Development of Solar Research / Entwicklung der Sonnenforschung, p. 128–147
A.D. Wittmann, G. Wolfschmidt and H.W. Duerbeck (eds.) © H. Deutsch 2005

On the Berkowski daguerreotype (Königsberg, 1851 July 28): the first correctly-exposed photograph of the solar corona

Reinhard E. Schielicke, Jena, and
Axel D. Wittmann, Göttingen, Germany

The first correctly-exposed photograph of the solar corona was made during the total phase of the solar eclipse of 28 July 1851 at Königsberg (now Kaliningrad) by a local daguerreotypist named Berkowski. Berkowski observed at the Royal Observatory following a proposal by its director A. Busch. A small refracting telescope (D = 6.1 cm, f = 81.2 cm) was attached to the hour drive of the 15.8-cm Fraunhofer heliometer, and a 84-s exposure was taken shortly after the beginning of totality. After the eclipse, Busch (who did not observe the eclipse at Königsberg but at Rixhöft), published some details about the daguerreotype (without mentioning Berkowski's first name) and ordered a local artist (R. Trossin) to make an enlarged steel engraving from the daguerreotype plate. On the original plate the moon's diameter is 7.85 mm, and at least 5 prominences are well visible on the limb of the sun. Later Berkowski himself made some daguerreotype reproductions from his original plate. One of these is still preserved at Jena University Observatory, it has a moon diameter of 8.69 mm. In 1891 the Königsberg Astronomer C.F.W. Peters ordered photographic reproductions of the original daguerreotype (which then still existed) to be made, some of which have been published in astronomical textbooks. We have calculated the local circumstances, in particular the contact times, of the Königsberg eclipse and compared them with observations. We describe the Berkowski daguerreotype and some of its copies, and we report about the Jena copy of this famous daguerreotype (for an extended abstract see Schielicke and Wittmann, 2003).

Die erste erfolgreich belichtete fotografische Aufnahme der Sonnenkorona gelang einem örtlichen Daguerreotypisten namens Berkowski in Königberg (jetzt Kaliningrad) während der Totalitätsphase der Sonnenfinsternis vom 28. Juli 1851. Berkowski beobachtete auf Anregung des damaligen Direktors A. Busch an der Königlichen Sternwarte. Ein Hilfsrefraktor (D = 6.1 cm, f = 81.2 cm) wurde an der Stundenachse des Fraunhoferschen Heliometers (D = 15.8 cm) befestigt, und mit der Belichtung einer Aufnahme von 84 s Belichtungszeit wurde unmittel-

bar nach Einsetzen der Totalität begonnen. Busch (der die Finsternis nicht in Königsberg sondern in Rixhöft beobachtete) veröffentlichte nach der Finsternis einige Einzelheiten über die Daguerreotypie (ohne dabei den Vornamen Berkowskis zu erwähnen) und beauftragte einen ortsansässigen Künstler (R. Trossin), einen vergrößerten Stahlstich nach der Daguerreotypie anzufertigen. Der Monddurchmesser auf der Originalplatte beträgt 7.85 mm, und mindestens 5 Protuberanzen sind darauf am Sonnenrand gut erkennbar. Später fertigte Berkowski persönlich mehrere Daguerreotypie-Kopien seiner Originalplatte an. Eine dieser Kopien wird nach wie vor an der Universitäts-Sternwarte Jena verwahrt; auf ihr beträgt der Mondurchmesser 8.69 mm. Im Jahre 1891 ließ der Königsberger Astronom C.F.W. Peters fotografische Kopien der Original-Daguerreotypie (welche damals noch existierte) herstellen, von denen einige in astronomischen Lehrbüchern abgedruckt sind. Wir haben die lokalen Daten, insbesondere die Kontaktzeiten, der Königsberger Sonnenfinsternis berechnet und vergleichen sie mit den Beobachtungen. Wir beschreiben die Daguerreotypie von Berkowski und einige ihrer Kopien, und wir berichten über die Jenaer Kopie dieser berühmten Daguerreotypie (für eine erweiterte Zusammenfassung in englischer Sprache vgl. Schielicke und Wittmann, 2003).

1 Introduction

What is now supposed to be the first correctly-exposed photograph of the solar corona was taken during the total phase of the solar eclipse of 28 July 1851 at Königsberg, Prussia (now Kaliningrad, Russia). The photographer, Berkowski (or Barkowski), was an experienced daguerreotypist, who, under the direction of August Ludwig Busch (1804–1855), had already made some test exposures of the moon, was using a small refracting telescope (D = 6.1 cm, f = 81.2 cm) attached to the large Fraunhofer heliometer (D = 15.8 cm, f = 2.54 m) at the Royal Königsberg Observatory (for more details on the latter telescope including a picture see Riekher, 1990, pp. 170–172; Fürst, 2003).

The path of totality of the July 28, 1851 eclipse extended from the northern parts of Canada across Greenland and southern Scandinavia into the Baltic (right across Königsberg), and from there into Russia, where it ended somewhere the Caucasus area (see, e.g., Mucke and Meeus, 1983, p. 863). The eclipse was widely observed by professional astronomers, some in North America, some in Sweden, and some in the Baltic. Whereas Busch himself, accompanied by the Norwegian astronomer Carl Frederik Fearnley (1818–1890), chose to observe at Rixhöft (now Rozewie, approx. 140 km west of Königsberg on the coast of the Baltic Sea, cf. Fearnley, 1852), Moritz Ludwig Georg Wichmann (1821–1859) remained at Königsberg and used the Fraunhofer heliometer for astrometric measurements

and the determination of contact times. In addition to Wichmann and Berkowski there were some other persons, among them Heinrich Louis d'Arrest (1822–1875), who were watching the eclipse and determining contact times using smaller telescopes.

2 The daguerreotype method

Due to the application of photography (and of course spectroscopy) in the middle of the 19th century, astronomy turned from a largely 'observational' science into a 'measuring' science, viz. from "astronomy" into "astrophysics". In 1566 Paul Fabricius (1529–1588), in his DE REBUS METALLICIS, described the modification of silver halides (silver chloride) due to the action of light. In the early 19th century the discoverer of thermoelectricity, Thomas Johann Seebeck (1770–1831), showed that light of different wavelengths leads to different degrees of blackening: The bluer the light, the stronger its chemical effects. And in 1853, following experiments by Joseph Nicéphore Niépce (1765–1833), Louis Jacques Mandé Daguerre (1787–1851) developed the daguerreotype method, a detailed description of which was published in 1839 by Dominique François Jean Arago (1786–1853). In short, a polished, silver-coated copper plate was exposed to iodine vapour in order to generate a photo-sensitive layer of silver iodide (later other silver halides were also used). This plate had to be kept in total darkness and was then inserted into the (light-protected) plate holder of the camera, replacing the glass plate used for focussing. Opening the shutter would start the photographic exposure, which in the early days took at least a few minutes. The shutter was then closed, the plate removed, and the 'latent' image developed in hot mercury vapour and fixed by a solution of sodium thiosulfate (as first proposed by John F. W. Herschel in 1819). For more details see, e. g., the monograph by Barger and White (1991).

In contrast to this 'dry' (positive) method, which is called *daguerreotype*, 'wet' (negative) methods working with glass or paper, and collodion and gelatine (William Henry Fox Talbot, 1835 and later; Frederick Scott Archer, 1851) are usually called *photography*. Note that a daguerreotype viewed face-on will show a reversed image of the original scene, which, in case of portraits, flowers, and the like, may go unnoticed, but which may be 'rectified' by making a daguerreotype reproduction from the original plate (whereas a 'negative' may readily be viewed from behind, or may be projected in such a way that a rectified picture results).

