich schwächer Merkur. Weitere Planeten und Sterne konnten wegen der starken Bewölkung nicht entdeckt werden.

2 Das Beobachtungsprogramm

Die partielle Phase wurde mit einem russischen Maksutov-Teleobjektiv mit 1000 mm Brennweite, Öffnungsverhältnis 1:11, aufgenommen. Eine ND 3,5-Folie der Firma Baader, die das Sonnenlicht um den Faktor 3000 abschwächt, wurde mit dem Orangefilter, das der Optik beilag, zur Reduzierung des hellen Sonnenlichts vor die Optik gesetzt. Tests hatten zuvor ergeben, dass ein 100 ASA Diafilm bei 1/1000 s Belichtungszeit richtig belichtete Aufnahmen lieferte, zudem ergab die Filterkombination eine Farbe der Sonne, die etwa der natürlichen entsprach. Deutlich war eine Sonnenflecken-Gruppe bestehend aus drei Einzelflecken nahe der Mitte der Sonnenscheibe zu erkennen. Während der Totalität wurde die innerste Korona und die Protuberanzen ohne Filter mit Belichtungszeiten bis zu 1/250 s aufgenommen werden.

Für die Aufnahme der Korona war ein Foto-Objektiv mit 500 mm Brennweite, Öffnungsverhältnis 1:5,6, bestimmt. Als Aufnahmematerial wurde ein 400 ASA Film gewählt, die Belichtungszeiten wurden über den weiten Bereich von 1/500 s bis zu 10 s variiert, um möglichst viele Nuancen im starken Helligkeitsabfall der Korona erfassen zu können.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Vor ein Foto-Objektiv mit 100mm Brennweite und einem Öffnungsverhältnis von 1:4, wurde ein Beugungsgitter gesetzt, um das Flash-Spektrum aufzunehmen. Das Gitter lag im August 1997 der französischen Astronomie-Zeitschrift *Ciel et Espace* bei. Die Größe des Gitters entspricht einem Kleinbilddia, leider gibt es in der Zeitschrift keine Angaben über die Zahl der Gitterlinien, die wesentlich Dispersion (Aufweitung des Spektrums) und Auflösungsvermögen bestimmen. Aufnahmematerial dieser Spektrographenkamera war ein 400 ASA-Diafilm, die Aufnahmen erfolgten in der 1. Ordnung.

3 Auf Fraunhofers Spuren – das Flash-Spektrum

Als nur noch eine schmale Sonnensichel zu sehen war, wurde die Kamera mit dem Gitter auf die Sonne ausgerichtet: hell strahlte das kontinuierliche Spektrum der Sonnenphotosphäre. Die Sonne war bereits so schmal, dass nun bereits die Fraunhoferschen Absorptionslinien als Abbild der Sichel mit dem Auge zu sehen waren, die dünne Sichel wirkte wie ein Spektrographenspalt. Aufnahmen wurden mit einer Belichtungszeit von 1/1000 s gemacht, trotzdem waren sie überbelichtet und nur im Blauen sind einige Absorptionslinien erkennbar. Mit dem Verschwinden der Photosphäre verschwand das Kontinuum mit den Absorptionslinien, statt dessen wurden die charakteristischen Emissionslinien des Flash-Spektrums sichtbar. Diese Emissionslinien entstehen in der dünnen Chromosphäre, die sich wenige 1000 Kilometer über die Photosphäre erstreckt. Das Flashspektrum ist nur für wenige Sekunden zu Beginn und am Ende der Totalität zu sehen. Es wurde mit Belichtungszeiten zwischen 1/250 s und 1/60 s aufgenommen, diese Aufnahmen erwiesen sich leider als unterbelichtet. Die Auswertung der Fotos ergab eine reziproke lineare Dispersion (als Maß für die Aufweitung des Spektrums) von 11.1 nm/mm. Das kontinuierliche Spektrum mit den Absorptionslinien kurz vor dem zweiten Kontakt, die Flashspektren vom 2. und 3. Kontakt sind in Abb. 1 zusammengestellt, wobei einige helle Spektrallinien mit den verursachenden Elementen identifiziert wurden.

