

ASTRONOMICA

1. Vom geozentrischen Standpunkt betrachtet, dreht sich das Firmament im Laufe eines Tages einmal um die Erde. Jeder Stern, der nicht zu weit nördlich oder südlich am Himmel steht, geht täglich auf und unter. Ob der Aufgang oder Untergang sichtbar ist, hängt von der je nach Jahreszeit veränderlichen gleichzeitigen Stellung der Sonne ab. Jeweils an einem bestimmten Tag des Jahres kann der Aufgang oder Untergang eines Sterns nach Zeiten der Unsichtbarkeit gegen Morgen zum ersten Mal beobachtet werden (Frühaufgang bzw. -untergang = FA bzw. FU) und nach Zeiten der Sichtbarkeit gegen Abend zum letzten Mal (Spätaufgang bzw. -untergang = SA bzw. SU)¹). In der Terminologie der Astronomen bezeichnet ἀνατολή u. ä. den täglichen Aufgang und ἐπιτολή u. ä.²) einen der jährlichen Aufgänge, während δύσις u. ä. unterschiedslos verwendet wird (vgl. Geminus, *Elementa astronomiae* 13,5). Dem-

1) Vgl. M. L. West, *Hesiod, Works and Days*, Oxford 1978, S. 379 ff. In Übereinstimmung mit dem Gesagten gebraucht Hesiod a.a.O. V. 387 und 598 (τὰ πρῶτα mit Bezug auf das Erscheinen des Sterns (Gestirns) beim FA. Dagegen macht V. 567 πρῶτον Schwierigkeiten, auf die West in seinem Kommentar zur Stelle nicht eingeht. Denn wie West ausdrücklich feststellt, handelt es sich hier um den SA (vgl. die ‚Datumsangabe‘ V. 564 f. und ἀποκνήφαιος V. 567 gegenüber V. 610); aber dabei wird der Aufgang des Sterns nicht zum ersten Mal beobachtet, sondern, nachdem er an den vorhergehenden Tagen sichtbar war, zum letzten Mal (vgl. G. Hofmann, *Über die bei griechischen und römischen Schriftstellern erwähnten Auf- und Untergänge der Sterne*, Progr. Triest 1879, S. 33). Bei der Wahl seiner Worte hat sich Hesiod durch den Gedanken an den Aufgang des Sterns als Ereignis im Ablauf des Tages und durch die Wendungen, die den FA beschreiben, zumindest beeinflussen lassen, falls er überhaupt eine richtige Vorstellung von dem astronomischen Sachverhalt hatte (andere Erklärungsversuche bei O. Wenskus, *Astronomische Zeitangaben von Homer bis Theophrast*, Stuttgart 1990, *Hermes Einzelschriften* 55, S. 46). Ohne zwingenden Grund will Hofmann a.a.O. S. 32 sogar auch V. 597 ff. trotz πρῶτα auf den SA beziehen (zu πρῶτα vgl. jedoch noch Wenskus a.a.O. S. 48 und 175).

2) Die Bedeutung von ἐπί in ἐπιτολή u. ä. ist nicht leicht zu fassen. Vielleicht wurde mit den betreffenden Ausdrücken ursprünglich nur der FA bezeichnet. Dann könnte etwa ἐπιτέλλεσθαι als ‚darauf (sc. auf den Horizont) gehoben werden‘ interpretiert werden. Beim FA geht die Sichtbarkeit des Sterns über diesen Vorgang kaum hinaus. Aber es wäre auch denkbar, daß das Präverbium eine vagere Bedeutung hat wie in ἐπιφαίνεσθαι ‚sich darbieten, sichtbar werden‘ (vgl. ἐπιφά-νεια).

