



Das GATE-Testgebiet, vom Kehlstein (GTS 5)  
aus gesehen  
GTS = GATE Sendestation  
GMS = GATE Monitorstation

*GATE testbed, view from Kehlstein (GTS 5)*  
*GTS = GATE transmitters*  
*GMS = GATE monitor station*

(IFEN GmbH)



GATE-Testgebiet in Berchtesgaden, vom Kehlstein aus gesehen (IFEN GmbH)  
GATE testbed in Berchtesgaden/Bavaria, from the Kehlstein point of view (IFEN GmbH)

## GATE (Berchtesgaden)

**Deutschlands erste Galileo Test- und Entwicklungsumgebung**

Von Dr. Günter Heinrichs und Erwin Löhnert

GATE arbeitet nach demselben physikalischen Prinzip wie auch Galileo und GPS, um Positionsbestimmungen zu ermöglichen. GATE ist ein bodenbasiertes Funknavigationssystem, das die „echten“ Galileo-Signale über sechs terrestrische Sendestationen (Pseudolites) in das Testgebiet ausstrahlt. Durch seine Infrastruktur ist GATE in der Lage, Navigations-signale der Galileo-Satelliten zu erzeugen. Zusätzlich können natürliche Einflussfaktoren – zum Beispiel Einflüsse durch Ionosphäre oder Troposphäre – simuliert sowie Signalarten und -stärke nach Bedarf verändert werden.

GATE stellt mehrere, auf unterschiedliche Anwender zugeschnittene Betriebsarten zur Verfügung. Kern ist der sogenannte Virtual Satellite-Betriebsmodus (VSM). Hierbei werden die Sendestationen so konfiguriert, dass sie die Signale eines im Orbit befindlichen Galileo-Satelliten nachahmen. Hierzu übertragen die Sendestationen die Bahndaten virtueller Satelliten zeitlich passend mit entsprechender Frequenz und Phase. Durch

## GATE (Berchtesgaden)

**Germany's first Galileo Test and Development Environment**

By Dr. Günter Heinrichs and Erwin Löhnert

*GATE and Galileo as well as GPS use the same physical principle for positioning. The Berchtesgaden GATE features a ground-based radio navigation system that uses six terrestrial transmitter stations (pseudolites) to beam "genuine" Galileo signals into the test area. Its infrastructure enables GATE to generate the navigation signals of Galileo satellites, simulate natural factors – like the influence of iono- or troposphere – and vary signal type and strength as required.*

*GATE features a variety of operating modes tailored to the requirements of different users. The core element is the so-called Virtual Satellite Mode (VSM) in which transmitter stations are configured to mimic the signals which would be transmitted by a Galileo satellite that is actually in orbit. To this end, the stations transmit the flight data of virtual satellites with proper timing, frequency and phase. By taking into account the dynamics of the user and the mathematically simulated movements of the satellites, the GATE system creates a test*

Berücksichtigung der Dynamik des Nutzers und der berechneten Satellitenbewegungen kann das GATE-System eine realitätsnahe Testumgebung schaffen. Somit wird von den Empfangsgeräten und Anwendungen im Testgebiet ein Signal empfangen, das sich, abgesehen von der Ausbreitungsrichtung, von einem „echten“ Galileo-Satellitensignal nicht unterscheiden lässt.

Das Testgebiet befindet sich im Berchtesgadener Land im äußersten Südosten Bayerns, direkt am Alpenrand, nahe der österreichischen Grenze. Das durch die umliegenden Berge bestimmte Höhenprofil macht den Raum Berchtesgaden zum idealen Ort, um die Signale der sechs GATE-Sendestationen (GTS 1-6) im Tal zu empfangen. Die Stationen, die sich in der Nähe der Berggipfel des Jenner, Grünstein, Hirschkaser, Stöhrhaus, Kneifelspitze und Kehlstein befinden, weisen zum Tal einen Höhenunterschied von bis zu 1.250 Metern auf. Da sich die Berge in allen Richtungen um Berchtesgaden befinden, lässt sich eine gute horizontale Genauigkeit erreichen.

Das GATE-Testgebiet ist vor allem für Tests von landmobilen Anwendungen geeignet. Andere, wie Bahn-, See- oder Luftfahrtanwendungen, können wegen der Größe und geographischen Lage des Testgebiets nur bedingt durchgeführt werden. Logistik sowie Fahrzeug- und Fußgängernavigation stellen das kommerziell bei Weitem wichtigste Anwendungsgebiet dar. Deshalb wurde das GATE-Testgebiet vor allem für diese Nutzergruppe optimiert.