Die Aufnahmen der langbrennweitigen Kamera zeigen mehrere Protuberanzen: einige flache am östlichen Rand, jeweils eine größere am nördlichen und südlichen Rand, drei größere am westlichen Rand, eine weitere schwebt rund 70 000 km über dem Mondrand (Abb. 2). Diese Aufnahmen können gut mit Bildern der Sonne im monochromatischen Licht der roten Hα-Linie (Wellenlänge 656nm), wie sie an manchen Sternwarten regelmäßig aufgenommen werden, verglichen werden. Weiterhin lassen sich die Aufnahmen gut mit Bildern vergleichen, die von Satelliten (Yokhoh, SOHO, TRACE) im Ultraviolett- oder Röntgenlicht aufgenommen wurden. In diesen Spektralbereichen sind vor allem extrem heiße Gebiete gut zu sehen, am Sonnenrand fallen sie oft mit helleren Gebieten der inneren Korona zusammen, wie sie während der Finsternis in den nördlichen Sonnenbreiten erkennbar waren.

Die Aufnahmen der Korona zeigen die Symmetrie einer Maximumskorona mit zahlreichen Strahlen (Abb. 3). Die Feinheiten sind allerdings wegen des starken Helligkeitsgradienten auf den Bildern nicht zu erkennen: auf den kurzbelichteten sind nur die inneren Bereiche zu sehen, während diese auf den langbelichteten überbelichtet sind. Dafür sind dann die äußeren Strukturen erkennbar. Die Aufnahmen mit den Belichtungszeiten von 5 und 10 s sind allerdings überbelichtet, auf ihnen sind auch Wolken zu erkennen. Um die Strukturen auch über größere Bereich erkennen zu können, kann ein radiales Ver-

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

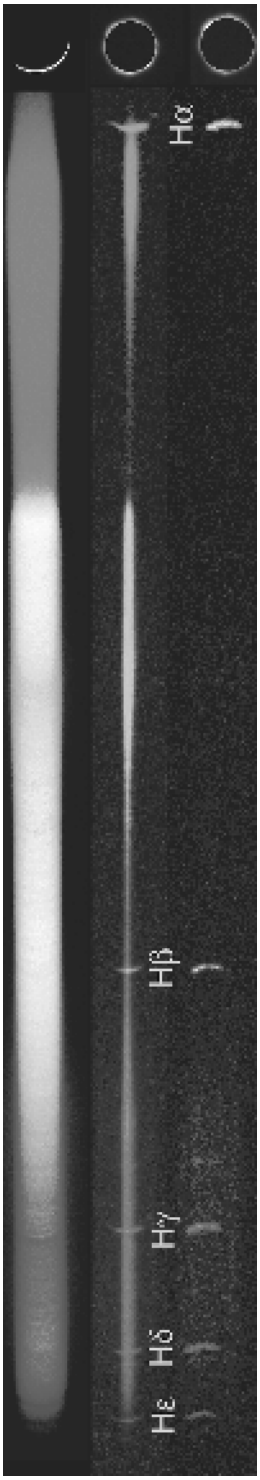


Abb. 1:
oben: Das kontinuierliche Spektrum der Sonnenphotosphäre kurz vor dem 2. Kontakt, die Absorptionslinien erscheinen als schmale Sichelbögen.
mitte: Das Flash-Spektrum beim 2. Kontakt mit einzelnen Emissionslinien der Chromosphäre.
unten: dto. beim 3. Kontakt.
Weitere Aufnahmedaten im Text, am rechten Bildrand ist der direkte Anblick wiedergegeben.

laufsfilter eingesetzt werden, das die innere Korona stärker abschwächt als die äußere, wodurch die Strukturen besser sichtbar werden. Nachdem die Bilder mit einem Dia-Scanner digitalisiert wurden, konnten die einzelnen, unterschiedlich lang belichteten Bilder im Computer mit einem Bildverarbeitungsprogramm überlagert werden und damit die Strukturen ebenfalls besser sichtbar gemacht werden. Auch hier bietet sich ein Vergleich mit den Bildern des Instrumentes LASCO (Large Angle Spectroscopic Coronograph) an Bord des Sonnensatelliten SOHO an. Werden die Bilder der Finsternis mit den Aufnahmen der Raumsonde überlagert, lassen sich die Strukturen von nahe der Sonnenoberfläche bis weit hinaus in den Weltall verfolgen.

