

## Von der Astro- zur Satellitennavigation

Nur wenige Menschen sahen den Polarstern in der Nähe des Zenits. Das ist nur möglich, wenn man sich in unmittelbarer Nähe des geographischen Nordpols der Erde befindet. Sollten Sie den Polarstern eines Tages am Horizont sehen – von einem Berg aus ist das bei klarer Luft durchaus möglich – haben Sie vielleicht Urlaub, denn Sie sind am Äquator. Formulieren wir diese Erfahrungen etwas anders: Sehen Sie den Polarstern  $0^\circ$  über dem Horizont, so befinden Sie sich auf  $0^\circ$  nördlicher Breite. Ist der Polarstern, wie im ersten Fall,  $90^\circ$  hoch, so sind Sie auf  $90^\circ$  nördlicher Breite. Dann muss ein Beobachter, der den Polarstern in  $41^\circ$  Höhe sieht, auf der nördlichen Breite  $41^\circ$ , also z.B. in Madrid oder New York City sein. Der Polarstern ist am klaren Nachthimmel leicht zu finden. Man sucht den großen Wagen, verlängert dessen hintere Bordwand um das Fünffache in Richtung der Öffnung des Wagenkastens und gelangt so in die Nähe eines Sterns, der zwar nicht zu den hellsten zählt, aber doch gut zu sehen ist. Er steht fast genau im Norden, denn die verlängerte Erdachse durchstößt weniger als ein Grad von ihm entfernt die scheinbare Himmelskugel. In der professionellen Astronavigation umgeht man diese Abweichung durch das „Sterneschießen“, wobei man die Horizontkoordinaten von drei Sternen misst und daraus die Himmelsrichtung gewinnt.

Der Blick zum nächtlichen Himmel verrät uns also die geographische Breite unseres eigenen Standortes und die Himmelsrichtungen. Bei Kenntnis der genauen Uhrzeit kann der Sternkundige dem Sternhimmel sogar die geographische Länge entnehmen. Wie wichtig das für die Seefahrt war, sieht man beispielsweise daran, dass die englische Regierung 1714 einen hohen Preis für die Entwicklung einer Methode zu Längenbestimmung aussetzte. Es war maßgeblich John Harrison (1693-1776), der diese Aufgabe durch die Konstruktion hochgenauer mechanischer Uhren, so genannter Chronometer, löste. Einige dieser Meisterwerke kann man in der Sternwarte Greenwich besichtigen.

Im Zeitalter der Raumfahrt konnte die Methoden der Astronavigation unter erheblicher Beteiligung der Mathematik, Physik, Informatik und technischer Disziplinen zur Satellitennavigation ausgebaut werden. An die Stelle von Landmarken, wie Berge, Inseln und Leuchttürme, und der Sterne traten „künstliche Sterne“, die Satelliten. Da sie statt Licht kurzwellige Radiostrahlung aussenden, sind sie auch tags und bei bewölktem Himmel zu „sehen“. Jeder von ihnen hat eine hochgenaue Atomuhr an Bord. Deshalb kann das Navigationsgerät des Anwenders aus den Koordinaten von mindestens drei „sichtbaren“ Satelliten und den Laufzeiten der von ihnen empfangenen Signale fortwährend seinen Standort berechnen.

Die Satellitennavigation unterstützt nicht nur Autofahrer, sondern wird auch in der Luft- und Seefahrt erfolgreich genutzt. Sie dient der Transportoptimierung, hilft bei Katastrophen und wird in der Land- und Forstwirtschaft eingesetzt. Fotoapparate sind mit GPS ausgestattet und sagen dem Fotografen nach der Reise, wo welches Bild entstand. Doch ausrechnet die Raumfahrt, der wir die „künstlichen Sterne“ verdanken, kann nichts damit anfangen und verlässt sich weiterhin auf die echten. Fest mit dem Raumfahrzeug verbundene Sternensensoren – im Prinzip Digitalkameras mit Weitwinkelobjektiven – fotografieren fortwährend den Sternhimmel. Der Bordcomputer vergleicht die geometrische Anordnung der aufgenommenen Sterne mit einer elektronischen Sternkarte und errechnet daraus Position, Kurs und Ausrichtung des Fahrzeugs im Raum. Dieses kann nun den Kurs korrigieren, die Richtantenne zur Gegenstelle drehen, Kameras auf ein Objekt richten oder die Solarzellen zur Sonne drehen.



Abb. 1: Die Langzeitbelichtung dokumentiert die Zuverlässigkeit des Polarsterns: Er steht stets im Norden. Seine Höhe über dem Horizont (gemeint ist ein Winkel) ist gleich der nördlichen Breite des Beobachtungsstandortes. So navigierten unsere Vorfahren mit den Sternen. *Foto: Clausnitzer.*

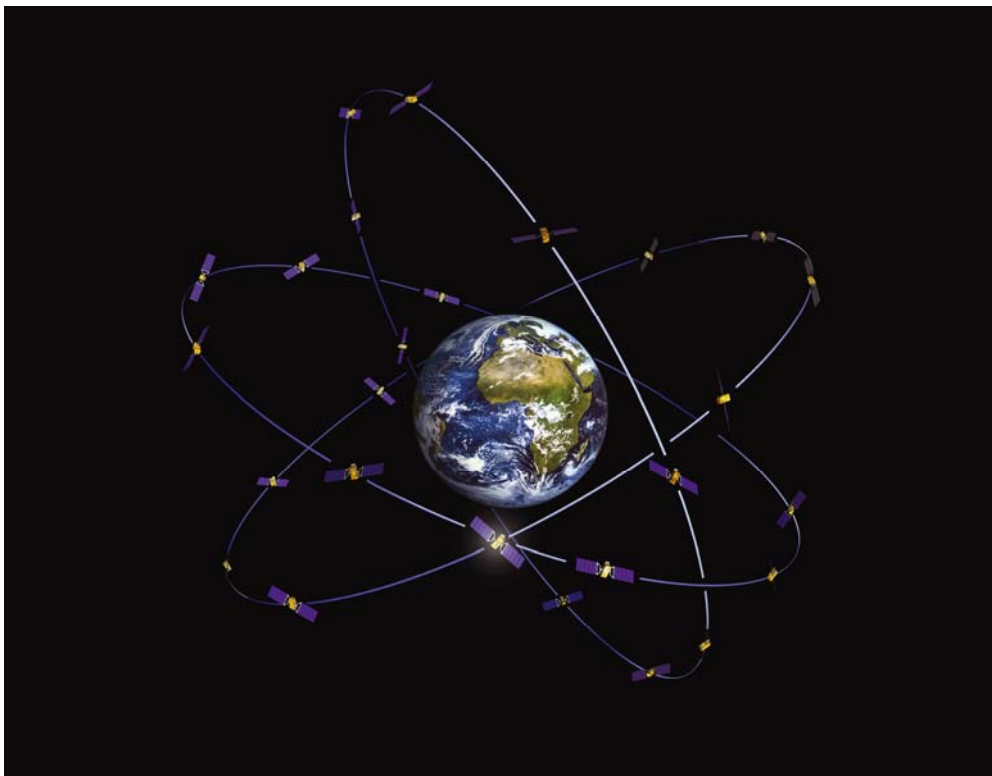


Abb. 2: Das europäische Positionierungssystem Galileo soll uns nach 2013 mit 27 bis 30 Navigationssatelliten, die sich auf nur drei Bahnen bewegen, den Weg weisen. *Grafik: ESA*