3 Daguerreotypes made during solar eclipses

The Italian astronomer Giovanni Alessandro Majocchi (?–1854) was probably the first, who, on the 8th of July 1842, took a daguerreotype of a solar eclipse. Working at Milano, however, Majocchi could observe only the partial phase of the eclipse whose path of totality extended through northern Europe and Asia. During the "Königsberg" eclipse of July 28, 1851 both Angelo Secchi (1818–1878) at Rome and John Adams Whipple (1823–1891) and William Cranch Bond (1789–1859) at Harvard College Observatory succeeded in taking a daguerreotype of the partial phase (for a reproduction of the latter see Barger and White, 1991, p. 90), while at Königsberg the daguerreotypist Berkowski succeeded in taking a photograph of the sun during totality. Secchi was the first to recognize the geometric stability (or micrometric quality) of daguerreotype plates for measuring small angles in the sky (as is now done, of course, using the stability of CCD semiconductor chips).

4 The Königsberg eclipse: Local circumstances

For the purpose of calculating local circumstances of the eclipse we have adopted the following coordinates of the former Königsberg observatory (e. g. Schorr 1916, p. B30): Geographic latitude $\varphi = 54.71403°$, geographic longitude $\lambda = 20.49900°$, altitude above sea level h = 24.0 m. From an iteration of our calculation the best fit to the observed contact times was obtained for $\Delta T = ET - UT = +3.0$ s. Note that, with regard to the accuracy of the observed contact times of about $\pm$ 6 s, this is merely a rough determination of the state of rotation of the earth during the time of the eclipse and is mainly serving the purpose of bringing our time scales into agreement (the official IAU value for 1851 being +7.2 s). For calculating the coordinates of the sun, i.e. those of the earth, we used Bretagnon's theory (e.g. Bretagnon, 1982; Montenbruck, 1985; Bretagnon and Francou, 1988; Meeus 1991), whose formal accuracy, with respect to the Astronomical Almanac (AA), is about $\pm 0.01''$. For calculating the lunar ephemeris we used a slightly modified version of the SSEC ephemeris (Eckert et al., 1954), which is based on Brown's original theory and has a formal accuracy, again with respect to the AA, of about $\pm 0.3''$. From a climatic model we adopted an air temperature at the time of the eclipse of +19.3 °C; atmospheric refraction was calculated for a visual wavelength of 550 nm.

Table 1 gives a comparison of the computed and the observed contact times. The latter were taken from Wichmann (1851) and represent averages over several observers (Wichmann, D = 15.8 cm; d'Arrest, D = 5.82-cm

Table 1. Local circumstances for the Königsberg eclipse. Columns 2 and 3 are local mean time LMT (LMT – UT = 1:22:59.8). Column 4 gives O–C (s), where $(O–C)_{mean} = -0.1\,s$.

1st contact (start of eclipse)	15:38:07.3	15:38:10.8	+3.5
Start of totality	16:38:56.1	16:38:57.6	+1.5
Maximum phase (max. ecl.)	16:40:24.8	16:40:25.9	+1.1
End of totality	16:41:53.2	16:41:54.2	+1.0
Last contact (end of eclipse)	17:38:40.5	17:38:32.9	−7.6
Duration of totality	2:57.2	2:56.6	+0.6

telescope; and Marth). Note that the observational accuracy is *not* better than approximately ±6 s, and that the computed contact times mainly depend on the adopted ET − UT and the adopted angular radius of the sun.

The Königsberg eclipse occurred 2.9 years after an activity maximum of the sun and, therefore, was more of a 'maximum corona' than of a 'minimum corona'. During totality the sun was situated about 28° above the western horizon. At the time of maximum obscuration (15:18:25 UT) our calculations give the results shown in Table 2, where almost all data are topocentric, i. e. including parallax, refraction, diurnal aberration, etc. Note that "distance" is reckoned from the centre of the sun's body, not from its surface, and that the latter may differ by as much as 0.0047 a. u. from the former.

5 Observations made by Königsberg astronomers

Observations of the eclipse were made by August Ludwig Busch (1804–1855), then director of the Royal University Observatory of Königsberg, and Carl Frederik Fearnley from Christiania (today Oslo), who had been working as a guest scientist at Königsberg observatory, at Rixhöft on the shore of the Baltic Sea. Visual observations of the eclipse (determining contact times etc.) were made by Moritz Wichmann at the large heliometer (D = 15.8 cm) of the Royal University Observatory at Königsberg. Photographic pictures of the total phase were made by the daguerreotypist Berkowski (or Barkowski, Berkawski; 1810?–1890?) using an auxiliary telescope (D = 6.1 cm), which was firmly attached to the hour axis of the heliometer and thus could follow the sun in the sky. Berkowski had been instigated by director Busch to photograph the eclipse using a 2½ (french)-ft. (81.2 cm) Fraunhofer telescope, aperture 27 Paris 'lignes' (6.09 cm), "inti-

Table 2. Calculated topocentric parameters at maximum eclipse (15:18:25 UT), calculated sunrise and sunset at Königsberg

Angular semidiameter (sun)	945.41″
Angular semidiameter (moon)	997.73″
Apparent sidereal time	13:03:18.56
Azimuth (sun)	+ 83:57:57.0 (afternoon)
Hour angle (sun)	+ 68:34:50.5
Altitude (sun)	27:47:33.1
Declination (sun)	+ 19:04:48.01
App. ecliptical longitude (sun)	124:53:10.7
Angular separation (moon-sun)	21.6″ (moon "south of sun")
Distance center-of-earth – sun	1.0152469351 a.u.
Distance Königsberg – sun	1.0152271065 a.u.
Nutation in longitude	−14.285″
Nutation in latitude	−4.196″
Bo (latitude of disk centre)	+5.64°
Position angle of sun's axis	+9.38° (towards east)
Position angle sun's axis – ecliptic	−4.557°
Astronomical refraction	105.98″ (550 nm)
Sunrise	02:42 UT (04:04 LMT)
Noon (apparent meridian transit)	10:44 UT (12:06 LMT)
Sunset	18:45 UT (20:08 LMT)

mately attached to the mounting (hour axis) of the heliometer..." (see Appendix).

According to his earlier test exposures of the moon, Berkowski took an 84-second exposure. The moon's diameter on the original plate was 0.29 Paris inches (7.85 mm). Two exposures were taken: The first one extended from approximately 16:39:00 until 16:40:24 LMT. After changing the plate (which apparently took a bit too much time) a second exposure was started but had to be aborted after 40 to 45 s when the sun reappeared following 3rd contact. On the first daguerreotype (the second one was *not* totally useless) 5 prominences could be identified with certainty.

A relatively recent reproduction of Berkowski's daguerreotype (Wattenberg 1964) is shown in Fig. 1, while part of a reproduction from the frontispiece of Scheiner's monograph (1897) is shown in Fig. 2. Other reproductions of the original daguerreotype, including part or all of its decorated frame, can be found in Golub and Pasachoff (1997; p. 42, their Figure 2.10), Report of Commission 41 of the IAU (J. Hist. Astron. 10, 1979, p. 190,

