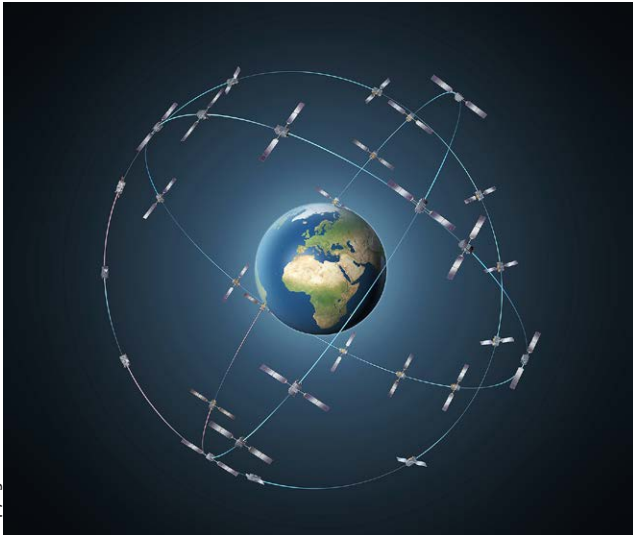


Galileo, wo bin ich?

Franziska Konitzer

Seit Mitte Dezember 2016 steht das europäische Satellitennavigationssystem Galileo der Allgemeinheit zur Verfügung. Es soll künftig eine zuverlässige und noch genauere Positionsbestimmung auf der Erde ermöglichen.



Copyright: ESA-P. Carril

Das Galileo-Satellitennavigationssystem wird aus insgesamt dreißig Satelliten bestehen. Voraussichtlich im Dezember 2017 werden die nächsten vier Satelliten ins All geschickt.

Ohne Satellitennavigationssysteme möchte heutzutage wohl niemand mehr auskommen. Über die letzten zwanzig Jahre ist überdeutlich geworden, wie praktisch eine weltweite, metergenaue Positionsbestimmung sein kann – und das nicht nur für diejenigen Mitmenschen, die eine solche Ortung berufsbedingt benötigen, wie etwa Geodäten. Da wäre der Autofahrer, der das unbekannte Ziel einfach ins Navi eingibt, statt den Autoatlas hervorzukramen, oder diejenigen, die bei Outdoor-Aktivitäten den Kompass dadurch ersetzt haben. Apps verraten ihren Nutzern mithilfe der Satelliten, wo und wie die Sterne gerade am Himmel stehen, wo es ein Pokémon gibt oder welchem Berg sie im Alpenland gegenüberstehen.

Dabei ist der Name der US-amerikanischen Variante eines Satellitennavigationssystems zum Äquivalent des Tempo-Taschentuchs geworden: GPS. Seit Mitte der 1990er Jahre versorgt GPS die Welt mit Positionsbestimmungen. Allerdings wird dabei gerne vergessen, dass GPS ursprünglich gar nicht für den zivilen Gebrauch vorgesehen war und vom US-Militär betrieben wird, genau wie auch das russische Äquivalent GLONASS ein militärisches System ist. So konnten Zivilisten bis zum Jahr 2000 ihre Position mithilfe von GPS auch lediglich mit einer Genauigkeit von rund hundert Metern bestimmen, da die Signale verschleiert wurden.

»US-Präsident Clinton hat diese künstliche Verschlechterung abschalten lassen«, sagt Bernd Eissfeller von der Universität der Bundeswehr München. Er beschäftigt sich schon seit Jahrzehnten mit Satellitennavigationssystemen. »Der US-Präsident hat eine federführende Rolle bei GPS, die Entscheidungen dazu wurden eigentlich immer über seine Direktiven getroffen«, fährt er fort. »Aber nun haben wir die interessante Situation des Administrationswechsels mit dem Motto: America first. Keiner weiß, was das für GPS bedeutet.«

