Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft

Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft

Band: 44 (1986)

Heft: 215

Artikel: Geometrische Bestimmung der scheinbaren Bahn eines Doppelsternes aus 5 relativen Positionen

Autor: Blatter, Heinz

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-899149

Geometrische Bestimmung der scheinbaren Bahn eines Doppelsternes aus 5 relativen Positionen

Dr. Heinz Blatter

Eine allgemein anwendbare Methode für die Bestimmung der scheinbaren Bahn eines Doppelsternes aus wenigen gemessenen Positionen gibt es nicht. Vor allem bei langperiodischen (> 100 Jahre) Systemen sind oft erst Punkte auf einem relativ kleinen Teil der Bahn bekannt. Wenn das bekannte Kurvenstück noch sehr wenig gekrümmt ist, wird die Bahnbestimmung ungenau und sehr unsicher.

Die am meisten benützte Methode ist die Bahnbestimmung mit Hilfe der Differenz der Flächen von Ellipsensektoren minus Dreieckesflächen, die Gauss für die Bestimmung der Planetenbahnen entwickelt hat (Heintz, 1971). Thiele (1883) hat die Methode auf Doppelsterne angewandt. Dabei werden drei Örter benutzt mit den entsprechenden Zeiten und die Flächenkonstante.

Die hier beschriebene geometrische Konstruktion der scheinbaren Bahn benützt keine physikalischen Eigenschaften (1. und 2. Keplergesetz) der Doppelsternbahnen und benötigt daher 5 Punkte, durch die eine Ellipse geometrisch erst bestimmt ist. Der Sinn und Zweck dieses Beitrags liegt weniger darin, eine in der astronomischen Praxis benützbare Bahnbestimmung zu beschreiben, als vielmehr an einem einfachen und hübschen Beispiel die Anwendbarkeit der Abbildungsgeometrie zu zeigen. Zusammen mit den Beiträgen: «Geometrische Bestimmung der Bahnelemente eines Doppelsternes aus der scheinbaren Bahn» (Blatter, 1985 und 1986) im ORION, können am Doppelsternproblem die wichtigsten geometrischen Abbildungen (zentrische Streckung, perspektive Affinität und Zentralkollineation) verwendet werden und das Unterrichten und Lernen dieser Geometrie etwas motiviert werden.

Von einem Doppelstern seien also 5 relative Positionen bekannt, die möglichst auf die ganze Bahn verteilt sind (Abb. 1). Die Konstruktion benützt nun die Möglichkeit, die Ellipse durch eine Zentralkollineation auf einen Kreis abzubilden. Die Aufgabe besteht darin, eine Abbildung zu finden, die die 5 Punkte auf die Peripherie eines Kreises projiziert.

Ein beliebiges Viereck kann durch Kollineation immer auf eine unendliche Schar von Rechtecken abgebildet werden. Gesucht ist diejenige Abbildung, die 4 der 5 Punkte in die Ecken eines der Rechtecke abbildet und gleichzeitig den fünften Punkt auf den Umkreis des Rechteckes abbildet.

Eine ausführliche Beschreibung der Zentralkollineation und der geometrischen Grundlagen für die Abbildung von Kreisen und Ellipsen würde den Rahmen dieses Beitrages sprengen. Eine detaillierte Darstellung ist in Flückiger (1970): «Darstellende Geometrie, Leitfaden» gegeben. In der Abbildung 2 ist die ganze Konstruktion illustriert und ein skizzenhafter Lösungsweg soll die einzelnen Schritte beschreiben.

Lösungsweg:
Gegeben sind die 5 Punkte der Ellipse: A, B, C, D und E

Das Viereck ABCE soll auf ein Rechteck abgebildet werden. Die Schnittpunkte P und Q je zweier gegenüberliegender Seiten des Viereckes müssen auf die Ferngerade abgebildet werden und bestimmen damit die Gegenachse r (Verschwindungsgerade) der Abbildung. Die Richtungen vom Kollineationszentrum Z nach P und Q müssen senkrecht zueinander sein. Ein geometrischer Ort für Z ist also der Kreis über dem Durchmesser PQ.