Mit 2 automatischen Sensoren, die normalerweise zur Klimakontrolle in den Museen eingesetzt werden, wurde während der Finsternis die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit gemessen. Die Daten der Sensoren wurden in Osnabrück mit einem Computer ausgelesen und ausgewertet. Die Messwerte der beiden Sensoren unterscheiden sich kaum, die Kurven eines Sensors sind in Abb. 4 dargestellt. Trotz des wechselnden Einflusses der Bewölkung ist deutlich ein Temperaturabfall um 6 Grad zu erkennen. Das Temperaturminimum tritt erst etwa 25 Minuten nach der Finsternismitte auf. Mit abnehmender Temperatur ist die Luftfeuchtigkeit angestiegen.

Ein Einfluß auf die Tierwelt konnte nicht beobachtet werden, fliegende Schatten wurden nicht bemerkt, allerdings wurde auch nicht darauf geachtet.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

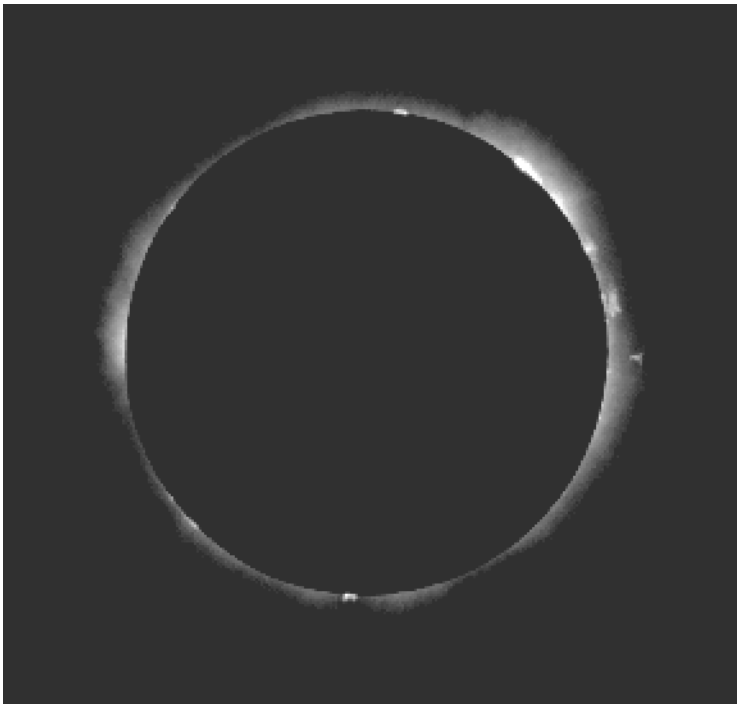


Abb. 2:
Die Chromosphäre mit den Protuberanzen mit 1000 mm Brennweite und einer Belichtungszeit von 1/250 s aufgenommen.

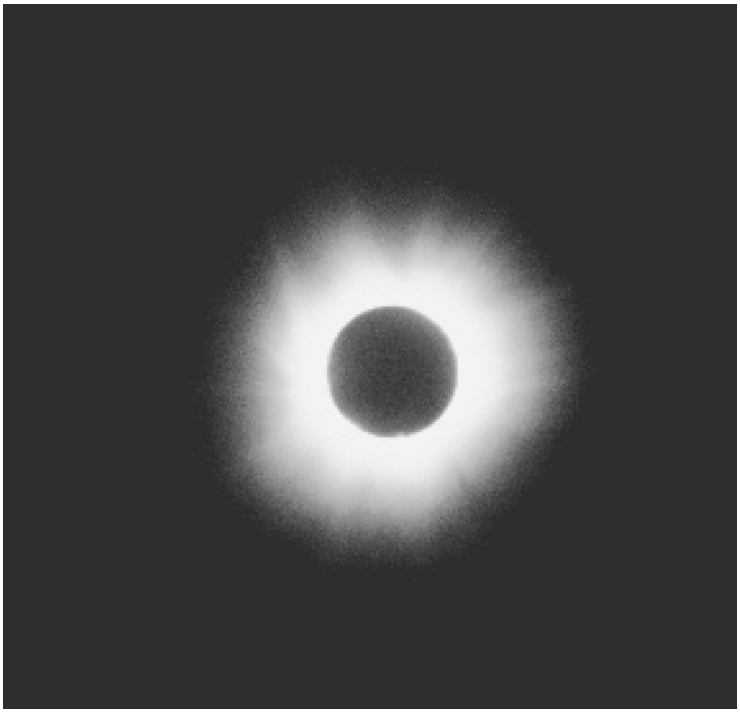


Abb. 3:
Die Korona mit 500 mm Brennweite und einer Belichtungszeit von 1/2 s aufgenommen.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