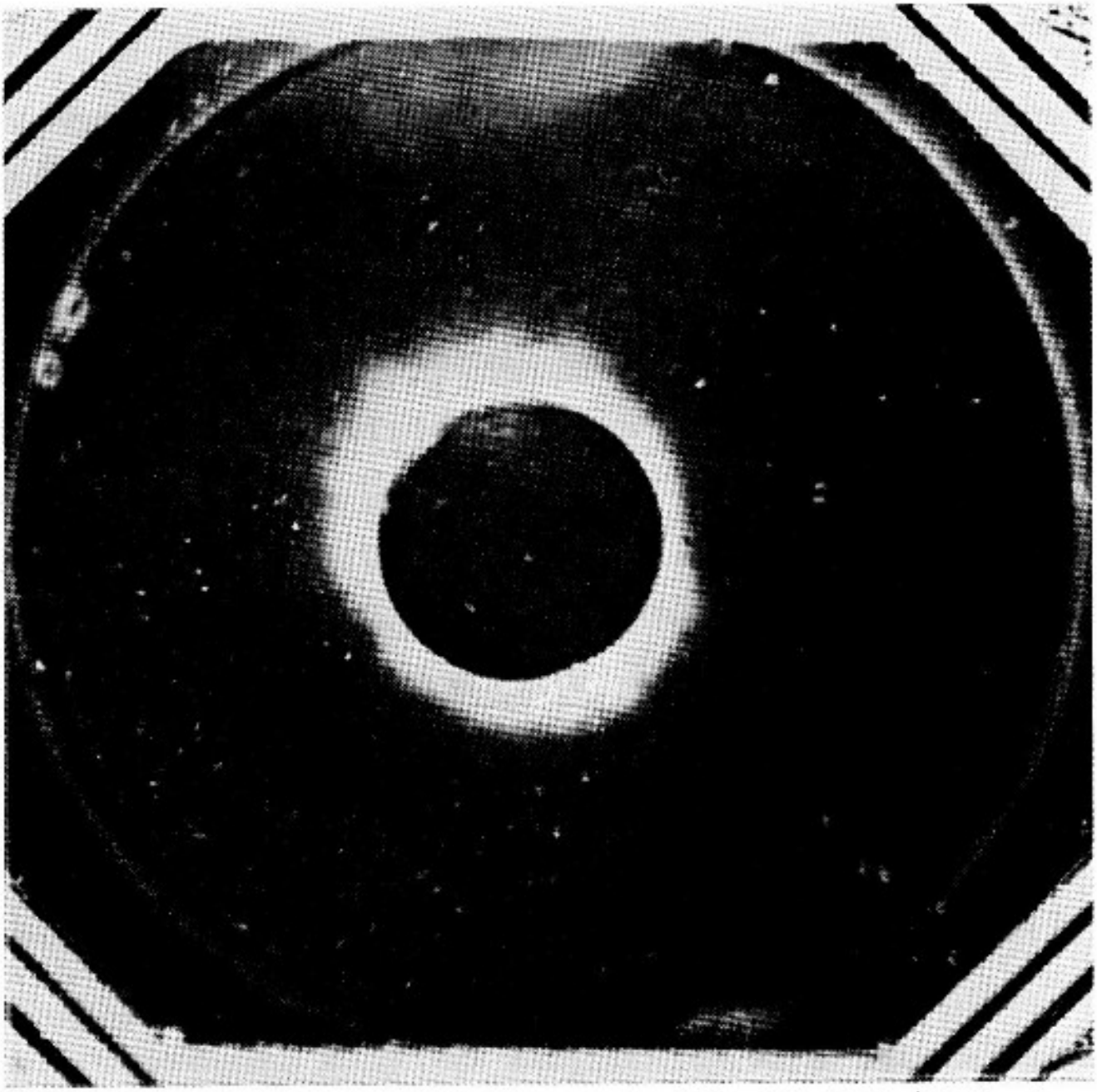


Fig. 1. Daguerreotype of the solar corona, July 28, 1851 (Wattenberg 1964).

Figure 1), and in the Lundmark collection of Lund Observatory, Sweden (the latter also contains an isophote map of the corona). In Fig. 1 the diameter of the circular field of view amounts to 2.02° or 121.2′, and the diameter of the (black) disk of the moon amounts to 0.5543° or 33′15.5″.

6 Copies of the daguerreotype

Shortly after the eclipse, by order of Busch (and also supervised by Busch), a steel engraving "to a considerably larger scale" (viz. 4.6-fold) was made by Robert Trossin (1820–1896), then director of the Royal Academy of Painting Artists at Königsberg (Fig. 3). Berkowski himself is reported to

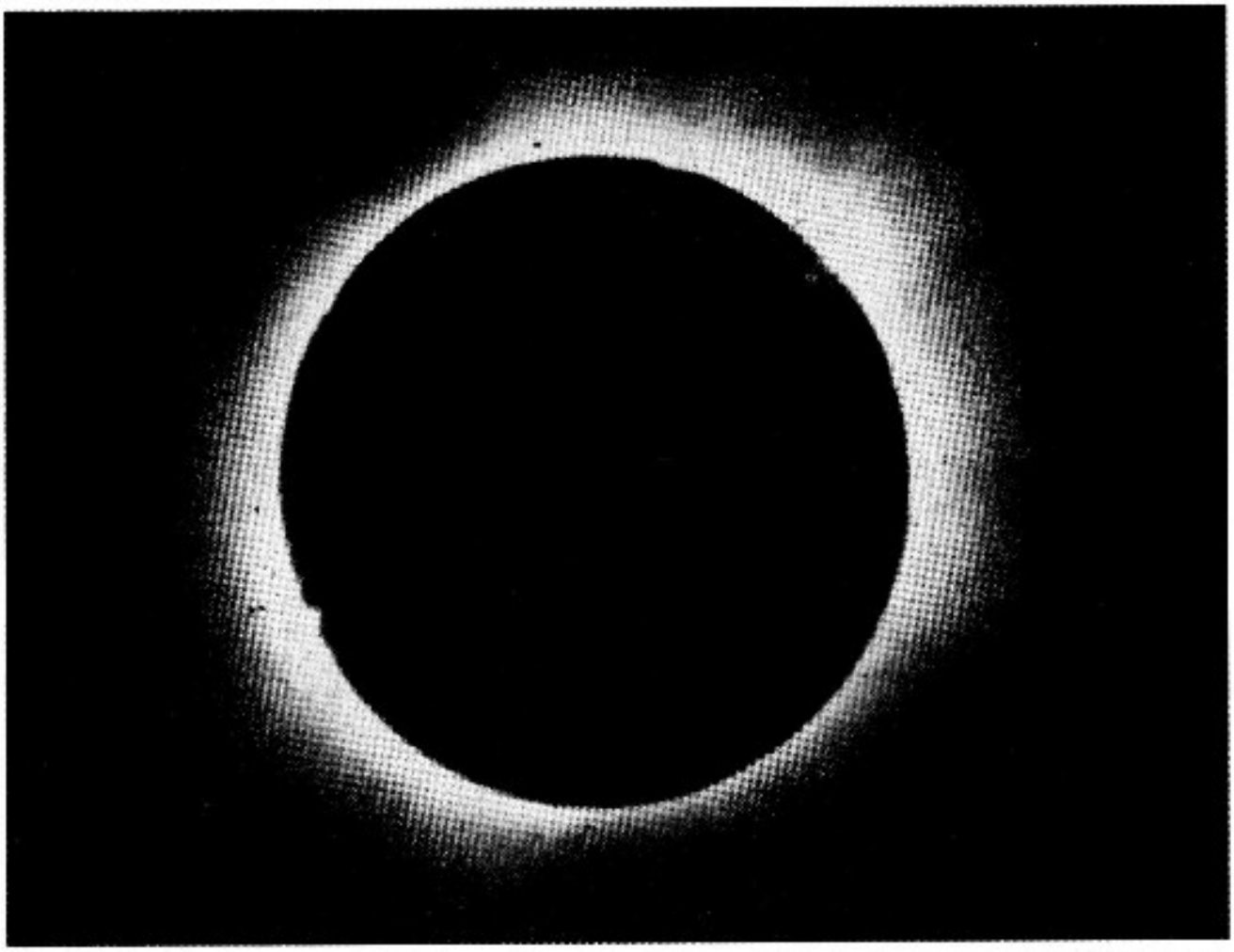


Fig. 2. An early reproduction of part of the original daguerreotye (Scheiner 1897)

have made at least four daguerreotype ('photographic') copies of his original daguerreotype. Due to the re-imaging the latter ones have a slightly different scale and are slightly less sharp than the original. At least one of these – the Jena copy (see Section 7) – has a moon diameter of 8.69 mm.

