

Zeitschrift:	Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber:	Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band:	- (1955)
Heft:	48
 Artikel:	Astronavigation : noch immer aktuell
Autor:	Beck, Bernhard
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-900426

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 16.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Astronavigation — noch immer aktuell

Von BERNHARD BECK, Glattbrugg

Die Orientierung nach den Sternen darf als das älteste Anwendungsgebiet astronomischer Forschung bezeichnet werden. Die Festlegung der Himmelsrichtungen nach den Sternbildern ermöglichte es bereits dem antiken Seefahrer, in kleinerem Umfang Zielfahrten über offenes Meer zu unternehmen. Immerhin war diese Methode zu sehr vom Wetter abhängig, und so nimmt die unbeschränkte Hochseeschiffahrt erst mit der Erfindung des magnetischen Kompasses ihren Anfang. Kompassrichtung und Fortbewegungsgeschwindigkeit: die Messung dieser beiden Größen würde genügen, um den Weg eines Schiffes oder Flugzeuges auf der Karte zu verfolgen, wenn das Wasser bzw. die Luft in Ruhe wären. Wie nun ein Flugzeug in strömender Luft sich gegenüber dem Boden fortbewegt, das erläutert Fig. 1. Demnach ist der Flugweg erst dann — mit Hilfe der sog. «Besteckrechnung» — zu ermitteln, wenn die

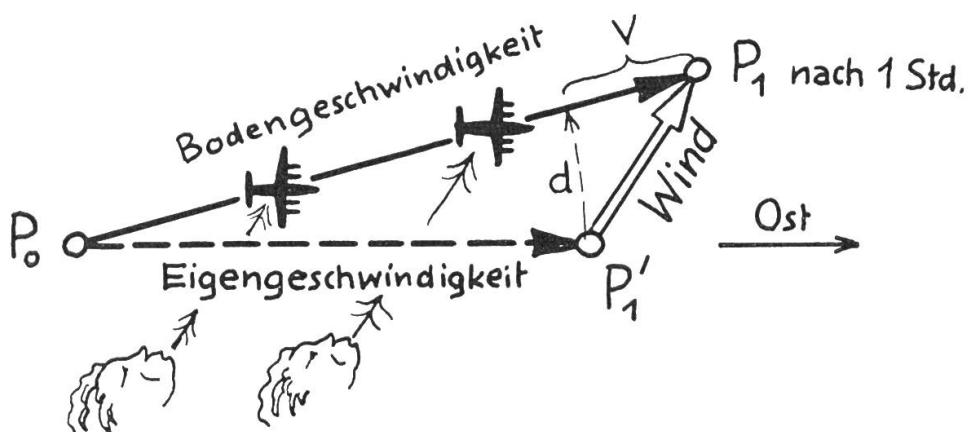


Fig. 1. *Winddreieck*

Flugzeug verlässt Ort P_0 z. B. mit Kursrichtung Ost und müsste — ohne Wind! — eine Stunde später bei P'_1 ankommen. SW-Wind trägt es aber im Verlauf dieser Stunde nach Position P_1 , so dass die in Wirklichkeit geflogene Strecke P_0P_1 um den «Driftwinkel» d abgelenkt und die Größe der «Bodengeschwindigkeit» gegenüber der «Eigengeschwindigkeit» um V verändert erscheint. Erst die Dreiekskonstruktion $P_0P'_1P_1$ ergibt die wahre Flugstrecke!

vom Wetterdienst vorausgesagten Winde unterwegs bekannt sind. Es ist einleuchtend, dass solche Windprognosen nur mit beschränkter Genauigkeit möglich sind, und so wird ein «Besteckort» umso ungenauer sein, je länger der Flug dauert. Aus diesem Grunde wurden Methoden zur direkten Standortsbestimmung entwickelt.