gemäß hat G. Aujac in ihrer Autolykos-Ausgabe³⁾ die in den Handschriften von *De ortibus et occasibus* herrschende Verwirrung korrigiert (vgl. Aujac, Autolykos S. 38). Dabei hat sie allerdings Autolykos II 17 (S. 131 Z. 11) τῆς αὐτῆς νυκτὸς ἐσπέρια ἀνατέλλει καὶ ἔφα δύνει übersehen, wo ἀνατέλλει in ἐπιτέλλει zu ändern ist⁴⁾, obwohl Aujac offenbar doch auch damit rechnet, daß sich Autolykos wie Geminos selbst über die sonst befolgte Sprachregelung hinwegsetzt⁵⁾. Die Änderung wird bestätigt durch den Vergleich mit der entsprechenden Passage in dem parallelen Kapitel II 12 (S. 123 Z. 16 f.) τῇ αὐτῇ νυκτὶ καὶ ἐσπέρια ἐπιτέλλει καὶ ἔφα δύνει (zur Parallelität von II 12 und 17 s. u. die Übersicht unter 2.). Hier wie dort ist der SA und der SU gemeint, die unter gewissen Umständen in ein und derselben Nacht stattfinden. Mit Hinblick auf die zum Vergleich herangezogene Stelle ist vielleicht auch noch der Genitiv τῆς αὐτῆς νυκτὸς in den Dativ τῇ αὐτῇ νυκτὶ zu ändern. Der Genitiv müßte wie der Dativ auf eine ganz bestimmte Nacht bezogen werden, während er II 18 (S. 133 Z. 3) τῆς αὐτῆς νυκτὸς καὶ ἀνατέλλοντα⁶⁾ καὶ δύνοντα ὁραθήσεται eine andere Bedeutung hat, die an die distributive erinnert⁷⁾. Es ist hier nämlich an den täglichen Auf- und Untergang zu denken, die eine Zeit lang beide Nacht für Nacht sichtbar sind.

2. Unter Voraussetzungen, die zu weitgehend vereinfachen, wenn sie nicht sogar irrig sind, erörtert Autolykos, in welcher Reihenfolge FA, FU, SA und SU im Laufe des Jahres aufeinander folgen, wobei er sich auf die Sterne zwischen den Wendekreisen beschränkt. Er unterscheidet Sterne, die auf der Ekliptik liegen, und solche, die sich nördlich und südlich davon befinden (vgl. die Tabelle bei Aujac, Autolykos S. 23). Die beiden Gruppen der nördlich und südlich der Ekliptik befindlichen Sterne geben Anlaß zu einer weiteren Unterteilung, für die die Distanz d der zwei Punkte der Ekliptik, die bei Auf- und Untergang eines Sterns zusammen mit ihm im Horizont sind, das Kriterium bildet. Was nun die Fallunterscheidung innerhalb der beiden Gruppen angeht,

3) Germaine Aujac, *Autolykos de Pitane. La sphère en mouvement. Levers et couchers héliaques*. Testimonia, Paris 1979 (= Aujac, Autolykos).

4) Aujac hat die Korrektur brieflich gebilligt.

5) Vgl. Aujac in ihrer Ausgabe des Geminos, Paris 1975, S. 68 A. 1.

6) ἐπιτέλλοντα codd. und Mogenet, corr. Aujac.

7) Zum Unterschied zwischen dem Genitiv und Dativ der Zeit und zum distributiven Gebrauch des Genitivs vgl. R. Kühner – B. Gerth, *Ausführliche Grammatik d. griech. Sprache*, Hannover 1898/1904, I 387 mit A. 5.

so ist ein merkwürdiger Mangel an Symmetrie nicht zu übersehen, der manchmal noch dadurch verstärkt wird, daß die Erörterung der einzelnen Fälle teils davon ausgeht, daß der Stern sich im östlichen Horizont befindet (κατὰ τὰς ἀνατολάς), teils davon, daß er sich im westlichen befindet (κατὰ τὰς δύσεις). Obwohl es auf das Ergebnis keinen Einfluß hat, welche dieser Annahmen gemacht wird, werden zwei Fälle erst unter der einen Annahme und dann auch noch unter der anderen behandelt. Die folgende Übersicht zeigt, welche Fälle jeweils unterschieden werden und welche Ausgangssituation dabei vorausgesetzt wird:

a) Sterne nördlich der Ekliptik:

- | | | |
|---|--------------------------------------|---------|
| $d < \frac{1}{2}$ Zeichen ⁸⁾ , | Ausgangssituation: κατὰ τὰς ἀνατολάς | (II 10) |
| | Ausgangssituation: κατὰ τὰς δύσεις | (II 13) |
| $d = 1$ Zeichen, | Ausgangssituation: κατὰ τὰς δύσεις | (II 14) |
| $d > 1$ Zeichen, | Ausgangssituation: κατὰ τὰς δύσεις | (II 15) |

b) Sterne südlich der Ekliptik:

- | | | |
|----------------------------|--|---------|
| $d < \frac{1}{2}$ Zeichen, | Ausgangssituation: (κατὰ τὰς ἀνατολάς) | (II 11) |
| $d < 1$ Zeichen, | Ausgangssituation: κατὰ τὰς δύσεις | (II 16) |
| $d = 1$ Zeichen, | Ausgangssituation: κατὰ τὰς ἀνατολάς | (II 12) |
| | Ausgangssituation: κατὰ τὰς δύσεις | (II 17) |
| $d > 1$ Zeichen, | Ausgangssituation: κατὰ τὰς δύσεις | (II 18) |

Der angesprochene Mangel an Symmetrie wird erheblich verringert, wenn man mit Hulsch vor ζῳδίου in II 16 S. 129 Z. 13 und S. 130 Z. 8 ἡμίσεως ergänzt, wodurch d , das in diesem Kapitel nach den Handschriften auf weniger als 1 Zeichen beschränkt ist, auf weniger als $\frac{1}{2}$ Zeichen beschränkt wird; der übrige Text bleibt davon unberührt, weil das, was für $d < 1$ Zeichen gilt, auch für $d < \frac{1}{2}$ Zeichen gilt, während eine Korrektur der Beschriftung der Figur erforderlich ist (Änderung der Anordnung der Buchstaben ΗΘΚ⁹⁾). Mit der Ergänzung von ἡμίσεως an den genannten Stellen steht Kapitel II 16 zu II 11 in demselben Verhältnis wie II 13 zu II 10 (vgl. die obige Übersicht). Man könnte allerdings auch auf den Gedanken kommen, statt Kapitel II 16 an die Kapitel II 11, 13 und 10 anzugleichen, vielmehr umgekehrt zu verfahren, da in dem Fall $d < 1$ Zeichen der Fall $d < \frac{1}{2}$ Zeichen enthalten ist ($d = 1$ Zeichen

8) Kurz für Tierkreiszeichen = 30°.

9) Weder Mogenet noch Aujac hat die Konjektur von Hulsch in den Text aufgenommen; Aujac bezeichnet sie brieflich als „très élégante et satisfaisante pour l'esprit“, zweifelt aber, ob bei Annahme der Konjektur der übrige Text wirklich unverändert bleiben kann.

ist der Grenzfall). Ein Bogen von der Größe eines halben Zeichens kommt als Sehungsbogen (s. u. unter 3.) in den Beweisführungen des Autolykos immer wieder vor, und es wäre verständlich, wenn er sich auch dort eingeschlichen hätte, wo er nicht hingehört. Aber man wird sich freilich nicht leicht zu einer so radikalen Umgestaltung der Überlieferung entschließen¹⁰⁾.

3. Bei den jährlichen Auf- und Untergängen steht die Sonne gerade so tief unter dem Horizont, daß sie den auf- oder untergehenden Stern nicht überstrahlt (Genaueres s. u.). Sie ist zwar nicht im Horizont, aber doch in seiner Nähe. So betrachtet, konnte diese Konstellation als Approximation einer nicht beobachtbaren, aber vermeintlich denkbaren anderen angesehen werden, bei der die Sonne und der Stern tatsächlich gleichzeitig im Horizont sind (wahrer Frühaufgang usw.; im Gegensatz dazu wird die oben einfach als Frühaufgang usw. bezeichnete Erscheinung auch genauer scheinbarer Frühaufgang usw. genannt). Gelegentlich mag man sich fragen, wie ernst es die antiken – oder auch die modernen – Autoren mit dieser Gleichzeitigkeit meinen, aber jedenfalls ist eine mathematisch genaue Gleichzeitigkeit im allgemeinen unmöglich, wenn das übliche Modell der Himmelskugel gewählt wird und sowohl der Stern als auch die Sonne durch einen Punkt repräsentiert wird.