One of Berkowski's original copies (originally owned by a professor Moser at Königsberg) was shown in 1889 at an exhibition at Berlin on the occasion of the 50th anniversary of photography. A second copy, originally intended to be delivered to the Royal Society at London, had been sent by Wichmann to Adolph Cornelius Petersen (1804–1854) at Altona. Following Petersen's death this was bequeathed to Wilhelm Schur (born 1846 at Altona), who from 1886, and until his death in 1901, was director of Göttingen University Observatory. According to Peters (1891), Schur's copy may have been the one which was shown at an exhibition in South Kensington in 1876, whereafter it disappeared. A third copy was given to Richard Schumacher (1827–1902) at Altona, who in 1851 had been a student at Königsberg. This copy was later handed over to the Hamburg merchant Richard Parish

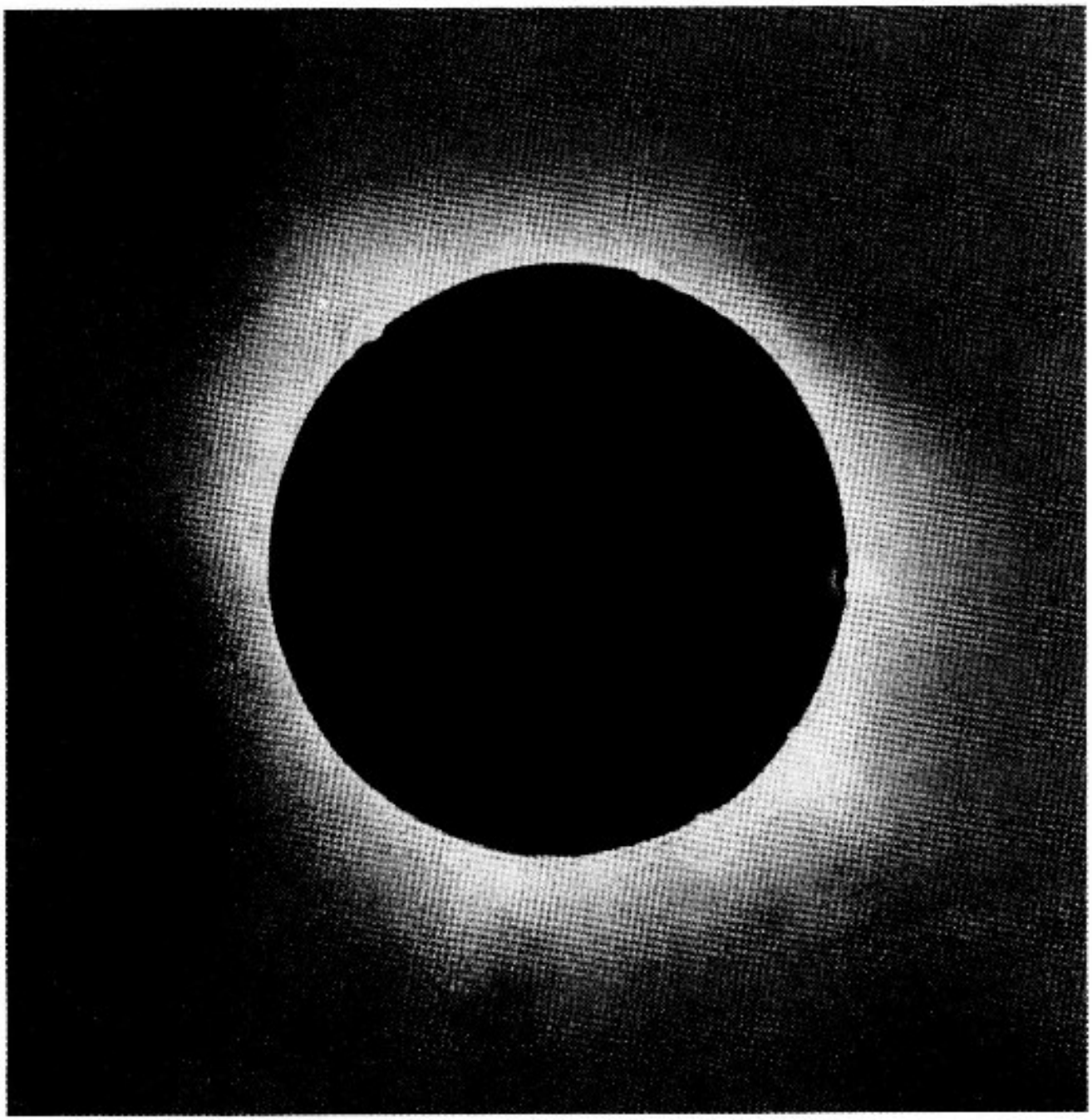


Fig. 3. Steel engraving of Berkowski's daguerreotype made by R. Trossin at Königsberg (diameter of the moon's disk in the original: 35.9 mm). Reproduced with kind permission of Stiftung Preußischer Kulturbesitz, Berlin (GStA PK, XX. HA Historisches Staatsarchiv Königsberg, Rep. 100 A Kleine Erwerbungen Nr. 135/10)

(1774–1858), who was a famous donator and supporter of the Hamburg observatory. A fourth copy is evidently the one which later arrived at Jena (cf. Section 7).

On 5 August 1891 Carl Friedrich Wilhelm Peters (1849–1894), then director of Königsberg observatory, showed the original daguerreotype during the Annual Meeting of the Astronomische Gesellschaft at Munich. At

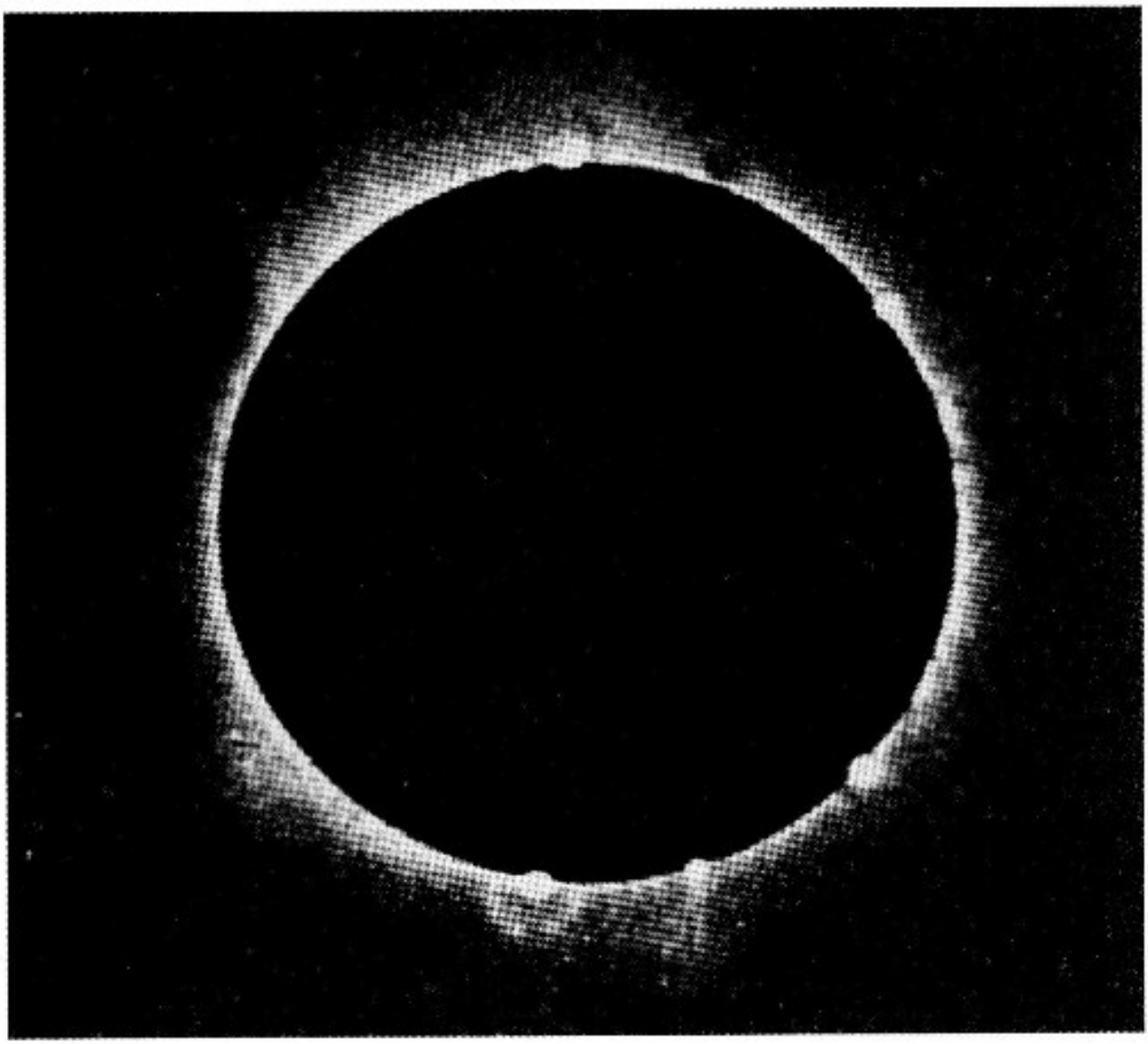


Fig. 4. Photographic reproduction of the original daguerreotype (Pringsheim 1910)