Ein Flugzeug über Land kann sich nach der Karte orientieren, oder — falls der Erdboden durch Wolken verdeckt ist — verschiedene Radiosender anpeilen und aus den Richtungen zu denselben auf seine eigene Lage schliessen. Ueber Meer ist der Empfang ferner Küstensender zwar oft noch möglich, ihre Richtung aber nicht mehr feststellbar. Andere, raffinierte Methoden ersetzen die ein-

fache Peilung, deren bekannteste Fig. 2 beschreibt. Allen Methoden der Radionavigation sind nun leider schwerwiegende Nachteile gemeinsam. Die einzige verwendbare, der Erdoberfläche folgende Bodenwelle erscheint oft gestört und verwischt durch Raumwellen desselben Senders, die durch Reflexionen an den ionisierten Schichten der Hochatmosphäre in den Empfänger gelangen. Ferner kann der Empfang durch kosmische Störungen (Nordlichter, magnetische Stürme, verursacht durch die Sonnenaktivität) kürzere Zeit oder dauernd verunmöglicht werden. Gewitter stören nicht nur, sondern

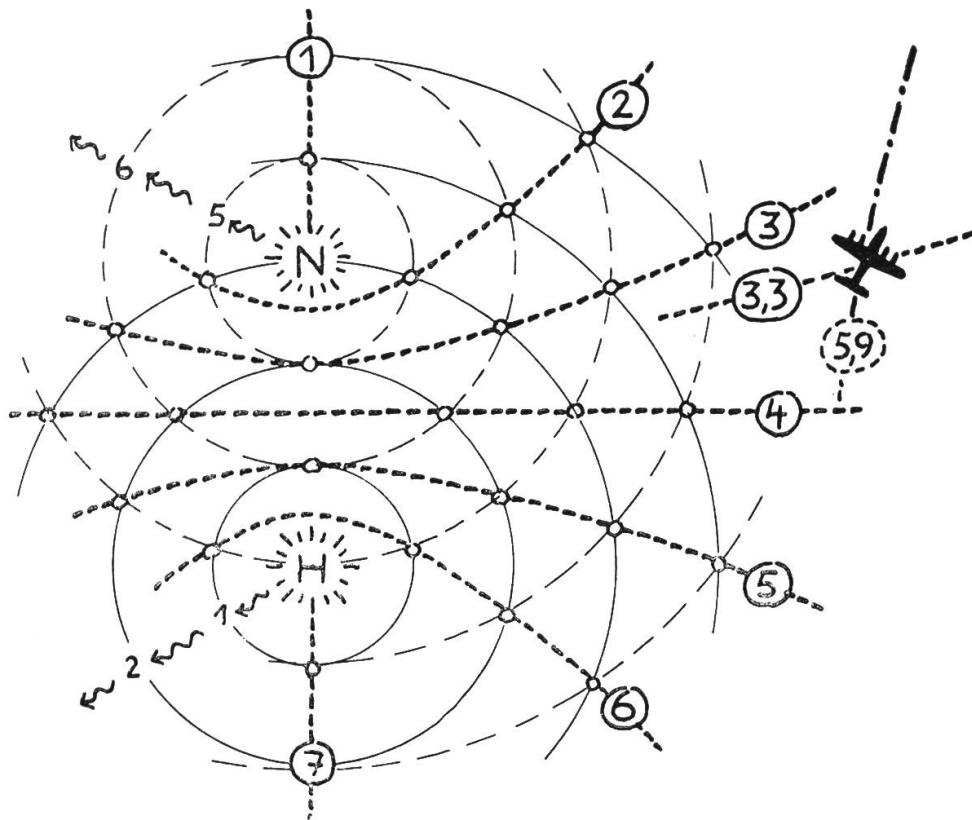


Fig. 2. Radionavigation nach System «Loran»

Hauptsender H sendet Impuls (Zeit 0), der nach 1..., 2... ms (= Tausendstelsekunden) die ausgezogenen Distanzkreise erreicht und nach 3 + 1 = 4 ms Nebenimpuls bei Sender N auslöst, der sich seinerseits nach gestrichelten Distanzkreisen 5..., 6... ms ausbreitet. Punktierte *Hyperbeln* verbinden Orte gleicher *Empfangszeitdifferenz* zwischen beiden Impulsen und finden sich in Navigationsskarten eingezeichnet. Diese Differenz kann im Flugzeug gemessen werden (z. B. 3,3 ms) und ergibt zugehörige Standorhyperbel. Wiederholung mit anderem Senderpaar (z. B. 5,9 ms) ergibt den Ort selber als Schnittpunkt solcher Hyperbeln.

können sogar die empfindlichen Apparaturen gänzlich ausser Betrieb setzen. Das sind gewiss Gründe genug, um auch in der Luftfahrt die altbewährten astronomischen Ortsbestimmungsmethoden zu pflegen, umso mehr, als sie allen anderen an Genauigkeit und Zuverlässigkeit überlegen sind.