Die Stadt Berchtesgaden bietet durch das verzweigte Straßennetz eine gute Infrastruktur, um beispielsweise Fußgänger-navigationsgeräte zu überprüfen. Außerhalb des Orts sind durch Wälder, Täler sowie den Nationalpark Berchtesgaden weitere Testszenarien möglich. Der Luftraum über Berchtesgaden und eine Eisenbahnstrecke im Testgebiet lassen sich für Versuche ebenfalls mit Einschränkungen nutzen.

*environment that approximately reflects reality. Consequently, receivers and applications operating within the test area will receive signals which, apart from their direction of propagation, cannot be distinguished from a real Galileo satellite signal.*

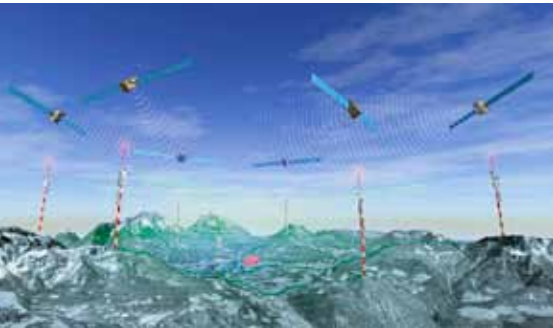
*The test area is located in the region of Berchtesgaden in the extreme southeast of Bavaria, in the foothills of the Alps close to the Austrian border. Dominated by surrounding mountains, the elevation profile of the Berchtesgaden area is ideal for receiving the six GATE transmitters (GTS 1-6) in the valley. Located close to the Jenner, Grünstein, Hirschkaser, Stöhrhaus, Kneifelspitze and Kehlstein summits, respectively, the transmitter stations are elevated up to 1,250 meters above the valley floor. As the mountains surround Berchtesgaden in all directions, horizontal precision is good.*

*This GATE test area is suitable especially for land-mobile applications. Others, in rail, sea or air transportation, can be implemented only within certain limits due to the size and geographical situation of the test area. Logistics as well as vehicle and pedestrian navigation are by far the most important in commercial terms. This is why the GATE test area has been designed to meet the requirements of this user group first and foremost.*

*In that context, the ramified road network of the city of Berchtesgaden constitutes an infrastructure well suited to testing, for example, navigation devices and applications for pedestrians under realistic ambient conditions. Outside the city, forests, valleys and the Berchtesgaden National Park provide further test scenarios. Within certain limitations, the air-space above Berchtesgaden and a railroad line crossing the test area may be used for tests as well.*



Büro der IFEN GmbH im GATE-Testgebiet Berchtesgaden/Bayern (IFEN GmbH)  
IFEN GmbH office, located in the GATE testbed of Berchtesgaden/Bavaria (IFEN GmbH)



Sender auf sechs Berggipfeln simulieren Galileo-Signale (IFEN GmbH)  
 Transmitters on six mountain tops are emulating Galileo signals (IFEN GmbH)

Die garantierte GATE-Genauigkeit für die horizontale Echtzeitnavigation für die Frequenz E1 ist besser als zehn Meter (2 Sigma). Für die Positionierung mit den Galileo-Signalen E5a und E5b wird diese Genauigkeit im Normalfall auch erreicht. Durch Interferenzstörungen kann die Exaktheit jedoch degradiert werden. Ursache für die Störung ist eine militärische Radarstation, die in das Tal einstrahlt. Da allerdings zukünftige Galileo-Empfänger mit Interferenzen in ungeschützten Frequenzbändern umgehen müssen, bietet GATE hier ideale Möglichkeiten zum Test empfänger-integrierter Abhilfemaßnahmen.

Die GATE-Testinfrastruktur steht allen Nutzern seit Sommer 2008 zur Verfügung. Der Erfolg von Galileo hängt entscheidend von der kommerziellen Umsetzung ab. Neue Produkte und Dienstleistungen in hervorragender Qualität sind dabei der Schlüsselfaktor. GATE hilft, diesen wesentlichen Schritt zu gehen. GATE-Nutzer erhalten die Gelegenheit, mit den richtigen Produkten und Dienstleistungen den Markt rechtzeitig zu betreten.

