

# Mit Galileo zum Ziel

Europa will unabhängiger von den Amerikanern werden – und entwickelt ein eigenes Satellitensystem zur weltweiten Positionsbestimmung.

>> Frank Schubert

**E**s gibt sie noch, jene Autofahrer, die auf der Suche nach dem richtigen Weg verzweifelt durch die Gegend irren – eine Hand am Steuer, die andere im aufgeschlagenen Straßenatlas. Doch schon bald könnten sie der Vergangenheit angehören. Die herkömmliche Methode, sich an der Landkarte zu orientieren, stirbt aus. Immer größer wird die Zahl der Fahrzeuglenker, die sich von einem Satellitennavigationssystem leiten lassen.

Ende 2005 besaßen geschätzte zwölf Millionen europäische Autofahrer ein Navigationsgerät, ein Jahr zuvor waren es noch sieben Millionen, wie der ADAC mitteilt. Volkswagen rüstete 2002 jedes zehnte seiner Autos für den deutschen Markt mit einem solchen Gerät aus, 2005 war es bereits jedes fünfte. Bei Audi bestellen die Kunden in den teuren Fahrzeugklassen sogar schon jeden zweiten Wagen mit Navigationssystem – und die Nachfrage steigt.

Die Zahlen sprechen eine klare Sprache: Navigationsgeräte verkaufen sich blendend und werden künftig noch gefragter sein. Nicht nur in Autos, auch im Flugzeug-, Schiffs- und Eisenbahnverkehr haben sie längst Einzug gehalten. Dazu kommen Wanderer, Kanufahrer, Radsportler und etliche andere, die die Vorteile dieser Technik zunehmend für sich entdecken.

Fast alle heutigen Navigationsgeräte funktionieren auf Basis des US-amerikanischen Satellitensystems GPS (Global Positioning System). Es untersteht teils dem Verteidigungs-, teils dem Transportministerium der Vereinigten Staaten. Ur-

sprünglich diente es vorwiegend militärischen Zwecken. Weil es aber bis heute keine vergleichbaren Konkurrenten hat, setzte es sich auch in der zivilen Nutzung durch und erlangte eine weltweite Monopolstellung. Ein einträgliches Geschäft: »Jedes Jahr werden mit GPS-Anwendungen Umsätze in mehrstelliger Milliardenhöhe erwirtschaftet«, sagt John Dow. Er ist der Leiter des Büros für Navigation im europäischen Raumfahrt-Kontrollzentrum Darmstadt (Esoc) und ein weltweit renommierter Experte für satellitengestützte Ortungssysteme.

## Das Abendland streckt sich

Nun aber treten die Europäer auf den Plan. Sie wollen in vielerlei Hinsicht mit den Amerikanern gleichziehen und stellen eine eigene Satellitennavigation mit dem Namen Galileo auf die Beine. »Galileo soll uns unabhängiger von den Amerikanern machen«, sagt Achim Bachem, Vorstandsmitglied beim Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR). Zugleich, so Bachem, sollen sich europäische und amerikanische Satelliten eines Tages ergänzen: Beide sollen sich gemeinsam nutzen lassen.

Galileo funktioniert im Prinzip genauso wie GPS. Mehrere Satelliten kreisen um die Erde und geben ständig Funk-signale von sich. Navigationsgeräte auf der Erde – etwa in einem Auto – empfangen sie. Jedes Signal teilt dem Empfänger mit, wann es vom Satelliten losgeschickt wurde. Das Navigationsgerät registriert seinerseits, wann das Signal einging. Aus dem Sende- und dem Empfangszeitpunkt kann das Gerät ermitteln, wie lan-

**Dreißig Galileo-Satelliten** sollen künftig um die Erde kreisen und Anwendern auf der Erde ermöglichen, ihren Standort zu bestimmen. Doch bis dahin ist es noch ein weiter Weg.

ALLE BILDER DES ARTIKELS: ESA



**Ohne Unterlass funken** – das ist die Bestimmung der Galileo-Satelliten. Jedes Signal enthält die Angaben, wann und von wo aus es gesendet wurde. Empfänger auf der Erde können daraus ihre Position bestimmen.

