

## Drei umstrittene Mondfinsternisse bei Ptolemaios

Von B. L. van der Waerden, Zürich

Im Almagest, Buch IV, Kap. 11 diskutiert Ptolemaios sechs Finsternisberichte, die er von Hipparchos übernommen hat. Die ersten drei leitet er mit den folgenden Worten ein<sup>1</sup>: *ταύτας μὲν δὴ τὰς τρεῖς ἐκλείψεις παρατεθεισθαι φησιν ἀπὸ τῶν ἐκ Βαβυλῶνος διακομισθειῶν ὡς ἐκεῖ τετηρημένας.*

Manitius<sup>2</sup> übersetzt fast wörtlich: «Diese drei Finsternisse versichert er aus der Zahl der von Babylon herübergebrachten als dort beobachtet in Vergleich gestellt zu haben.»

Statt «in Vergleich gestellt zu haben» könnte man vielleicht noch besser «als Zeugnis angeführt zu haben» übersetzen. Sonst ist gegen die Übersetzung von Manitius nichts einzuwenden.

Oppolzer<sup>3</sup> interpretiert die Stelle anders. Er schreibt: «... es unterliegt keinem Zweifel, daß diese und die beiden folgenden Finsternisse nicht in Babylon beobachtet sind, wie dies schon die einleitenden Worte des Almagest zeigen, die sinngerecht übersetzt etwa lauten würden: 'Hipparch sagt, daß er diese drei Finsternisse zu denen von Babylon überlieferten hinzugefügt habe, als ob sie dort beobachtet wären.' Er hat also, wie dies schon die Angabe des Datums nach dem griechischen Kalender zeigt, Beobachtungen, die in Athen oder einer ionischen Kolonie angestellt waren, auf Babylon reduziert.»

Mir scheint, daß die «sinngemäße Übersetzung» von Oppolzer dem Texte Gewalt antut. Daß man das Medium von *παρατίθημι* mit «hinzufügen» und *ὡς* mit «als ob» übersetzt, ginge noch an, aber *ἀπὸ τῶν* kann unmöglich «zu denen hinzu» bedeuten.

Oppolzers zweites Argument ist die Datumangabe im griechischen Kalender. Sie lautet bei der ersten Finsternis (23. Dez. 383 v. Chr.) so: «unter dem athenischen Archonten Phanostratos im Monat Poseideon». Mir scheint, daß man daraus nichts schließen kann. Wenn die Finsternis in Babylon beobachtet war, so war im babylonischen Bericht ein Jahr eines persischen Königs und ein babylonischer Monatsname angegeben. Hipparchos, der Jahr und Monat eindeutig und für seine Leser verständlich festlegen wollte, war genötigt, sie in einen anderen Kalender zu übertragen. Er wählte dafür den athenischen Kalender, dessen Monatsfolge durch die Schriften der athenischen Kalenderordner Euktemon und Kallippos allgemein bekannt war. Außerdem gab er noch das Datum im ägyptischen Kalender an, den die alexandrinischen Astronomen immer benutzten.

<sup>1</sup> *Ptolemaei Opera* ed. Heiberg I 340.

<sup>2</sup> K. Manitius, *Des Cl. Ptol. Handbuch d. Astronomie* I 247.

<sup>3</sup> Th. von Oppolzer, *Syzygientafeln für den Mond*, Publ. der astron. Ges. XVI (Leipzig 1881) 32.

Als drittes Argument führt Oppolzer die letzten Worte der Textstelle an: «Der Mond ging noch verfinstert unter.» Dazu führt er aus: «Dieser Zusatz wäre bei einer Finsternis, die etwa eine halbe Stunde vor Untergang des Mondes stattfindet, wohl bedeutungslos; nimmt man aber an, daß diese Finsternis in Athen beobachtet sei, so würde der Zusatz insofern Bedeutung haben, daß der Mond unterging, ehe noch die Finsternis, sich ihrem Ende nahend, dasselbe erreicht hat.»

Auch dieses Argument überzeugt mich nicht. Die in Keilschrift bekannten Finsternisberichte<sup>4</sup> geben in der Regel Anfang und Ende der Finsternis an; wenn aber der Anfang oder das Ende nicht beobachtet ist, so wird der Grund dafür angegeben. In diesem Fall war der Grund, daß der Mond schon vor dem Ende der Finsternis untergegangen war.

