

Aktuell: Beginn eines neuen Sonnenzyklus

Hohe Sonnen-Aktivität kann Störungen bei GNSS¹-Messungen verursachen

Die NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration, US Department of Commerce) berichtete am 04. Januar 2008 über die Entdeckung des Sonnenflecks Nr. 10.981 (Bild 1). Im Vergleich zu Sonnenflecken der letzten Jahre weist er zwei auffällige Merkmale auf: Er befindet sich ungewöhnlich weit nördlich auf dem 27. Breitengrad und hat zudem eine vertauschte Polarität. Dies ist ein Anzeichen für den Beginn eines neuen Sonnenzyklus, der im Abstand von elf Jahren regelmäßig auftritt. Die Aktivität der Sonne wird sich innerhalb der kommenden Jahre wieder erhöhen, es werden ansteigende Zahlen und Größen von Sonnenflecken beobachtet werden. In den Jahren 2011 bis 2012 ist das Maximum der Aktivität zu erwarten. Momentan, zu Beginn eines neuen Zyklus, ist die Aktivität minimal.

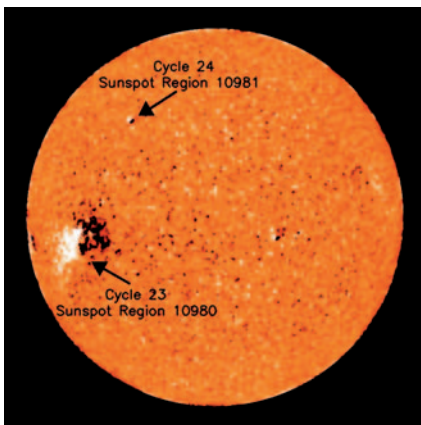


Bild 1: Sonnenfleck Nr. 10.981 (Quelle NOAA)

Die Signale von GNSS-Satelliten durchlaufen bis zu einem Empfänger auf der Erde verschiedene Schichten der Atmosphäre, die unterschiedliche Auswirkungen auf die Laufzeit der Signale haben. Die Ionosphäre ist eine dieser Schichten. Sie beginnt in etwa 80 km Höhe und enthält eine hohe Anzahl an Ionen und freien Elektronen. In der Ionosphäre werden die elektromagnetischen Signale, welche die GNSS-Satelliten aussenden, frequenzabhängig beeinflusst.

Erhöht sich die Aktivität der Sonne, so treten Sonnenflecken in Gruppen auf, von denen Eruptionen an magnetischer Energie ausgehen. Diese Eruptionen verändern den Elektronengehalt der Ionosphäre. Hierbei ist nicht die absolute hohe Aktivität der Sonne ausschlaggebend, sondern vielmehr das Auftreten starker, kurzperiodischer Schwankungen. Durch die starken Schwankungen des Elektronengehaltes kommt es zu frequenzabhängigen und vor allem unregelmäßigen Veränderungen in den GNSS-Signalen.

Durch die Nutzung von Zweifrequenzempfängern können die auf den beiden Frequenzen unterschiedlichen Effekte zwar teilweise bestimmt und durch Anbringung von Korrekturen abgeschwächt werden, es verbleiben jedoch immer noch Restfehler. In der Zentrale eines GNSS-Referenzdienstes, wie dem ascos-Dienst der AXIO-NET GmbH, werden aus den Daten der Referenzstationen ionosphärische Modelle abgeleitet, die eine weitere Verringerung der Restfehler ermöglichen. In Perioden mit hoher Sonnenaktivität können die Auswirkungen und Schwankungen jedoch so stark sein, dass die Schwellwerte dieser Modelle überschritten werden oder sogar durch Radioszintillationen direkte Störungen in den GNSS-Signalen auftreten. Es kommt dann zu Qualitätsverlusten, die bis zum Empfangsverlust (loss of lock) für einzelne oder mehrere Satelliten führen können.

Während des Maximums des letzten Sonnenzyklus in den Jahren 2000-2002 (Bild 2) konnte in Deutschland in Phasen sehr hoher ionosphärischer Schwankungen zeitweise von vormittags bis nachmittags keine Lösung der Phasen-Mehrdeutigkeiten bei Echtzeit-Messungen erreicht werden.

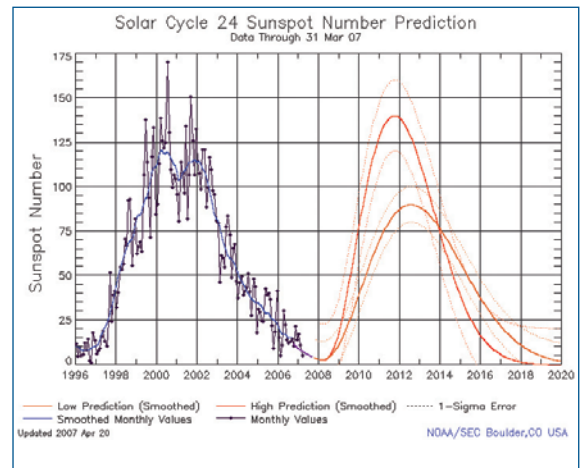


Bild 2: Zeitliche Schwankungen der Anzahl von Sonnenflecken (Quelle: NOAA)

Einen eindeutigen Indikator für die Ursache einer Störung dieser Art gibt es für GNSS-Empfänger derzeit leider noch nicht auf dem Markt. In den derzeitigen Referenzstations-Softwarepaketen werden die Ergebnisse der Modellierung aus den Daten der Referenzstationen als Indikatoren für die Stärke der ionosphärischen Aktivität im abgedeckten Gebiet angegeben. Eine Erweiterung dazu sind Karten für Deutschland und Mitteleuropa mit Angabe des aktuellen Elektronengehalts der Ionosphäre (Total Electron Content, abgekürzt TEC) des Deutschen Zentrums für Luft und Raumfahrt (DLR). Sie sind das Ergebnis des von der ESA geförderten Forschungsprojektes „SWIPPA“ (Space Weather Impact in Precise Positioning Applications of GNSS), an dem auch die Allsat GmbH network+services und der ascos-Dienst maßgeblich beteiligt waren. Die Karten werden alle 5 Minuten aktualisiert und geben so zusätzlich einen Überblick über das Auftreten von kurzzeitigen und kleinräumigen Schwankungen. Eine Vorhersage von Effekten ist Ziel des Folgeprojektes SWACI (Space Weather Application Center – Ionosphere).

Autoren

Dipl.-Ing. Anette Rietdorf
Dipl.-Ing. Nico Radike
Dipl.-Ing. Jürgen Ruffer
Allsat GmbH network+services
Am Hohen Ufer 3A, 30159 Hannover
anette.rietdorf@allsat.de

¹ Global Navigation Satellite Systems