Näher ausgeführt sei dies am Beispiel des wahren FA, bei dem also der Stern und die Sonne gleichzeitig im Horizont sein sollen. Der Stern hat am selben Beobachtungsort seine feste Aufgangszeit ϑ_A (Sternzeit), andere Sterne jeweils eine andere. Weil die Sterne, die auf- und untergehen, in den eingangs angedeuteten Grenzen nahezu überall am Himmel zu finden sind, kommen als Aufgangszeit eines Sterns praktisch alle Werte zwischen 0° und 360° in Frage (d. h. unendlich viele), während für die von Tag zu Tag sich ändernde Aufgangszeit ϑ_S der Sonne (ebenfalls Sternzeit) nur 366 Werte möglich sind, die aber – einigermaßen gleichmäßig verteilt – natürlich auch zwischen 0° und 360° liegen. Deshalb ist zu gegebenen ϑ_A im allgemeinen kein Wert ϑ_S vorhanden, der gleich ϑ_A wäre, wenn auch immer ein solcher, der ungefähr gleich ϑ_A ist und davon weniger als die anderen abweicht. Der wahre FA kann nur diese bestmögliche Approximation des gedachten Falls sein.

10) Doch zwingt der Zustand des überlieferten Textes an vielen Stellen zu Ergänzungen und Athetesen, und auch eine Abänderung der Figuren kann nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden (vgl. Aujac, Autolykos S. 38).

G. Hofmann¹¹⁾ scheint für seine Berechnungen strenge Gleichzeitigkeit vorauszusetzen. Er benutzt die fundamentale Gleichung

$$\sin h = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos (\vartheta - \alpha),$$

wobei φ die geographische Breite des Beobachtungsortes bezeichnet, h die Höhe des Sterns über dem Horizont zur Zeit ϑ , α seine Rektaszension und δ seine Deklination (α und δ , die die Position des Sterns am Himmel bestimmen und in der fraglichen Zeit als konstant angesehen werden können, müssen bekannt sein). Daraus gewinnt er, indem er $h = 0$ setzt, eine Gleichung zur Berechnung der Aufgangszeit ϑ_A des Sterns ($\vartheta = \vartheta_A$). Die ursprüngliche Gleichung gilt entsprechend auch für die Sonne:

$$\sin h = \sin \varphi \sin \delta' + \cos \varphi \cos \delta' \cos (\vartheta - \alpha')$$

(doch sind im Falle der Sonne α' und δ' nicht konstant). Hierin ist ebenfalls $h = 0$ zu setzen und ϑ als ϑ_S aufzufassen, wofür Hofmann jedoch den berechneten Wert ϑ_A einsetzt, ohne daß gewährleistet wäre, daß die Sonne an irgendeinem Tage des Jahres exakt zu dieser Zeit morgens im Horizont ist. Nachdem er noch α' und δ' durch die Länge λ der Sonne im Koordinatensystem der Ekliptik ausgedrückt hat, bleibt diese als einzige Unbekannte der Gleichung übrig, so daß sie berechnet werden kann. Aber es ist damit keineswegs sichergestellt, daß die Sonne diese Position λ genau zur Zeit ϑ_A erreicht, und damit auch nicht, daß sie im Horizont ist, wenn sie diese Position erreicht hat¹²⁾. Aber der λ zugeordnete Tag des Jahres dürfte wohl fast immer mit dem identisch sein, an dem die Differenz zwischen ϑ_S und ϑ_A minimal ist.

Wenn die Aufgangszeit ϑ_A eines Sterns zufällig an einem Tag gleich ϑ_S ist, wobei die Länge der Sonne λ_0 sein möge, dann ist das nach Ablauf eines Jahres (ungefähr 366,25 Sterntage) schon nicht mehr der Fall. Denn der Stern geht genau nach 366 Tagen wie immer zur Zeit ϑ_A auf, während die Sonne zu diesem Zeitpunkt nicht im Horizont ist, da sie noch ca. 0,25 Tag (= 6 Stunden) benötigt, um die Position λ_0 zu erreichen. Aber sie ist nicht weit

11) G. Hofmann a.a.O. bes. S. 18 ff. und ebenso E. W. Hartwig, Über die Berechnung der Auf- und Untergänge der Sterne, Progr. Schwerin 1861 (sic), S. 6. – Auf den Berechnungen Hofmanns beruhen die Tabellen für die Auf- und Untergänge der wichtigsten Fixsterne in der RE VI 2427 ff.