Unterschiedliche Testszenarien:

- Im Base Mode (BM) senden die Pseudolites ihre Position und die genau synchronisierte Systemzeit. Die Bestimmung der Position wird für den Empfänger möglich. Diesen Modus können beliebig viele Empfangsgeräte gleichzeitig nutzen.
- Im Extended Base Mode (EBM) werden zusätzlich Nah-Fern-Effekte vermieden, die beim Annähern des Nutzers an eine Antenne auftreten. Eine präzise Abstimmung aller Sendestationen (in Abhängigkeit von der jeweiligen Nutzerposition) sorgt dafür, dass der Empfänger unabhängig von seinem Standort jedes Signal mit derselben Leistungstärke empfängt.
- Im Virtual Satellite Mode (VSM) werden die Sendestationen so konfiguriert, dass sie die Signale eines Galileo-Satelliten nachahmen. Die Stationen senden die

*GATE guarantees a precision better than ten meters (2 sigma) for horizontal real-time navigation on the E1 frequency band. Positioning with Galileo signals on E5a and E5b normally reaches the same level of precision which, however, may deteriorate when interferences occur. These are caused by the beams of a military radar station that impinge on the testbed. As future Galileo receivers will have to be equipped to cope with interferences on their unprotected frequency bands in any case, GATE offers an ideal opportunity to test interference compensation features integrated in receivers under realistic conditions.*

*The GATE test infrastructure has been open to users since summer 2008. As Galileo's success crucially depends on its commercial exploitation, the development of new products and services of outstanding quality plays a key role. GATE assists users in taking this important step by giving them a chance to market the right products and services at the right time.*

*Different test scenarios:*

- *In base mode (BM), pseudolites will send their position together with a precisely synchronized system time signal, which enables the user to identify his position. This mode can be used by any number of receivers at the same time.*
- *The extended base mode (EBM) suppresses the distance-related effects that occur when a user approaches an antenna. In this mode, all transmitters will be attuned precisely to the position of the user so that the incoming signal will always be of the same strength, independently of the location of the receiver.*
- *In virtual satellite mode (VSM), transmitters will be configured to emulate the signals of a Galileo satellite in terms of signal phase, Doppler shift, and power, respectively. The transmitters will simulate the orbital data of a*

Bahndaten virtueller Satelliten zeitlich passend mit entsprechender Frequenz und Phase. Dadurch empfängt der Nutzer ein Signal, das sich nicht von einem echten Satellitensignal des Galileo Open Service unterscheidet. Die erzeugten Signale werden auf die aktuelle Empfängerposition abgestimmt. Im EBM und VSM kann zu einem bestimmten Zeitpunkt jeweils nur ein einziger Nutzer einen Versuch durchführen.

[www.gate-testbed.com/de](http://www.gate-testbed.com/de)

**Dr. Günter Heinrichs ist GATE-Projektleiter bei der IFEN GmbH.**

**Erwin Löhnert ist stellvertretender GATE-Projektleiter bei der IFEN GmbH.**

*virtual satellite at the correct time, frequency and phase with respect to the user's position and velocity. The user will receive a signal which does not differ in any way from the Galileo open-service signal of a genuine satellite. The signals generated will be attuned to the current position of the receiver, so that only one user can run a test at any given time in either EBM or VSM.*

[www.gate-testbed.com](http://www.gate-testbed.com)

**Dr. Günter Heinrichs is GATE project manager at IFEN GmbH.**

**Erwin Löhnert is GATE deputy project manager at IFEN GmbH.**



Galileo wird auch im Tourismus sowie für Sport- und Freizeitaktivitäten verwendbar sein (dpa picture alliance).

*Galileo will also be applicable in tourism, sports and leisure time activities (dpa picture alliance).*

Technische Besonderheiten Leistungsparameter GATE	Technical Highlights Performance Parameters GATE
<b>abgedeckte Fläche:</b> circa 65 Quadratkilometer	<b>Covered Area:</b> circa 65 square kilometers
<b>Positionsgenauigkeit:</b> E1: 10 Meter und besser E5a, E5b: 10 Meter und besser (kann durch Interferenzstörungen schwanken)	<b>Positioning Accuracy:</b> E1: 10 meters and better E5a, E5b: 10 meters and better (subject to signal interferences)
<b>Frequenzen:</b> Jeder Pseudolite sendet simultan auf allen Galileo-Frequenzen E1, E5a, E5b und E6.	<b>Frequencies:</b> Each pseudolite broadcasts simultaneously at all Galileo frequencies E1, E5a, E5b and E6.
<b>Sechs Pseudolites.</b>	<b>Six pseudolites.</b>