Den Teufel an die Wand malen möchte man natürlich nicht, aber der militärische Hintergrund erklärt, warum sich Europa bereits vor über zwanzig Jahren dazu entschlossen hat, sich nicht alleine auf GPS verlassen zu wollen. »Ab 1994 gab es erste Studien zu einem eigenen Satellitennavigationssystem«, sagt Eissfeller. »1999 ist erstmals der Name Galileo gefallen. Das Primärargument war dabei immer die Souveränität.«

Ein ziviles Satellitennavigationssystem

Galileo ist das zivile Satellitennavigationssystem, an dessen Umsetzung die Europäische Kommission als Programmmanager seitdem arbeitet. Als ziviles System bietet es zwar auch Dienste für das Militär und für Behörden an, die der Öffentlichkeit nicht zur Verfügung stehen. Darüber hinaus gibt es aber einen freien Dienst sowie eine kostenpflichtige, kommerzielle Variante.

Vom Prinzip her funktioniert Galileo genau wie GPS, GLONASS oder das chinesische System Beidou. Ein Empfänger empfängt das Signal von mindestens vier Satelliten an verschiedenen Stellen in einer nahezu kreisförmigen Umlaufbahn um die Erde. Rund 23.000 Kilometer über der Erdoberfläche hat jeder der Galileo-Satelliten hochpräzise Atomuhren an Bord. Das Zeitsignal dieser Atomuhren wird zusammen mit der Position der Satelliten zur Erde geschickt, wodurch der Empfänger seine Position über eine Laufzeitmessung der Signale triangulieren kann. Eigentlich sind dafür nur drei Satelliten nötig, allerdings braucht es das Signal eines vierten Satelliten für die Zeitmessung, da die Empfänger selbst nicht mit hochgenauen Uhren ausgestattet sind.

Im Idealfall sieht der Empfänger sogar sieben bis acht Satelliten, denn dann wird die Positionsbestimmung genauer. Insgesamt soll Galileo über dreißig Satelliten auf drei verschiedenen Umlaufbahnen verfügen, von denen jeweils zwei pro Umlaufbahn als Ersatz dienen. Somit sollen vierundzwanzig Satelliten im Normalbetrieb die gesamte Erdoberfläche jederzeit abdecken können.

Die Genauigkeit bei Galileo hängt dabei, wie bei anderen Satellitennavigationssystemen, auch stark vom Empfänger ab. Für den Signalempfang macht es einen Unter-



Copyright: ESA-P. Carril

Während die Solarpaneele sich zur Energieversorgung zur Sonne ausrichten, sind die Galileo-Satelliten selbst immer zur Erdoberfläche gerichtet.

schied, ob dieser sich in der Luft, auf dem Wasser oder gar inmitten von Hochhäusern befindet. Allerdings nutzen GPS und Galileo für den offenen Dienst dieselbe Frequenz, was ihre Kombination ermöglicht. »Sobald Galileo voll ausgebaut ist, wird es gegenüber GPS mindestens eine doppelt so gute Positionsbestimmung ermöglichen«, sagt Jörg Hahn, Systemmanager für Galileo bei der Europäischen Weltraumagentur ESA. Die ESA ist einer der öffentlichen Partner der Europäischen Kommission beim Bau von Galileo. Laut Hahn wird sich mit GPS und den zusätzlichen Galileo-Signalen auf jeden Fall die Verfügbarkeit der Positionsbestimmung gerade in Großstädten entscheidend erhöhen, da das Ortungsgerät alle Signale in die Positionsbestimmung einbeziehen wird.

Gegenüber konventionellem GPS bietet Galileo dabei allerdings den Vorteil, dass es auch im offenen Dienst eine weitere Sendefrequenz zur Verfügung stellt. Mithilfe von zwei unterschiedlichen Frequenzen können Störeffekte durch die Ionosphäre verringert werden. Das wird zwar nur mit speziellen Zweifrequenzempfängern möglich sein. »Aber gegenüber herkömmlichem GPS ergibt sich so das Potenzial, drei bis viermal genauer als derzeit zu sein, vor allem in der horizontalen Ebene«, so Jörg Hahn.