12) λ ist in Wirklichkeit nicht die Länge der Sonne zur Zeit ϑ_A , sondern die Länge des Punktes der Ekliptik, der zusammen mit dem Stern im Horizont ist; aber die Sonne gelangt nicht notwendigerweise zur Zeit ϑ_A dorthin (unrichtig dagegen Hofmann a.a.O. S. 12).

davon entfernt und ganz in der Nähe des Horizonts. Diesen Sachverhalt mag Autolykos I 6 mehr oder weniger klar vor Augen haben, wo er zeigt, daß ἕκαστον τῶν ἀπλανῶν ἄστρον . . . συνανατέλλει τῷ ἡλίῳ δι' ἐνιαυτοῦ ἔγγιστα τὴν ἀληθινὴν ἑώραν ἐπιτολὴν ποιούμενον (was auch er für die übrigen Auf- und Untergänge dieser Art analog verstanden wissen will). Dagegen denkt er nach A. Czwalina¹³⁾ daran, daß die Konjunktion der Sonne mit einem Stern, die sich erst nach einem siderischen Jahr wiederholt, nach dem um 20'23" kürzeren tropischen Jahr nur beinahe eingetreten ist, eine Erklärung, die dem Text Gewalt antut.

Mit dem scheinbaren FA verhält es sich ähnlich. Es werde angenommen, daß der Aufgang eines Sterns nur beobachtet werden kann, wenn sich die Sonne mindestens 15° unter dem Horizont befindet (d. h. Sehungsbogen = 15°), und daß sie morgens zu der sich täglich ändernden Zeit $\bar{\vartheta}_S$ genau 15° unter dem Horizont steht. Dann gibt es wieder keinen Wert $\bar{\vartheta}_S$, der gleich ϑ_A wäre, wohl aber einen, dessen Abweichung von ϑ_A minimal ist und der die zusätzliche Bedingung erfüllt, daß er zeitlich auf ϑ_A folgt¹⁴⁾. An dem betreffenden Tag ist der Aufgang des Sterns zum ersten Mal sichtbar (scheinbarer FA). Obwohl Gleichzeitigkeit von ϑ_A und $\bar{\vartheta}_S$ im allgemeinen nicht erzielt werden kann, setzt Hofmann a. a. O. S. 20f. in der für die Sonne gültigen Gleichung $b = -15^\circ$ und $\vartheta = \bar{\vartheta}_S = \vartheta_A$, um die entsprechende Länge $\bar{\lambda}$ der Sonne zu berechnen¹⁵⁾. Die aus diesen Annahmen resultierende Länge $\bar{\lambda}$ fixiert einen Tag, der möglicherweise nicht stets mit dem Tag des oben definierten scheinbaren FA zusammenfällt. Aber die Größe des Sehungsbogens ist ein Unsicherheitsfaktor, der eine auf den Tag genaue Bestimmung des scheinbaren FA ohnehin nicht erlaubt¹⁶⁾.

Bonn

Wilhelm Seelbach

13) Vgl. A. Czwalina, Übersetzung von Autolykos, Rotierende Kugel und Aufgang und Untergang der Gestirne usw., Leipzig 1931 (Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften Nr. 232), S. 34 A. 7.

14) Wenn $\bar{\vartheta}_S$ früher ist als ϑ_A , dann ist die Sonne zur Zeit ϑ_A weiter gestiegen und weniger als 15° unter dem Horizont, der Aufgang des Sterns also nach Voraussetzung unsichtbar.

15) U. Baehr (Tafeln zur Behandlung chronologischer Probleme, Teil I–III, Veröffentlichungen des Astronomischen Recheninstituts zu Heidelberg, Karlsruhe 1955, S. 6 und 9) geht auch von dem angegebenen Synchronismus aus.

16) Vgl. Hofmann a. a. O. S. 16f.