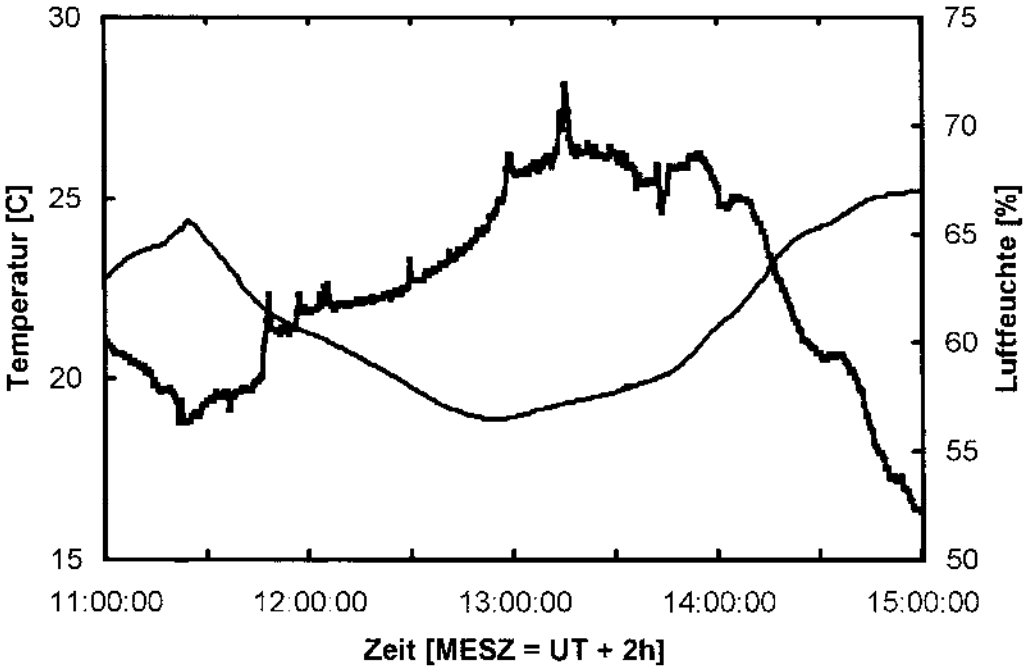


Abb. 4: Temperatur- (dünne Linie) und Feuchteverlauf (dicke Linie) in der Totalitätszone, die Zeiten sind in Mitteleuropäischer Sommerzeit MESZ = UT + 2h angegeben.

4 Die Daten aus Osnabrück

Die Satellitenbildempfangsanlage auf dem Dach des Museums am Schölerberg hat die Bilder vom METEOSAT-Satelliten empfangen und aufgezeichnet: deutlich ist der Mondschatten auf den Gesamtaufnahmen von Europa und Nordafrika (den sogenannten C2-Bildern) im visuellen Bereich zu erkennen, auf den Infrarot-Aufnahmen ist der Schatten nicht zu sehen!

Kombinationen der C02- und C03-Bilder, die West- und Mitteleuropa mit höherer Auflösung abbilden und alle 30 Minuten aufgenommen werden, wurden durch Bildverarbeitung zusammengefügt und zeigen ebenfalls deutlich das Wandern des Schattens, das auch in einer Animation eindrucksvoll demonstriert werden kann (Hänel, 1999). Die Totale der Erde von 12.00 UT zeigt den Mondschatten noch über Vorderasien.