Die Entwicklung und Verfeinerung der Methoden zur astronomischen Positionsbestimmung erstreckt sich über Jahrhunderte und erreicht den Ausdruck ihrer höchsten Vollendung in den Präzi-

sionsinstrumenten moderner Observatorien. Anderseits aber auch in den astronomischen Jahrbüchern, worin die genauen Sternörter am Himmel mitgeteilt sind. Grundlage der Jahrbücher sind die Sternkataloge und Planetentafeln, ihrerseits das Werk von Generationen, und undenkbar ohne die fundamentalen Erkenntnisse der Himmelsmechanik. So ist schliesslich auch das bescheidene Jahrbüchlein der fliegenden Navigatoren in der grossen Tradition der klassischen Astronomie verankert.

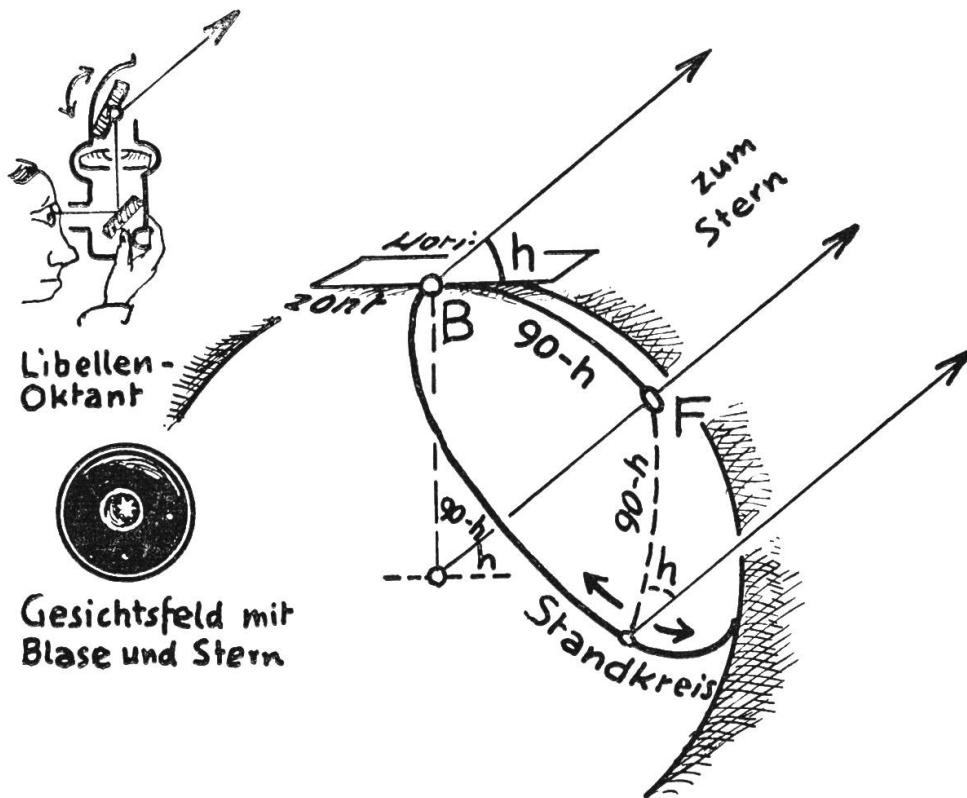


Fig. 3. *Standlinienmethode*

Der Beobachter B befindet sich irgendwo auf dem Standkreis zur gemessenen Höhe h des Sterns mit dem «Fusspunkt» F.