about the same time he ordered some photographic reproductions to be made, which he gave to "interested colleagues" (Peters, 1891). Some of these were subsequently published in astronomical textbooks (e. g. Scheiner 1897, see Fig. 2, Pringsheim 1910, see Fig. 4). For a more recent reproduction of Scheiner's copy see de Vaucouleurs (1958).

7 The Jena copy of the Berkowski daguerreotype

In 1937 the Jena astronomer Julius Heinrich Otto Knopf (1856–1945) reported (Knopf 1937, Schielicke 1988) that "a well-done daguerreotype picture of the solar corona of 28 Juli 1851 had been transferred to the Jena University Library together with the inheritance of professor Karl Thomas,

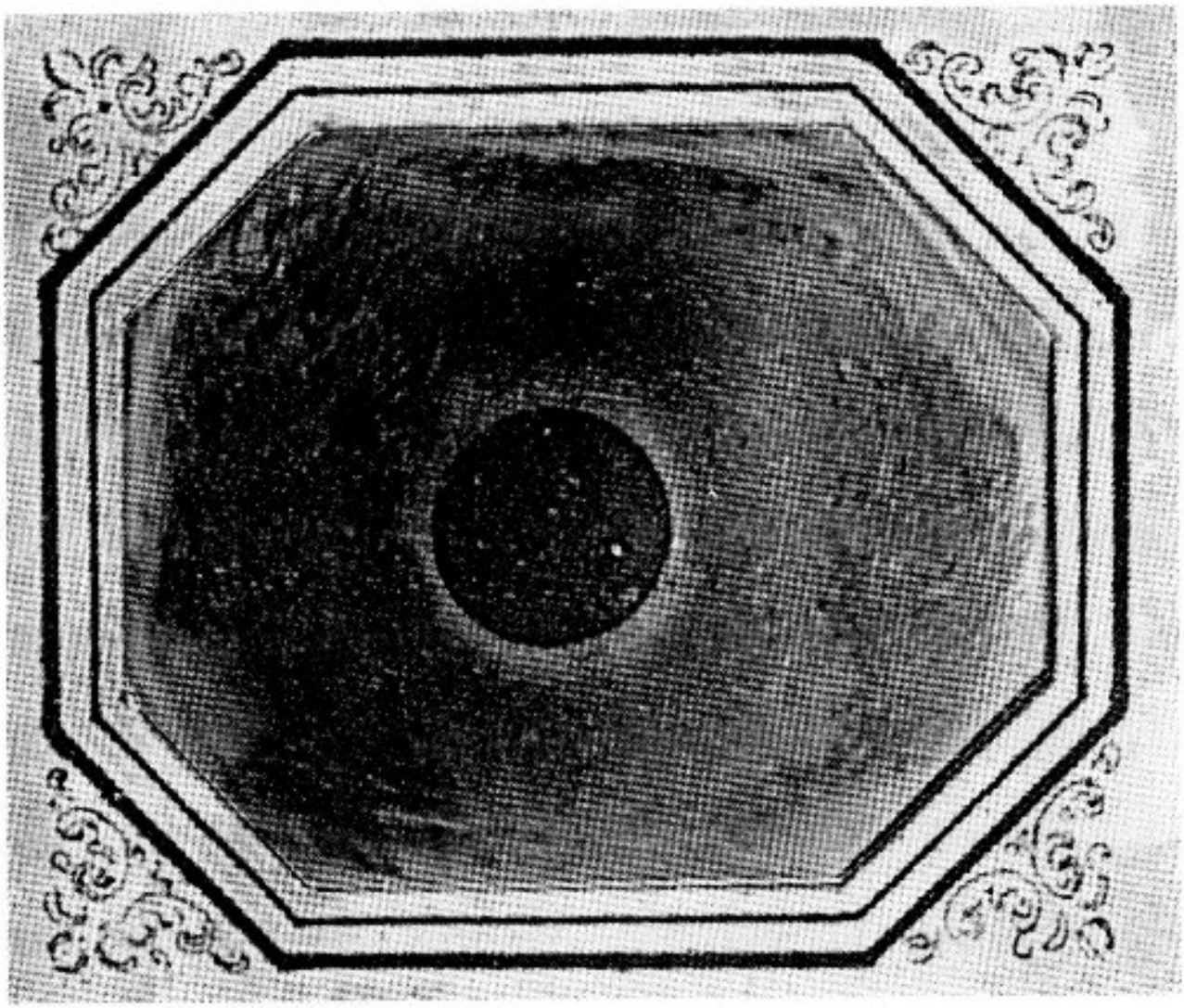


Fig. 5. The Jena daguerreotype with its inset enhanced to bring out more detail. In the original, the diameter of the moon's disk is 8.69 mm (University Observatory Jena)

from where it was donated in 1901 – with the consent of the curator – to the Jena astronomical observatory ('Sternwarte')". A lot of information about Karl Samuel Thomas (1809–1873) can be found in the Jena University archives: He had graduated at Königsberg with a thesis about Spinoza, but because of his sympathy for Herbart he was not given a professorship by the Königsberg philosophical faculty. Before the year 1870 he moved to Waldkirch near Freiburg, where he was buried in 1873. By his last will he bequeathed his estate to his wife Laura Adelheid Kunigunde geb. Schimmelpfennig. There are detailed files which report about the execution of his last will, also about the later donation, after the death of the widow, of the Thomas estate to the Paedagogical Seminar of Jena University (Stoysche Anstalt) in 1896. Among these there is also a document about a foundation called the *Karl-Thomas-Stiftung* (books, annual awards of 100 Reichsmark, and so on), but in none of the documents there is mentioning of a daguerreotype.

Since many years a copy of his original daguerreotype of the solar corona during the solar eclipse of 28 Junly 1851 made by Berkowski himself – most probably the one from Karl Thomas (1901) – is preserved among the stock of the University Observatory at Jena (Fig. 5, cf. Schielicke, 1990). Since the diameter of the moon on the plate is 8.6 mm, this daguerreotype is clearly not the original, but most probably one of the aforementioned copies made by Berkowski himself (who in ca. 1889, a few years before the photographic reproductions were made, was still alive and living near Königsberg). The size of the Jena daguerreotype, including its ornamented paper frame (most, but not all of which is shown in Fig. 5), is 62×51 mm.

Acknowledgements

We thank Dr. Bernhard Jähning (Preußisches Staatsarchiv Berlin, formerly Göttingen) and Prof. Dr. Dainis Dravins (University of Lund) for helpful information. We thank the Stiftung Preußisches Staatsarchiv Berlin (Dr. Hartmann, e-mail dated 12 March 2003) for permission to reproduce Trossin's engraving (Fig. 4).

Appendix

Transcript reproduction of the original article "Remarks about the daguerreotype picture of the solar corona" (p. 13–17 = Sect. V–VI from Busch and Fearnley, 1854). Based on a manually edited OCR scan (misprints in the original, if any, have *not* been corrected).