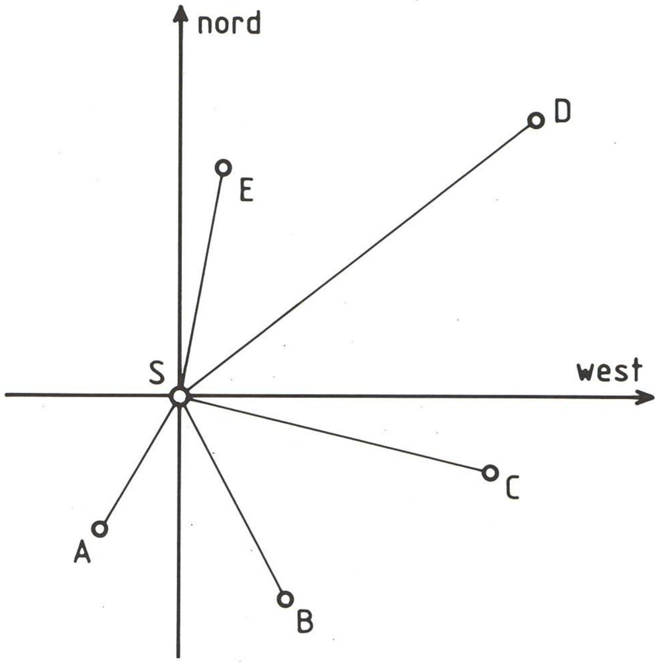

Abb. 1: Fünf relative Positionen einer Doppelsternkomponente bezüglich der Hauptkomponente S.

Da nun auch der Bildpunkt D' von D auf dem Umkreis des Rechteckes (Thaleskreis über den Diagonalen) liegen soll, muss z.B. der Winkel ADC bei der Abbildung 90° werden. Ein zweiter geometrischer Ort für Z ist demnach der Kreis über dem Durchmesser RS, wobei R der Schnittpunkt der Geraden DA mit der Gegenachse r und S der Schnitt von DC mit r ist. Einer der beiden Schnittpunkte der beiden Kreise kann als Kollineationszentrum gewählt werden.

Um die Abbildung vollständig zu definieren, kann man die Achse e (die Fixpunktgerade der Abbildung) frei wählen. Im gezeichneten Beispiel wurde die Achse durch den Punkt E gewählt, teils um die einzelnen Teile der Konstrukton der Übersichtlichkeit wegen etwas auseinanderzuhalten, teils um die Zeichnung nicht zu gross werden zu lassen.
Nun können die Bilder A', B', C', D' und E' der 5 gegebenen Punkte mit dem Umkreis des Rechteckes A'B'C'E' gezeichnet werden. Die Umkehrabbildung ergibt dann die gesuchte Ellipse.

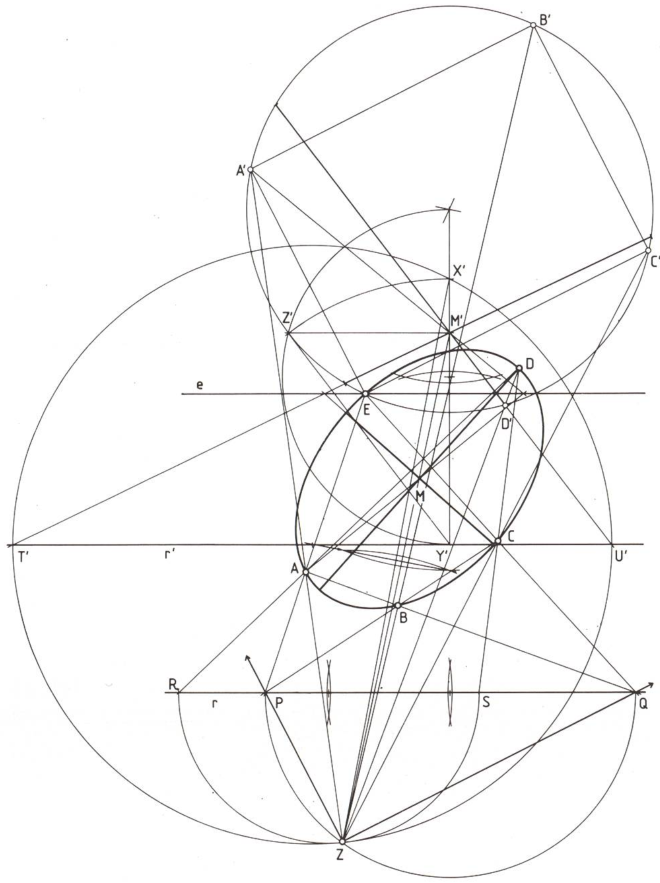

Abb. 2: Konstruktion der scheinbaren Bahnellipse aus 5 relativen Positionen des Doppelsternsystemes.

Der Pol M' der Gegenachse r' (Bild der Ferngeraden) bezüglich des gefundenen Kreises wird in den Mittelpunkt M der Ellipse abgebildet.