Die automatische Wetterstation auf dem Museumsdach (Hänel, 1998) zeigt ebenfalls Einflüsse der Finsternis in den Wetterdaten, allerdings sind diese schwer von den Einflüssen der Bewölkung zu trennen (Abb. 5). Die Zeiten sind angegeben in MEZ = MESZ – 1h, die Finsternismitte in Osnabrück war um 12.32 MESZ = 11.32 MEZ = 10.32 UT, maximal wurde die Sonnenfläche zu 91% verfinstert. Die Temperatur ist während der Verfinsterung um ca. 3 Grad zurückgegangen, das Minimum ist um etwa 20 Minuten gegenüber der Finsternismitte verzögert. Auch die Einstrahlungsleistung im Sichtbaren und Ultravioletten ist deutlich zurückgegangen, fast bis auf 0 W/m^2. Signifikante Einflüsse auf andere Wetterdaten sind allerdings in den Kurven nicht erkennbar.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

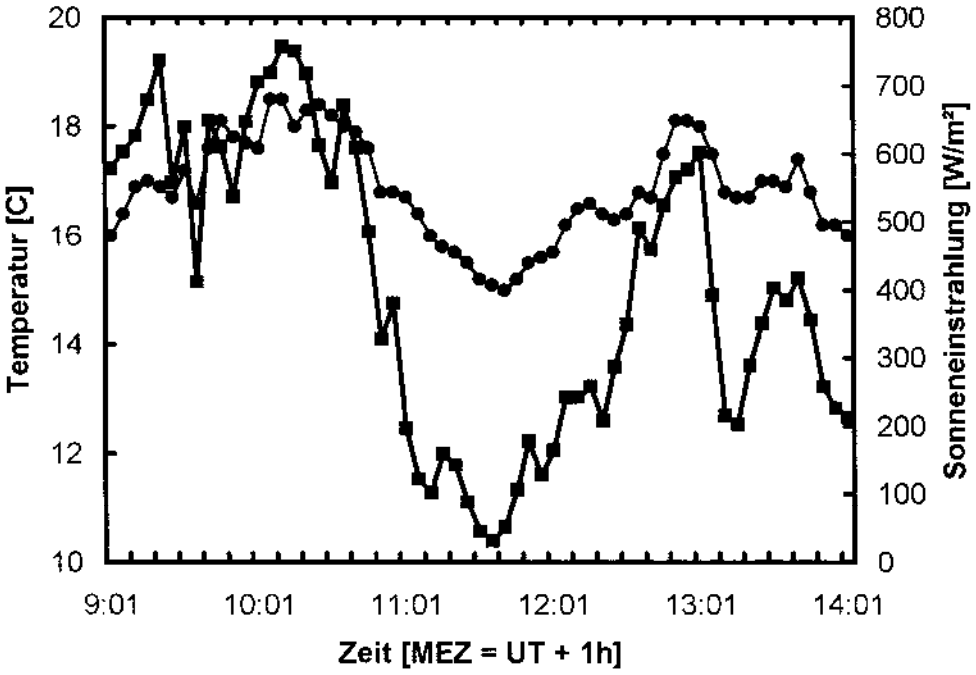


Abb. 5: Temperatur (Punkte) und Sonneneinstrahlung (Quadrate) während der Finsternis, gemessen an der Wetterstation auf dem Museum, die Zeiten sind in Mitteleuropäischer Zeit MEZ = UT + 1h angegeben.