Page 13:

V.

Bemerkungen zu dem Daguerreotypbilde der Corona.

Das Heliometer der Königsberger Sternwarte war schon längere Zeit vor der totalen Sonnenfinsterniss mehrere male zu den Versuchen angewandt worden, Lichtbilder des Mondes in seinen verschiedenen Phasen zu erhalten. Herr Berkowski, der in seinem Fache als Daguerreotypist zu den geschicktesten Künstlern unserer Stadt gezählt werden darf, und unter dessen besonderen Leitung diese Versuche ausgeführt wurden, kam gern meiner Aufforderung nach alle Vorbereitungen zu treffen, um wo möglich ein

Lichtbild von der Corona zu erlangen. Zu diesem Ende wurde, da wegen der von dem Observator Herrn Dr. Wichmann anzustellenden Beobachtungen das Heliometerfernrohr nicht selbst zu diesem Versuche benutzt werden konnte, ein 2 ½ füssiges Fernrohr von Frauenhofer von 27 Linien Oeffnung mit dem Stativ des Heliometers so innigst befestigt, dass es vollkommen an der Drehung um die Stundenaxe Theil nehmen konnte. Gleich nach dem Eintritt der Totalität wurde die jodirte Platte dem Lichte der Corona ausgesetzt und blieb 84 Secunden lang stehen, welcher Zeitraum nicht etwa nach Gutdünken angenommen, sondern schon im Voraus von Herrn Berkowski, auf seine Erfahrungen bei den früheren Daguerreotypirungen des Mondes gestützt, als nothwendig angegeben

Page 14:

wurde. Der Erfolg hat gezeigt, dass, wenn das Licht einige Secunden mehr oder weniger auf die Platte eingewirkt hätte, das Bild vielleicht nicht die ausserordentliche Schärfe und Deutlichkeit erlangt haben würde, welche man jetzt darauf wahr nimmt. So viel mir bekannt, sind innerhalb der Zone der totalen Verfinsterung keine anderweitigen Hülfsmittel dieser Art vorhanden gewesen, mit welchen man an einem andern Orte Lichtbilder von der Corona hätte machen können; es wird daher die Bekanntmachung einer treuen Copie dieses einzig vorhandenen Bildes für spätere Versuche bei künftigen totalen Sonnenfinsternissen von Interesse sein.

Der Durchmesser des Mondes hat im Originalbilde nur 0,29 Par. Zoll, dennoch lassen sich die äusserst feinen Lichtabstufungen in der Corona unter der Lupe gesehen mit der grössten Deutlichkeit erkennen. Den Stahlstich in dieser Grösse anzufertigen, und dabei alle nur mit bewaffnetem Auge sichtbare Lichtschattirungen anzugeben, war unausführbar, weshalb für den Stich der Maasstab bedeutend vergrössert werden musste. Es würde kaum möglich gewesen sein, die Treue des Originals in der vergrösserten Copie so vollständig wiederzugeben, als es geschehen ist, wenn der Stich nicht hier am Orte durch den Kupferstecher an der hiesigen Königlichen Malerakademie Herrn Trossin hatte gemacht werden können, der während der Anfertigung des Stiches nicht müde wurde auch die allerkleinste Abänderung auf der Platte zu treffen, so bald dieselbe sich mir durch vielfache und sorgfältige Vergleichungen der Copie mit dem Originale als wünschenswerth darstellte und wofür ich Herrn Trossin hier öffentlich meinen Dank abzustatten mich verpflichtet fühle.

In dem Originalbilde nimmt schon das unbewaffnete Auge deutlich wahr, dass das Licht der Corona nicht concentrisch den schwarzen ganz scharfen Mondrand umgiebt, sondern eine elliptische Form hat, deren grosse Axe

in der Richtung der Linie liegt, welche durch die gekrümmte Protuberanz und den Mittelpunct der Mondscheibe gedacht wird. Mit der Lupe gesehen, tritt die äussere Form der Corona jedoch als ein in einer Ellipse eingeschriebenes, beinahe gleichseitiges Sechseck hervor, dessen Seiten nach dem Mittelpuncte ein wenig convex gekrümmt sind. Das glänzendste Licht der Corona liegt als ein feiner zarter Ring concentrisch um den dunklen Mondrand, von diesem aus wird es allmälig immer schwächer, ohne in dem Grade strahlenförmig zu erscheinen, wie solches mit blossen Augen beobachtet worden ist. Fünf Protuberanzen sind mit Sicherheit auf dem Bilde zu erkennen, zumal wenn man das Daguerreotyp in solche Stellung gegen das Auge bringt, dass die dunkle Mondscheibe hellspiegelnd, die Corona dagegen dunkel erscheint. Die Protuberanzen stellen sich dann als kleine dunkelgraue Flecken dar, die sämmtlich in den scharfen Mondrand eingreifen. Die grosse gekrümmte Protuberanz scheint in dieser Stellung des Bildes aus zwei von einander getrennten elliptisch geformten Flecken zu bestehen, von denen der eine den andern an Grösse um mehr als das Doppelte übertrifft, beide sind jedoch durch einen schwachen grau verwaschenen Streifen verbunden.

Nimmt man den grösseren Flecken der gekrümmten Protuberanz als Anfangspunct an, und zählt auf der Peripherie der Mondscheibe von der Rechten zur Linken herum, so trifft man nach einigen Messungen, welche Herr Dr. Wichmann auf dem Daguerreotypbilde selbst zu machen versucht hat, bei 57° 56′ die zweite Protuberanz an, die wie es scheint die kleinste von den 5 bemerkbaren ist. Die dritte, vierte und fünfte liegen der Reihe nach bei 130° 25′; 162° 40′ und 186° 30′. Bei jeder dieser drei letzten Protuberanzen zeigt sich fast in der Richtung des Radius ein deutliches Ausströmen des Lichtes, woraus gefolgert werden dürfte, dass an diesen Stellen das rothe Licht der Protuberanzen viel intensiver als das der Corona gewesen sei. Bei der zweiten Protuberanz auf dem Bilde kann man dagegen eine solche Ausströmung nur mehr vermuthen als wirklich erkennen, und bei der ersten grossen Protuberanz ist sogar nicht die leiseste Spur davon wahrzunehmen. Bei dem Puncte 296° 21′ der Peripherie zeigt sich zwar keine Protuberanz aber ein deutlich heller Strahl, der jedoch an diesem Puncte nicht senkrecht auf der Tangente steht, sondern einen Winkel von etwa 40° mit derselben bildet. Am auffallendsten auf dem Daguerreotypbilde ist ein matter jedoch gut sichtbarer Lichtbogen auf der schwarzen Scheibe des Mondes in der Gegend der drei letzten Protuberanzen, der gegen die nahe gelegene Peripherie der Mondscheibe eine etwas excentrische Lage hat und auf dem sich den Protuberanzen selbst entsprechende hellere Lichtstellen deutlich wahrnehmen lassen. Es hat das Ansehen, als ob in dieser Gegend das Licht der Corona

Page 15:

und das der Protuberanzen im Begriffe gewesen ist, dort noch einmal ein Bild hervorzurufen. Ob nun diese Erscheinung auf dem Bilde durch eine besondere Eigentümlichkeit des Objectivglases, oder durch eine Störung in der Bewegung der Stundenaxe hervorgebracht worden ist, dürfte wohl schwer zu entscheiden sein; das letztere scheint mir jedoch bei der grossen Schärfe des Bildes in allen seinen Theilen sehr unwahrscheinlich zu sein. Es würde daher von grossem Interesse sein, wenn noch ein zweites Bild vorhanden wäre um durch Vergleichung beider vielleicht manche Frage zur Entscheidung zu bringen. Ein derartiger Versuch ist freilich gemacht worden, der jedoch keinen so glücklichen Erfolg als der erste gehabt hat. Gleich nachdem die erste Platte entfernt worden war, wurde eine zweite eingesetzt. Nachdem dieselbe kaum 40 bis 45 Secunden dem Lichte der Corona ausgesetzt gewesen war, brach plötzlich das Sonnenlicht hervor; Herr Berkowski der unten am Stativ des Heliometers stand und die Secunden der Uhr zählte, beeilte sich zwar auf den Ruf "die Sonne ist da", das Objectiv des Fernrohres zu verdecken, dennoch mögen ehe dieses geschehen konnte 8 bis 10 Secunden verflossen sein, während welcher Zeit die jodirte Platte dem Lichte der äusserst feinen Sonnensichel ausgesetzt gewesen ist. Ich habe dieses zweite Bild, da mir dasselbe von eben solchem Interesse zu sein schien als das vollendete erste, eben so sorgfältig aufbewahrt und würde auch von diesem eine Copie gegeben haben, wenn sich nicht zu grosse Schwierigkeiten der Anfertigung derselben entgegengestellt hätten.