> ge das Signal unterwegs war. Daraus ergibt sich die Entfernung des Satelliten.

Zusätzlich enthält jedes Funksignal die Information, von wo aus es gesendet wurde. Das Navigationsgerät erfährt also neben der Entfernung des Satelliten auch dessen Position. Empfängt es nun Signale von mehreren künstlichen Trabanten, kann es seinen Ort auf der Erde bestimmen. Wie geht das?

Angenommen, das Gerät empfängt Signale von einem einzigen Satelliten. Dann wüsste es, wie weit dieser entfernt ist und wo er am Himmel steht. Der Standort des Geräts liegt dann irgendwo auf der Oberfläche einer gedachten Kugel (mit dem Satelliten als Mittelpunkt), deren Radius der Distanz zum Satelliten entspricht.

### Verschachtelte Sphären

Gehen Signale von zwei Satelliten ein, dann ergeben sich zwei gedachte Kugeln, deren Oberflächen sich in einem Kreis schneiden; der Ort des Empfängers liegt irgendwo auf diesem Kreis. Registriert das Navigationsgerät die Signale



dreier Satelliten, dann sind es drei fiktive Kugeloberflächen, die sich in zwei Punkten schneiden – einer davon ist der Standort des Geräts, der andere liegt oberhalb der Erdoberfläche.

Im Prinzip wären drei Satelliten zur Positionsbestimmung ausreichend. »Allerdings gehen die Uhren der Navigationsgeräte nicht genau genug«, erläutert Dow, »deshalb wird zusätzlich eine präzise Zeitangabe benötigt, die wiederum die Satelliten liefern – denn sie haben extrem genaue Atomuhren an Bord.« Daher, so Dow, sind für eine Ortsbestimmung aus dem All mindestens vier Satelliten erforderlich.

Im voll ausgebauten Zustand gehören zum Galileo-System jedoch nicht nur vier, sondern ganze dreißig künstliche Trabanten. Warum so viele? Damit von jedem beliebigen Ort der Erde aus immer wenigstens vier von ihnen über dem Horizont stehen. Nur so kann das System auf der ganzen Welt funktionieren.

Die Positionsbestimmung mit Galileo soll dereinst auf vier Meter genau sein. »Das entspricht etwa der Präzision von GPS«, erläutert Bachem. Dieser Wert gilt jedoch nur für den kostenlosen Basisdienst. Zahlenden Nutzern will das europäische System eine höhere Genauigkeit bieten – zunächst bis auf einen Meter, später bis auf wenige Zentimeter. Sonderleistungen wie verschlüsselte Nachrichtenübermittlung oder Überwachung der Signalgüte sollen weitere Kunden anlocken.

Der Aufbau von Galileo kostet etwa 3,6 Milliarden Euro. Einen großen Teil davon zahlen die Europäische Union (EU) und die Europäische Weltraumorganisation (Esa). Das Projekt steckt noch in den Kinderschuhen. Gerade mal ein Testsatellit hat die Erde bislang verlassen. Er heißt Giove-A und startete Ende 2005. Viel später hätte er nicht abheben dürfen, sonst hätte es Probleme gegeben: Ohne sendenden Satelliten wäre die Reservierung der Galileo-Funkfrequenzen bei der Internationalen Fernmeldeunion im Juni verfallen.

Das ehrgeizige europäische Projekt hinkt seinem Zeitplan um Jahre hinterher. Ursprünglich war geplant, bis Ende 2005 die ersten vier Satelliten ins All zu bringen und zusammen mit 25 Bodensta-

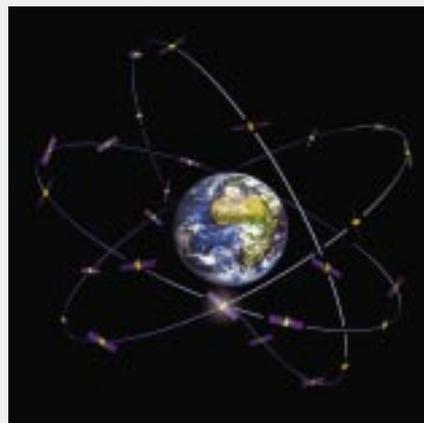
## Europas Griff nach dem Navigationsmarkt

**Galileo ist das europäische Gegenstück** zum US-Satellitensystem GPS. Es soll diesem mindestens ebenbürtig sein und Europa unabhängiger von den USA machen.