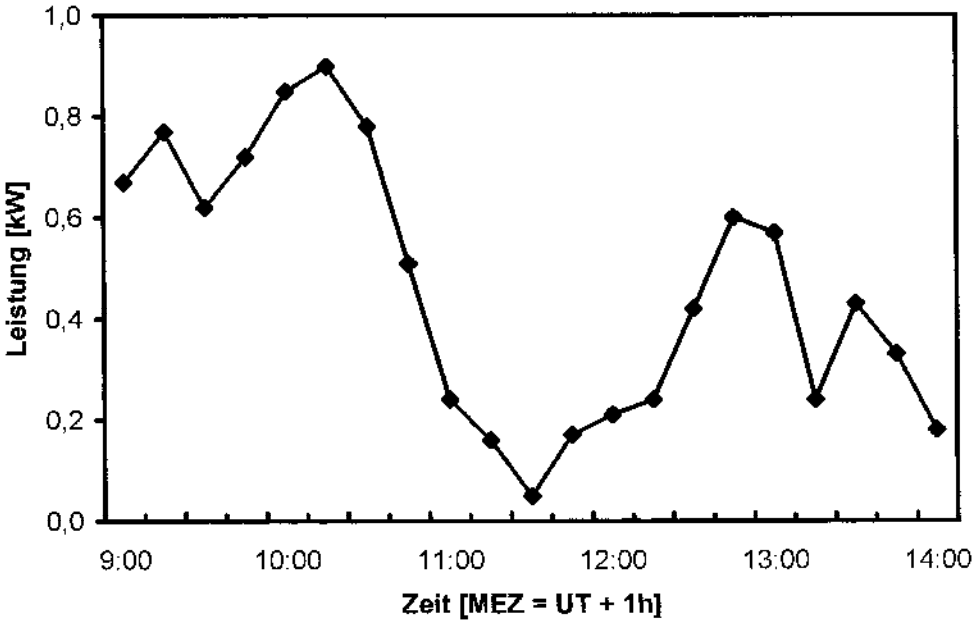


Abb. 6: Der Ertrag der Photovoltaik-Anlage auf dem Museumsdach während der Finsternis, die Zeit ist in MEZ angegeben.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Nachdem bereits die Sonnenfinsternis vom 12.10.1996 (in Osnabrück maximal 55% bedeckt) im Energieertrag der Photovoltaikanlage auf dem Dach des Museums am Schölerberg nachweisbar war (Hänel, 1998), ging bei der Finsternis vom 11.8. die Stromerzeugung fast auf 0 kW zurück (Abb. 6, die Zeit ist wieder in MEZ = MESZ – 1h angegeben)!

5 Das Planetarium und die Öffentlichkeit

Wegen des großen zu erwartenden öffentlichen Interesses wurde frühzeitig ein Informationsblatt mit Beobachtungshinweisen zur Finsternis herausgegeben, das einzeln oder in Kombination mit den Sonnenfinsternisbrillen verkauft wurde. Es wurde ein Planetariumsprogramm mit dem Titel „Schattenspiele im All“ produziert, das Einzelheiten zur Entstehung von Finsternissen gibt, und ebenfalls auf die Beobachtungsmöglichkeiten hinwies. Vom Planetarium Augsburg wurde kurzfristig das Kinderprogramm „Jemand frisst die Sonne auf“ erworben und für das Osnabrücker Planetarium eingerichtet. Schutzbrillen für die gefahrlose Beobachtung der teilverfinsterten Sonne wurden bereits frühzeitig angeboten, die letzten Tage vor der Finsternis konnte allerdings die gewaltige Nachfrage nicht mehr bewältigt werden.

Die hier geschilderten Beobachtungen sind bereits kurz nach der Finsternis auf den Internetseiten des Planetariums mit zahlreichen Farbbildern dokumentiert worden. Ausführlicher und mit Bildern höheren Auflösungsvermögens wurde der Bericht auch auf eine CD-ROM geschrieben, die mit einem Internet-Browser betrachtet werden kann. Diese CD-ROM wurde seither sehr erfolgreich im Museum verkauft.

Dank

Die Photovoltaik-Anlage ist eine Leihgabe der Stadtwerke Osnabrück und die Satellitenbildanlage wurde mit Mitteln des Landes Niedersachsen (Bezirksregierung Weser-Ems) gefördert.

Literatur

Bureau des Longitudes (P. Rocher) (1997): Calcul des Circonstances de l'Éclipse totale du Soleil du 11 Août 1999. – Paris (ftp://ftp.bdl.fr/pub/ephem/eclipses/aout99/aout99.ps).

Espenak, F., and Anderson, J. (1997): Total Solar Eclipse of 1999 August 11. – NASA Reference Publication 1398 (http://umbra.nascom.nasa.gov/eclipse/990811/rp.html).

Hänel, A. (1998): Die Wetterstation im Museum am Schölerberg. – Osnabrücker Naturwiss. Mitt. 24: 265-273.

Hänel, A. (1999): Die Sonnenfinsternis vom 11. August 1999, CD-ROM im Verkauf des Museums am Schölerberg und http://www.physik.uni-osnabrueck.de/~ahaenel/.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen

Jahr/Year: 2000

Band/Volume: 26

Autor(en)/Author(s): Hänel Andreas

Artikel/Article: Die Sonnenfinsternis vom 11. 8. 1999 7-14