Die Mondscheibe erscheint auf diesem Bilde in einem matten Grau, von der Corona ist weiter nichts sichtbar als der die Peripherie zunächst umgebende concentrische feine helle Ring, der jedoch hier nicht so vollkommen weiss wie auf dem ersten Bilde erscheint, sondern sich nur durch ein schwaches bläuliches Licht zu erkennen giebt.

Man sieht es diesem ganzen Bilde an, dass dasselbe erst im Werden begriffen gewesen, der Rand des Mondes ist bereits scharf zu erkennen, die Bildung der Corona hat begonnen, allein an keiner Stelle, weder auf dem Mondrande noch in dem hellen Ringe der Corona habe ich eine Spur von der Wirkung des Lichtes einer Protuberanz erkennen können.

Den Einfluss des directen Sonnenlichtes während der 8 bis 10 Secunden auf die Platte, hat sich dadurch zu erkennen gegeben, dass an der Stelle, an welcher die Sonne hervorgetreten ist, ungefähr der siebente Theil des hellen Ringes der Corona, welcher den Mond umgiebt, ganz dunkelblau erscheint. Unter der Lupe betrachtet, sieht man hier drei schmale parallele Striche, einen dickeren in der Mitte und auf jeder Seite von ihm einen ausserst feinen. Diesen dunklen Theil der Corona umgeben mehrere farbige concen-

trische Ringe, deren gemeinschaftlicher Mittelpunct in dem Orte auf der Peripherie des Mondes zu liegen scheint, an welchem die Sonne hervorgetreten ist. Der Radius des äussersten farbigen Ringes beträgt ungefähr $^4/_5$ des Durchmessers der Mondscheibe, so dass also ein sichelförmiger Theil derselben ganz ausserhalb der Farbenringe liegt. Die ganze Mondperipherie ist jedoch durch alle diese Farbenringe hindurch scharf zu erkennen.

VI.

Bemerkungen zu dem Bilde der beobachteten Protuberanzen.

Der hier beifolgende Stahlstich mit der Ansicht der Protuberanzen ist nach einer von Herrn Fearnley mit vielem Fleisse gemachten Zeichnung gleichfalls von Herrn Trossin ausgeführt worden. Gleich nach unserer Rückkehr nach Königsberg, da noch alle die grossartigen Eindrücke lebhaft im Gedächtnisse waren, wurde die Zeichnung nach den sorgfältigsten in Rixhöft entworfenen Skizzen von Herrn Fearnley gemacht; das Fernrohr, mit welchem er beobachtet hatte, war dasselbe mit dem wir die Polhöhe von Rixhöft bestimmt hatten. Herr Fearnley theilt darüber Astr. Nachr. Nr. 782 in seinem Berichte über die von ihm gemachten Beobachtungen der totalen Sonnenfinsterniss in Rixhöft folgendes Nähere mit:

Page 16:

Es mögen höchstens 15 Secunden nach dem Verschwinden der Sonne verlaufen sein, sagt derselbe, als ich wieder zum Fernrohre zurückkehrte. Zuerst bemerkte ich jetzt an der Stelle, wo der letzte Sonnenstrahl verschwunden war, zwei pinselförmige, von dem Mondrande senkrecht ausgehende Lichtbüschel (höchstens 1 Minute hoch, 63° und 65° Ost, also innerhalb der einen Fleckengruppe). Diese kamen mir anfangs ganz weiss vor, erst nach einiger Zeit konnte ich mit Mühe eine schwache rothe Färbung daran erkennen. Nach der Mitte der totalen Verfinsterung habe ich diese Lichtbüschel nicht wieder finden können. Auch habe ich an dem Ostrande keine andere deutliche Hervorragungen bemerkt, obgleich das Licht offenbar nicht überall gleichförmig am Rande verbreitet war, sondern hin und wieder, besonders zu beiden Seiten der erwähnten Büschel, ganz feine Lichtflocken und Fasern Ruhepuncte für das Auge lieferten. Ich war kaum 10 Secunden mit dieser Gruppe beschäftigt gewesen und liess das Auge um den Mondrand herumlaufen, als meine Aufmerksamkeit mit Gewalt auf eine, sich jener fast diametral gegenüber befindlichen, Gruppe hingezogen

wurde. Diese wunderbare, durch Glanz, Farbe, Form und Ausdehnung so mächtig anziehende Erscheinung, war ein vollends hinlänglicher Ersatz für die Entbehrung des ergreifenden Eindrucks, den eine ungestörte Betrachtung des grossartigen Schauspiels im Allgemeinen hätte gewähren müssen. Die schon durch die unmittelbare Betrachtung jener glänzenden Sonnenwolken festwerdende Ueberzeugung, es könnte diese Erscheinung weder optisch noch physisch dem Monde zugeschrieben werden, erregte bei mir ein feierliches Staunen, welches immer zunahm, als ich in weniger als einer halben Minute deutlich sah, wie diese Gruppe wuchs, indem sich der Mond darüber hinwegzog. Der Anblick dieses, wie ich meinte, unverkennbaren Anzeichens einer jede menschliche Vorstellung weit übertreffende Thätigkeit in der colossalen Werkstätte, wo uns das Licht und die Wärme bereitet wird, erweckte Gefühle, die den Genuss der herrlichen Beobachtung bedeutend erhöhte, ohne sie zu stören. Ich habe mich eines vielleicht etwas auffallenden Ausdrucks "Sonnenwolken", bedient. Wirklich glaube ich keine bessere Bezeichnung wählen zu können, um auf einmal die Form, die scheinbare Consistenz und eine ahnende Vorstellung von der Natur dieser Gruppe von Protuberanzen mit einem Worte anzudeuten. Die grosse, gekrümmte, an den Umrissen und besonders an der Spitze feinfaserige Lichtfigur, hatte, abgesehen von der hellen Rosenfarbe, gerade das Ansehen einer recht hellerleuchteten Cirruswolke oder erschien vielmehr wie ein glänzender Ausläufer einer die Sonne bedeckenden Cumuluswolke. Nur in der cumulusartigen Form unterschied sich davon die isolirte Wolke oberhalb jener. Der Raum zwischen beiden und dem Mondrande war hin und wieder mit feinen hellen Fasern durchzogen, doch ohne dass ich die von Professor Galle gesehene Verbindung bemerkt habe. Neben und ausserhalb dieser beiden Wolken breitete sich aber ein anderes, fast eben so merkwürdiges Wolkengebilde, von sehr schwachem Lichte in noch grösserer Ausdehnung aus; namentlich erreichte es zur Zeit der Mitte der Totalität eine Höhe von 3 bis 4 Minuten (nach der Zeichnung geschätzt). Wegen des starken Glanzes der beiden Lichtwolken war dieses schwach erleuchtete Gewölk sehr wenig auffallend. Erst bemerkt und scharf in's Auge gefasst, lösste es sich aber in gut begrenzte Dunsthäufchen auf, welche zusammen eine Gruppe bildeten, von auffallender Aehnlichkeit mit sehr hoch schwebenden ganz blassen und lockeren Cirrocumulus. In der letzten Minute trat noch ein glänzender Cumulus links am Fusse der gekrümmten Protuberanz hervor. Die ganze Gruppe von Protuberanzen nahm nach der Zeichnung über 20° der Peripherie ein, die drei Wolken zusammen etwa 11°, von 115° bis 126° West. Eben als ich die letzte Detailskizze von dieser Gruppe entwerfen wollte, bemerkte ich plötzlich, 28 Secunden vor dem Ende der Totalität, eine neue Gruppe, nämlich zwei rothe Zacken mit gemeinschaftlicher Basis links un-

ten (57° bis 61° West.) Zu dieser Zeit mag wohl auch die rosenrothe Farbe in der Hauptgruppe am stärksten gewesen sein; anfangs habe ich sie jedenfalls viel schwächer gesehen. Sie wurde jeden Augenblick lebhafter und schöner, blieb aber immer nach