Wenn zwei Punkte T' und U' auf r' mit M' ein Polardreieck bilden, dann werden die Kreissehnen auf den Geraden T'M' und U'M' auf konjugierte Durchmesser der Ellipse abgebildet, aus denen mit der Rytzschen Hauptachsenkonstruktion die Ellipsenachsen konstruiert werden können.

Da alle Kreise mit dem Durchmesser T'U' durch den Punkt X' auf dem Lot von M' auf r' gehen (dabei ist X'Y' = Y'Z', siehe Abb. 2), können T' und U' so bestimmt werden, dass der Kreis über T'U' durch Z geht. Damit können die Ellipsenachsen ohne den Umweg über konjugierte Durchmesser gefunden werden.

Literatur:

BLATTER, H. 1985 und 1986. Geometrische Bestimmung der Bahnelemente von Doppelsternen aus der scheinbaren Bahn — 1 und 2 ORION 210, S. 165 und ORION 212, S. 30.
FLÜCKIGER, H. 1970. Darstellende Geometrie, Leitfaden, Zürich, Orell Füssli Verlag, 216 s.
HEINTZ, W. D. 1971. Doppelsterne. München, Wilhelm Goldmann Verlag, 186 s.
THIELE, T.N. 1883. Neue Methoden zur Berechnung von Doppelsternbahnen. Astronomische Nachrichten, Bd. 104, S. 245-254.

Adresse des Autors:
Dr. HEINZ BLATTER, Luzernerstrasse 13, 48.00 Zofingen

Buchbesprechung

JOHANN RAFELSKI und BERNDT MÜLLER. *Die Struktur des Vakuums.* Verlag Harri Deutsch, 1985. 198 Seiten. Preis ca 20.— Fr.

Das Buch ist in Dialogform geschrieben: Ein Dialog über das «Nichts». Zwei Wissenschaftler (die beiden Autoren) unterhalten sich und erklären dabei dem Leser in allgemein verständlicher Weise, was die moderne Physik unter dem Begriff Vakuum versteht. Sie erläutern, dass das Vakuum Information enthält und eine Struktur hat, welche einen massgeblichen Einfluss auf die Naturgesetze hat. Diese Erkenntnis hat neue Dimensionen des physikalischen Denkens ausgelöst, deren Konsequenzen zur Zeit erst in ihren Grundzügen erfasst sind.

Im ersten Kapitel wird nachvollzogen, wie die Definition des Vakuums im Laufe der Zeit verändert und verbessert worden ist. Die klassische Physik verstand unter dem Vakuum einen Raum, der frei von Materie ist. Die Relativitätstheorie und die Quantenphysik haben jedoch drastische Revisionen dieser Definition erfordert. Mit der Aequivalenz von Materie und Energie wurde das Vakuum als Raum frei von Materie und Feldern definiert. Die Forderungen der Quantenphysik tragen der Tatsache Rechnung, dass die Umwandlung von Energie in Materie nicht im makroskopischen sondern im atomaren Bereich abläuft. Schliesslich muss, zusätzlich zu den Gesetzen der Elementarteilchenphysik, auch die Entwicklung des Universums als Ganzes in Betracht gezogen werden. Dies führt zur modernen Definition eines Vakuums als Zustand niedrigster Energie, der in einem physikalischen System unter gegebenen Anfangs- und Randbedingungen erreicht werden kann.

Die folgenden Kapitel über das dielektrische, das geladene, das undurchsichtige, das geschmolzene, das vereinigte, das schwache und das schwere Vakuum illustrieren diese moderne Vorstellung von Vakuumzuständen und Wechselwirkungen. Dabei werden dem Leser Begriffe wie Vakuumpolarisation, Gluonen, Quarks, magnetische Monopole, intermediäre Bosonen, Higgs-Felder und Symmetriebrechung näher gebracht. Die letzten Abschnitte skizzieren die Vorstellung des inflationär wachsenden frühen Universums und der kosmischen Hintergrundstrahlung. Ein geschichtlicher Ueberblick rundet das Werk ab.

Im vorliegenden Buch wird sehr wenig über Astronomie gesprochen. Es behandelt Probleme der modernen Elementarteilchenphysik. Diese bilden aber die Grundlage für viele neue Erkenntnisse der Astrophysik. Der behandelte Stoff berührt damit sicher das Interessengebiet des Amateurastronomen. Der Text ist verständlich und lebendig. Die Autoren machen dem Leser nichts vor. Sie lassen immer wieder durchblicken, dass die gegebenen Erklärungen nur Andeutungen sein können. Die Vermittlung eines tieferen Verständnisses kann auf diesem nicht mathematischen Niveau und in Anbetracht des z. T. sehr spekulativen Charakters der Gedankengänge nicht erwartet werden.

H. STRÜBIN