Ich komme jetzt zu den positiven Gründen, die dafür sprechen, daß die Finsternisberichte tatsächlich aus Babylon stammen. Der Hauptgrund liegt natürlich in den Worten des Hipparchos: ἀπὸ τῶν ἐκ Βαβυλῶνος διακομισθεισῶν. Wenn Hipparchos selbst die Zeitangabe einer in Athen beobachteten Finsternis auf Babylon reduziert hätte, so wäre seine Mitteilung, der Bericht stamme aus Babylon, eine bewußte Lüge. Es gibt keinen einzigen Grund, dem «größten Freund der Wahrheit» (Almagest IX 2) eine solche Lüge zuzutrauen.

Dazu kommt, daß in Babylon Mondfinsternisse mindestens seit 730 v. Chr. systematisch beobachtet und aufgezeichnet wurden<sup>5</sup>, während von griechischen Aufzeichnungen dieser Art nichts bekannt ist. Dabei ist die Zeit der angeblichen athenischen Aufzeichnungen (383–382 v. Chr.) eine der bestbekanntesten der Weltgeschichte.

Weil aber diese Argumente möglicherweise nicht jeden überzeugen, will ich einmal mit der Hypothese von Oppolzer Ernst machen und annehmen, die drei Finsternisse seien in Athen beobachtet und Hipparchos habe die beobachteten Zeiten auf Babylon reduziert. Zu dieser Reduktion brauchte er die Differenz der geographischen Längen von Athen und Babylon. Welchen Wert mag er wohl dafür angenommen haben?

In der Geographie des Ptolemaios beträgt diese Längendifferenz 26° 15' oder 105 Zeitminuten. Ptolemaios hat diesen viel zu großen Wert erhalten, indem er Wegstrecken addierte und dann die Stadien in Grade umrechnete, wobei er einen Grad auf dem Äquator (nach Poseidonios und Marinos von Tyros) zu 500 Stadien rechnete<sup>6</sup>. Hipparchos aber rechnete (nach Eratosthenes) den Grad zu 700 Stadien<sup>7</sup>. Wenn Hipparchos also die in Stadien ausgedrückten Wegstrecken genau so angenommen hätte wie Ptolemaios, so würde er auf einen Längenunterschied von etwa

$$\frac{5}{7} \cdot 105^m = 75^m$$

<sup>4</sup> A. J. Sachs, *Late Babylonian astronomical and related texts copied by T. G. Pinches and J. N. Strassmaier* (Brown University Press, Providence 1955).

<sup>5</sup> A. J. Sachs, a. O. xxxi.

<sup>6</sup> Ptolemaios *Geographie* I 7, 1; vgl. H. Berger, *Gesch. der wissensch. Erdkunde der Griechen* (Leipzig 1887) 103.

<sup>7</sup> H. Berger, *Die geographischen Fragmente des Eratosthenes* (Leipzig 1880) 105.

gekommen sein. Der moderne Wert ist  $83^m$ . Wir wissen nicht, welchen Wert Hipparchos angenommen hat, aber daß sein Wert beträchtlich größer als  $60^m$  gewesen sein muß, das können wir als fast sicher annehmen. Hipparchos, oder wer auch immer die Reduktion vorgenommen hat, muß also zur Reduktion auf Babylon mehr als eine Stunde zu den in Athen beobachteten Zeiten addiert haben.

Die zweite von Hipparchos angeführte Finsternis (18. Juni 382 v. Chr.) fing nach seinen eigenen Worten in der vorgerückten ersten Nachtstunde<sup>8</sup> an. Eine Nachtstunde hatte nach der Rechnung des Ptolemaios in dieser Nacht 48 Minuten. Da Hipparchos genau dieselbe Sonnentheorie hatte wie Ptolemaios, so muß auch Hipparchos die Nachtstunde auf  $48^m$  angesetzt haben. Die Finsternis fing also nach seiner Aussage in Babylon weniger als  $48^m$  nach Sonnenuntergang an. Subtrahiert man  $60^m$ , so kommt man für die Länge von Athen auf mehr als  $12^m$  vor Sonnenuntergang. Nun muß man noch auf die geographische Breite von Athen reduzieren. Athen liegt nördlicher als Babylon, also sind die Sommertage in Athen länger als in Babylon, also ging die Sonne in Athen später unter; die Differenz macht etwa  $15^m$  aus. Die Finsternis würde also mehr als  $27^m$  vor Sonnenuntergang in Athen angefangen haben. Zu dieser Zeit war aber der Mond unter dem Horizont, also konnte die Anfangszeit der Finsternis in Athen gar nicht beobachtet werden!