Page 17:

meiner Auffassung ein helles Rosenroth. Wegen des immer stärker werdenden Glanzes an der Stelle, wo die Sonne wieder hervortreten wollte, schien mir der Farbeneindruck in den letzten Augenblicken wieder etwas schwächer zu werden. Ob die rothe Farbe sich auch über die leichten Cirrocumuluswölkchen erstreckt hat bin ich unsicher; jedenfalls wird sie dort sehr schwach gewesen sein. In den letzten 10 bis 20 Secunden bemerkte ich fast überall am westlichen Rande zwischen den beiden letzten Gruppen, am meisten aber in der Umgebung von der grossen, kleine rothe Streifen und Lichtpünctchen, die ich nicht näher angeben kann. Mehr als die beschriebenen 3 Gruppen von auffallenden Hervorragungen habe ich aber nicht bemerkt, wahrscheinlich weil ich zu sehr mit der Hauptgruppe beschäftigt war.

Alle anderweitigen Beobachtungen und Wahrnehmungen, welche wir zur Zeit der Sonnenfinsternis in Rixhöft gemacht haben, bedürfen hier keiner weiteren Erwähnung, da sie bereits theils in den Astr. Nachr. Nr. 782 theils durch eine kleine von mir herausgegebene Schrift*) bekannt geworden sind, welche letzte nicht nur unsere Beobachtungen in Rixhöft, sondern auch die Bemerkungen, Beobachtungen und Wahrnehmungen enthält, die an verschiedenen Orten von vielen Anderen oft mit grosser Sorgfalt gemacht und mir gütigst mitgetheilt worden sind.

*) Beobachtung und Wahrnehmungen, welche bei der totalen Sonnenfinsterniss am 28. Juli 1851 gemacht worden sind. Ein Vortrag in der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft in Königsberg am 12. Novbr. 1851 gehalten von Dr. Busch. Königsberg, 1852. Verlag von H. L. Voigt.

References

Barger, M. S. and W. B. White (1991): *The Daguerreotype, Ninteenth-Century Technology and Modern Science.* Baltimore: Johns Hopkins University Press 1991.

Bretagnon, P. (1982): *Théorie du mouvement de l'ensemble des planètes. Solution VSOP82*, Astron. Astrophys. 114, p. 278–288.

Bretagnon, P. and G. Francou (1988): *Planetary theories in rectangular and spherical variables. VSOP87 solutions*, Astron. Astrophys. 202, p. 309–315.

Busch, A. (1852): *Beobachtungen der Sonnenfinsterniss am 28sten Juli 1851 in Rixhöft*, Astron. Nachr. 33 (1852), p. 229–234.

Busch, A. and C. Fearnley (1854): *Beobachtungen der totalen Sonnenfinsternis am 28. Juli 1851 und Bestimmung der geographischen Lage des Leuchtthurms zu Rixhöft.* In: A. Busch (Hg.): Astronomische Beobachtungen auf der Königlichen Universitäts-Sternwarte in Königsberg, 26. Abtlg. (1854), 17-page appendix including 2 steel engravings (missing in the Göttingen University Library copy).

Fearnley, C. (1852): *Beobachtung der totalen Sonnenfinsterniss am 28sten Juli 1851*, Astron. Nachr. 33 (1852), p. 233–242.

Eckert, W. J.; Jones, R. and H. K. Clark (1954): *Improved Lunar Ephemeris 1952–1959*, a Joint Supplement to the American Ephemeris and the (British) Nautical Almanac, U.S. Government Printing Office. Washington, D. C. 1954.

Fürst, D. (2003): *Die Geschichte des Heliometers der Sternwarte Königsberg.* In: Dick, W. R. and J. Hamel (Hg.): Beiträge zur Astronomiegeschichte Band 6, (= Acta Historica Astronomiae Vol. 18), Frankfurt: Verlag Harri Deutsch 2003, p. 90–136.

Golub, L. and J. M. Pasachoff (1997): *The Solar Corona.* Cambridge, MA: Cambridge University Press, p. 42.

Knopf, O. (1937): *Die Astronomie an der Universität Jena.* Jena 1937, p. 192.

Meeus, J. (1991): *Astronomical Algorithms.* Richmond: Willmann-Bell 1991, Ch. 24.

Montenbruck, O. (1985): *Grundlagen der Ephemeridenrechnung.* 2. Aufl., München: Verlag Sterne und Weltraum 1985, Kap. IV.

Mucke, H. and J. Meeus (1983): *Canon of Solar Eclipses −2003 to +2526.* 2nd ed., Vienna: Astronomisches Büro 1983.

Riekher, R. (1990): *Fernrohre und ihre Meister.* 2. Aufl., Berlin: Verlag Technik GmbH 1990.

Schorr, R. (Hg.) (1916): *Hilfstafeln der Hamburger Sternwarte.* Hamburg: Lucas Gräfe 1916.

Peters, C. F. W. (1891): *Ueber ein Daguerrotypbild der Sonnenfinsterniss vom 28. Juli 1851*, Vierteljahrsschrift Astron. Ges. 26 (1891), p. 274–276.

Pringsheim, E. (1910): *Vorlesungen über die Physik der Sonne.* Leipzig, Berlin 1910, p. 134.

Scheiner, J. (1897): *Die Photographie der Gestirne.* Leipzig 1897, Frontispiz.

Schielicke, R. E. (1988): *Astronomie in Jena.* Jena-Information (1988), p. 65.

Schielicke, R. E. (1990): *Erste Photographie der Sonnenkorona*, Naturwiss. Rundschau 43 (1990), p. 108–109.

Schielicke, R. E. and A. D. Wittmann (2003): *On the Berkowski Daguerreotype (Königsberg, 1851 July 28): The First Correctly-Exposed Eclipse Photograph of the Solar Corona*, Astron. Nachr. 324, No. 3, p. 91–92 ("D=17.8 cm" should read "D=15.8 cm").

de Vaucouleurs, G. (1958): *La Photographie Astronomique. Du Daguerréotypie au Télescope Électronique.* Paris: Albin Michel 1958, Plate II, Figure 1 (ex-

planatory text incorrect, but corrected in the English edition 1958).
Wattenberg, D. (1964): *Aus den Anfängen der astronomischen Fotografie*, Bild und Ton, Zeitschrift für Film- und Fototechnik, Heft 8 (1964) = Mitt. Archenhold-Sternwarte No. 70 (1964), p. 1–8.
Wichmann, M. (1851): *Beobachtung der totalen Sonnenfinsterniss am 28ten Juli 1851 an dem Königsberger Heliometer*, Astron. Nachr. No. 787, cols. 309–324.

Authors' addresses: Dr.-Ing. Reinhard E. Schielicke, Astrophysikalisches Institut und Universitäts-Sternwarte Jena, Schillergäßchen 2, 07745 Jena, Germany; e-mail: schie@astro.uni-jena.de

Dr. Axel D. Wittmann, Universitäts-Sternwarte Göttingen, Geismarlandstr. 11, 37083 Göttingen, Germany; e-mail: wittmann@astro.physik.uni-goettingen.de