Im Endzustand besteht Galileo aus dreißig Satelliten, etwa fünfzig Bodenstationen und zwei irdischen Kontrollzentren, eins davon im bayerischen Oberpfaffenhofen. Die Satelliten verteilen sich auf drei Umlaufbahnen, die um je 120 Grad gegeneinander versetzt sind. Jede dieser Bahnen ist um 56 Grad gegen den Äquator geneigt und verläuft in etwa 23 000 Kilometer Höhe.

Zunächst starten zwei Testsatelliten. Der erste davon ist bereits im All, der zweite soll

innerhalb der nächsten Monate abheben. Voraussichtlich im Jahr 2008 schließt sich eine Probephase mit vier Satelliten, 25 Bodenstationen und einem Kontrollzentrum an. Mit dem vollständigen System ist nicht vor 2011 zu rechnen.



**Geordnetes Gewimmel** Die Satelliten sollen auf drei gegeneinander versetzten Bahnen kreisen.

tionen und einem irdischen Kontrollzentrum in Betrieb zu nehmen. Inzwischen gehen die Beteiligten davon aus, dieses Etappenziel nicht vor 2008 zu erreichen.

Der Grund für die Verzögerung lag in einem Streit zwischen den beteiligten EU-Staaten. »Es war nicht einfach, sich darauf zu einigen, wie Galileo als gesamteuropäisches Projekt gemanagt werden soll«, erzählt Bachem. Noch Ende des letzten Jahres sah sich Deutschland als größter beteiligter Zahler benachteiligt und forderte, bei den Projektaufträgen stärker berücksichtigt zu werden.

### Vom Kuchen ein Stück

Im Dezember des letzten Jahres einigten sich die EU-Verkehrsminister schließlich darauf, das deutsche Industriekonsortium TeleOp an Galileo zu beteiligen. Außerdem beschlossen sie, dass eines der beiden Galileo-Kontrollzentren am DLR-Standort Oberpfaffenhofen in Bayern (AH 6/2005, S. 50) eingerichtet wird.

Europa erhofft sich von der Satellitennavigation ein großes Geschäft. Das Galileo-Projekt soll dem Abendland mehr als hunderttausend Arbeitsplätze beschern

und jährliche Geschäftsabschlüsse in Höhe von neun Milliarden Euro erzielen. Das Nutzen-Kosten-Verhältnis für die Betreiber soll dereinst bei 4,6 liegen. Wirtschaftsstudien gehen davon aus, dass Galileo weltweit Umsätze in Höhe von hundert Milliarden Euro erzielen wird.

»Derzeit informieren wir die deutschen Unternehmen darüber, was Galileo zu leisten im Stande sein wird«, sagt Gael Winters, Esa-Direktor für Operationen. Er sieht große wirtschaftliche Potenziale in dem europäischen Vorhaben und hat kürzlich mit entschieden, ein Galileo-Gründerzentrum in Darmstadt einzurichten. Dieses soll Unternehmen anlocken und Jobs ins Land bringen. »Momentan ist das Wissen um Galileo bei den meisten deutschen Unternehmen nicht gerade fantastisch«, so Winters, »das möchten wir ändern.«

Angesichts der wirtschaftlichen Aussichten ist es nicht ganz unwichtig, wer Galileo dereinst betreibt. Nach langem Hin und Her haben sich die Beteiligten vor einigen Monaten auf ein gesamteuropäisches Industriekonsortium geeinigt. Es setzt sich aus acht großen (Alcatel,



**Giove-A** (hier auf eine Raketenstufe montiert) ist ein Galileo-Testsatellit. Er startete Ende 2005.

EADS Space Technologies, TeleOp und andere) und Dutzenden von kleinen Unternehmen zusammen. »Diese Auswahl«, stimmen Bachem und Dow überein, »wird sich wohl nicht mehr ändern.«