Versuchen wir es nun mit einer ionischen Kolonie. Um den Fall für Oppolzers Hypothese so günstig als möglich zu machen, verlegen wir den Beobachtungsort möglichst weit nach Osten und Süden, nehmen also Lindos auf Rhodos.

Die Längendifferenz zwischen Lindos und Babylon ist nach Ptolemaios  $20^\circ 20'$  oder  $81^m$ . Multipliziert man das wieder mit  $\frac{5}{7}$ , so erhält man  $58^m$ . Nach den heutigen Karten ist die Längendifferenz  $65^m$ . Also wird Hipparchos wohl mehr als  $50^m$  angenommen haben. In der Breite von Lindos geht die Sonne  $9^m$  später unter als in der Breite von Babylon; das wußte auch Hipparchos. Also müßte die Finsternis in Lindos mehr als

$$50 - 48 + 9 = 11^m$$

vor Sonnenuntergang anfangen. Somit ist Lindos als Beobachtungsort ebenfalls unmöglich.

Dazu kommt noch, daß Hipparchos die Methode des Eratosthenes, Längendifferenzen aus geschätzten Wegstrecken zu berechnen, nachdrücklich kritisiert und verworfen hat. Soll er nun selbst die gleiche Methode benutzt haben, um Finsternisse auf Babylon umzurechnen? Ich halte das für ausgeschlossen.

Und schließlich: wozu diese Umrechnung? Nachher bringt Hipparchos drei andere Finsternisse, die in Alexandrien beobachtet wurden<sup>9</sup>. Diese hat er nicht auf Babylon umgerechnet. Die ersten drei hätte er ebensogut ohne Umrechnung verwenden können. Wollte er sie mit den drei in Alexandrien beobachteten vergleichen, so hätte er sie auf Alexandrien umrechnen müssen, aber nicht auf Babylon.

<sup>8</sup> Almagest IV 11, Heiberg 341.

<sup>9</sup> Almagest, Heiberg 344.

Die einzige haltbare Annahme scheint also die zu sein, daß diese drei Finsternisse wirklich in Babylon beobachtet wurden und daß Hipparchos die babylonischen Berichte benutzt hat.

Das Ergebnis ist deswegen wichtig, weil die erste der drei Finsternisse einen sehr guten Prüfstein für die Mondtheorie bietet. Nach den Syzygientafeln von Oppolzer würde der Beginn 4<sup>m</sup> nach Sonnenaufgang für Babylon stattfinden<sup>10</sup>. Der Text sagt aber, daß zu Beginn der Finsternis «von der Nacht noch eine halbe Stunde übrig war». Diese Zeitangabe ist typisch griechisch. Die Babylonier rechnen in ihren Finsternisberichten nicht mit Tag- und Nachtstunden, sondern mit Zeitgraden zu je 4 Min. Der griechische Berichterstatter hat also die ursprüngliche Zeitangabe auf ein anderes Zeitmaß reduziert. Da wir nicht wissen, nach welchen Regeln die Reduktion vorgenommen wurde und welchen Weg die Überlieferung nahm, so kann in der Zeitangabe eine beträchtliche Ungenauigkeit stecken. Eines steht aber fest: die Finsternis muß vor Sonnenaufgang angefangen haben. Die Oppolzersche «empirische Korrektur» ist also sicherlich zu groß. Eine Verminderung um 10–20<sup>m</sup> würde genügen, um den Bericht des Hipparchos als möglich erscheinen zu lassen. Eine Verminderung um 30–40<sup>m</sup> würde die Zeitangabe des Hipparchos sogar ganz genau machen.

Auch die zweite Finsternis deutet darauf hin, daß Oppolzers empirische Korrektur herabgesetzt werden muß. Nach den Syzygientafeln von Oppolzer würde die Finsternis 68<sup>m</sup> nach Sonnenuntergang beginnen, nach dem Text aber weniger als 48<sup>m</sup>. Wiederum würde eine Verminderung der empirischen Korrektur um 30–40<sup>m</sup> die Zeitangabe retten, aber bei einer etwas weiteren Interpretation des Ausdrucks *τῆς πρώτης ὥρας προεληλυθίας* würde eine Verminderung um etwa 20<sup>m</sup> genügen.

Es ist selten, daß Finsternisberichte so scharfe Schranken für die Korrekturen zu den Tafeln liefern wie diese beiden. Deswegen erschien es mir wichtig, den Beobachtungsort sicherzustellen.

---

<sup>10</sup> Oppolzer a. O. 32.