Vom Flugzeug aus kann die Stellung eines Gestirns nur aus der freien Hand gemessen werden. Das hierzu verwendete Instrument, der Sextant oder Oktant, misst die Sternhöhe über dem Horizont, welcher durch eine eingebaute Libelle (Wasserwaage) dargestellt wird. Der Beobachter sieht im Gesichtsfeld die Libellenblase, hat — durch geeignete Einstellung eines drehbaren Spiegels — das Sternbildchen mit ihr zur Deckung zu bringen und liest hierauf beim Drehknopf die eingestellte Winkelhöhe, und gleichzeitig die Uhrzeit ab. Zu dieser Zeit steht der Stern an einem ganz bestimmten Erdort (der dem Jahrbuch zu entnehmen ist) im Zenith. Der — einstweilen unbekannte — Beobachtungsort B hat nun von diesem «Fusspunkt» F einen Abstand (als Winkel vom Erdmittelpunkt aus gemessen), der nach Fig. 3 dem Komplementärwinkel der Sternhöhe h in B gleich ist. Dieweil F und $90-h$ bekannt sind, muss nun B auf dem Kreis vom Radius $90-h$ um F liegen, als dem geo-

metrischen Ort aller Punkte, von denen aus die gleiche Sternhöhe h gemessen würde. Dieses Verfahren, mit einem oder mehreren anderen Sternen wiederholt, ergibt schliesslich den Standort B eindeutig als Schnittpunkt einiger Standkreise. In der Praxis werden nicht die Standkreise auf einer Kugel konstruiert, sondern nach einem etwas abgeänderten Verfahren kurze Stücke derselben, die sog. Standlinien, direkt auf die Karte eingezeichnet.

Vergleichen wir die Genauigkeitsgrenzen von Ortsbestimmungen unter verschiedenen Bedingungen, so zeigen sich deutlich die Schwierigkeiten solcher Bestimmungen vom Flugzeug aus:

Methode :	mittlere Ungenauigkeit der gefundenen Position:
exakte Methoden (Observatorien)	kleiner als 1 m
Tycho Brahe um 1600 (Mauerquadrant)	kleiner als 1 km
Standlinienmethode zur See	kleiner als 1 km
Standlinienmethode in der Luftfahrt	5— 10 km
andere direkte Methoden in der Luftfahrt	10— 20 km
Besteckrechnung (nach 5 Std. Flug)	50—100 km

Die Besteckrechnung liefert, trotz ihrer relativen Ungenauigkeit, wertvolle Unterlagen für die Vorplanung (Flugzeit, Benzinbedarf, Ladeplan, Pilotenorientierung). Im Flug hingegen werden die Positionen von Stunde zu Stunde direkt bestimmt. Da anderseits die Eigengeschwindigkeit nach Grösse und Richtung bekannt ist, kann der Navigator nach Fig. 1 indirekt die angetroffenen Winde konstruieren, sie mit den vorhergesagten Winden vergleichen, und u. U. wertvolle Rückschlüsse auf den zu erwartenden weiteren Flugverlauf ziehen. So fügen sich Vorplanung, fundamentale Ortsbestimmungen und laufende radiotelegraphische Orientierungen durch spezielle Kontrollstellen zu einem sinnreichen und höchst intensiven Zusammenspiel, welches erst die Sicherheit der heutigen Langstreckenflüge gewährleistet.

Der Astronavigation kommt eine noch erhöhte Bedeutung in den polnahen Gegenden zu, wo die Gestirne zum Teil die Funktionen des dort versagenden Magnetkompasses übernehmen müssen. Außerdem sind Radiosender dort nicht in genügender Zahl und Stärke vorhanden, dagegen sind die Sichtbarkeitsbedingungen für Sterne und Planeten fast immer vorzüglich. So nutzen also auch die Pioniere der modernen Transpolarflüge in hohem Masse die reichen Erfahrungen eines schon längst nicht mehr «aktuellen» Zweiges der astronomischen Wissenschaft.

Résumé

Le trajet d'un avion étant essentiellement influencé par les vents au niveau de vol (Fig. 1), il est impossible de calculer des positions suffisamment exactes à partir de son cours et de sa vitesse propre. Ainsi s'imposent des méthodes directes pour déterminer la position, soit à l'aide des radiophares côtiers (Fig. 2), soit à l'aide des étoiles (Fig. 3). Cette dernière méthode, ne dépendant pas d'une quantité d'appareils délicats comme la première, fonctionne plus sûrement et fournit encore des résultats plus précis. La méthode astronomique classique de «faire le point» continue donc à être indispensable même pour la navigation aérienne de nos jours.