Viele kritische Fragen scheinen mittlerweile also geklärt zu sein. Ob Europa jetzt zügig an den Aufbau von Galileo geht? Eine spannende Frage – nicht nur für Autofahrer. <<

**Frank Schubert** ist Wissenschaftsjournalist und ständiger Mitarbeiter von AH.

# GALILEO - Ihr Astrospezialist

## Johnsonian Pop'Up: das erste zusammenfaltbare Teleskop

Das Pop'Up-Teleskop von Johnsonian Designs ist einzigartig in seiner Konzeption. Neben einer ausserordentlich leichten aber dennoch sehr stabilen Bauweise zeichnet sich das Pop'Up durch seinen einfachen Aufbau (dabei wird keinerlei Werkzeug benötigt) sowie äusserst kompakte Ausmasse im zerlegten Zustand aus. Alles unabdingbare Eigenschaften, welche ein gutes Reisetoteleskop mit sich bringen muss.

So wiegt zum Beispiel ein Pop'Up mit 305 mm (12") Öffnung nur gerade 16 kg und ist nicht viel grösser als eine Reisetasche. Der Pop'Up-Dobson begleitet Sie auf Reisen oder in den Ferien, sogar wenn Sie mit dem Flugzeug verreisen. Beobachten und bestaunen Sie die Schönheit des Nachthimmels auf der ganzen Welt. Egal wohin Sie auch immer fahren, das Pop'Up-Teleskop von Johnsonian ist der ideale Reisebegleiter für jeden passionierten Amateurastronomen.

Die Hauptbestandteile des Pop'Up werden aus Aluminium, Carbonfasern und hochwertigen Polymeren hergestellt. Einmal aufgebaut, ist die Konstruktion sehr steif und stabil. In der mitgelieferten Transporttasche lässt sich das Pop'Up sicher, einfach und äusserst platzsparend transportieren. Wer hätte gedacht, dass es je möglich sein würde, mit einem 12"-Teleskop zu verreisen? Johnsonian Designs macht es möglich!

**Johnsonian Designs**

**Neu und nur bei GALILEO**

**Johnsonian Designs NightRider:  
eine Polhöhenwaage für Dobsonteleskope**

Die Polhöhenwaage NightRider ist in zwei Grössen erhältlich und eignet sich für Dobsonteleskope von 150 bis 400 mm Öffnung. Nebend der einfachen Handhabung besticht der NightRider aber auch durch die exakte Steuerung, welche es auch bei hohen Vergrösserungen erlaubt, Objekte bis zu einer Stunde sehr präzise nachzuführen. Die Polhöhenwaage NightRider wird mit einer Handsteuerung für die Stundenachse geliefert. Die Version II beinhaltet zusätzlich eine Korrektur der Deklinationsachse sowie einen Anschluss für die vollständige Fernsteuerung des NightRiders.

NightRider	Modell I	Modell II
Gewicht in kg:	11	12
Tragfähigkeit in kg:	40	80
Apertur:	6" - 13"	6" - 16"
Längstmögliche Nachführung in Min.:	40 - 60	60



Apogee - Argo Navis - Astrodon - Astronomik - AstroZap - Atik - Celestron - Coronado - Denkmeier - Diffraction Limited - Discovery - Equatorial Platforms - FLI - Geoptik - Intes Micro  
Johnsonian Design - Losmandy - Lumicon - Lymax - LZOS - Meade - Miyauchi - Obsession - OGS - Optec - Parallax - RCOS - RoboFocus - SBIG - Scopetrnix - Sirius Observatories - Sirius Optics  
SkyWatcher - SolarScope - Software Bisque - Starlight Instruments - Starlight Xpress - StarryNight - StarWay - StellarCat - Takahashi - TEC - TeleVue - Thousand Oaks - Vixen - William Optics - Yankee Robotics

[www.galileo.cc](http://www.galileo.cc)

[info@galileo.cc](mailto:info@galileo.cc)

Limmattalstrasse 206 - 8049 Zürich - Tel: +41 (0) 44 340 23 00 - Fax: +41 (0) 44 340 23 02  
Rue de Genève 7 - 1003 Lausanne - Tel: +41 (0) 21 803 30 75 - Fax: +41 (0) 21 803 30 77