Im Idealfall muss sich der Benutzer selbst nicht darum kümmern, ob sein Ortungsgerät Galileo oder GPS oder beides empfängt. Allerdings benötigen beispielsweise Smartphones dafür einen modifizierten Empfangschip, da derzeitige Chips meist nur auf GPS abgestimmt sind. Derartige hybride Empfangschips sind bereits in vier auf dem Markt erhältlichen Smartphones verbaut und es ist zu erwarten, dass weitere Modelle folgen werden.

Seit 2016 funktionsfähig

Galileo steht zwar seit dem 15. Dezember 2016 der Allgemeinheit zur Verfügung, seine volle Kapazität ist aber noch nicht erreicht. Von den geplanten dreißig Satelliten befinden sich achtzehn im Orbit, von denen elf funk-

tionsfähig sind. Einer kann nur noch auf einer Frequenz senden, vier weitere wurden erst vor wenigen Monaten an Bord einer Ariane 5 Rakete ins All geschossen und befinden sich derzeit in der Kommissionsphase.

Die restlichen beiden Satelliten bereiten ihren Betreibern zwar weniger Freude, Wissenschaftlern wie Claus Lämmerzahl vom Zentrum für angewandte Raumfahrttechnologie und Mikrogravitation umso mehr. Denn die beiden Satelliten namens Doresa und Milena wurden 2014 aufgrund einer technischen Panne der Raketoberstufe in einen falschen, elliptischen Orbit gebracht und sind nicht ohne weiteres für Navigationszwecke zu gebrauchen. »Ich habe in der Zeitung davon gelesen«, sagt Lämmerzahl. »Da war mir sofort klar, dass man das nutzen sollte.«

Hochpräzise Uhren auf elliptischen Umlaufbahnen brauchen Wissenschaftler nämlich, wenn sie die Effekte von Albert Einsteins Relativitätstheorie überprüfen wollen. Je nach Abstand von der Erde und dem veränderten Schwerefeld gehen die Uhren unterschiedlich schnell. Seit rund einem Jahr erhalten Lämmerzahl und seine Kollegen nun die Daten der beiden Galileo-Satelliten und sind damit auf dem besten Weg, die derzeit genauesten Uhrentests der Relativitätstheorie zu übertreffen.

Mittlerweile hat aber auch die ESA technische Anstrengungen unternommen, um diese beiden Satelliten doch noch in Dienst zu stellen. Die Entscheidung darüber liegt nun bei der Europäischen Kommission.

Allerdings haben auch die Satelliten auf den kreisförmigen Umlaufbahnen zu kämpfen – und zwar mit ihren Uhren. Jeder Galileo-Satellit ist mit vier Atomuhren ausgestattet, zwei Rubidium-Uhren und zwei Wasserstoff-Maser. Im Januar 2017 gab die ESA bekannt, dass insgesamt neun dieser Uhren ausgefallen seien. Die Probleme mit den Uhren beeinflussen die Leistungen der Satelliten zwar nicht, da prinzipiell pro Satellit eine einzige funktionierende Uhr genügt, unbefriedigend sind die Ausfälle aber natürlich trotzdem.

Vermutlich liegen sie daran, dass der Betrieb eines empfindlichen Hochpräzisionsgeräts, wie einer Atomuhr, auf der Erdoberfläche eine Sache ist, im Weltall aber eine ganz andere, mit der alle Beteiligten zunächst Erfahrungen sammeln müssen. Auch bei GPS gab es anfangs Probleme mit den Uhren, allerdings geschah dies lange, bevor sich die meisten Menschen für Satellitennavigation interessierten.

Diese Situation hat sich inzwischen drastisch gewandelt – und Experten wie Jörg Hahn schätzen, dass in Sachen Satellitennavigation wortwörtlich noch Luft nach oben ist. »Navigation ist heute ein Kinderspiel, und im Prinzip ist die Nutzung unlimitiert«, sagt er und ist sich sicher: »Wir sind noch in den Kinderschuhen der Anwendung. Da kommt noch viel mehr.« Zunächst aber werden vermutlich im Dezember 2017 vier weitere Galileo-Satelliten ins All befördert. 2020 soll das Navigationssystem dann komplett sein.

Kontakt: f.konitzer@gmail.com