

# GIOMO - BEURTEILUNG VON IN ECHTZEIT VERFÜGBAREN IONOSPHERENMODELLEN



N. MAGNET, R. WEBER

Vienna University of Technology, Institute of Geodesy and Geophysics (IGG)  
Research Group Advanced Geodesy, Vienna, AUSTRIA

E-mail: nina.magnet@tuwien.ac.at, robert.weber@tuwien.ac.at

## 1. EINLEITUNG

Das Projekt **GIOMO** (next **G**eneration near real-time **I**onospheric **M**odels) entstand in Zusammenarbeit des Instituts für Geodäsie und Geophysik der Technischen Universität Wien, der TeleConsult Austria GmbH, der Österreichischen Akademie der Wissenschaften und des Universitätszentrums Rottenmann. Finanziert wird GIOMO durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG. Zu den Zielen des Projekts zählen die **Identifikation und Konsolidierung von Methoden zur regionalen Ionosphärenmodellierung**. Das schließlich gewählte Modell wird als Standard in die existierende **OEGNOS** (Österreichischer EGNOS Datenserver) Software implementiert, um die Positionierungsgenauigkeit dieses Dienstes zu verbessern und dadurch die Nutzerakzeptanz weiter zu steigern. OEGNOS liefert seinen Kunden mittels Datenserver speziell an das Gebiet von Österreich angepasste EGNOS - Korrekturen.

Mit Hilfe der Daten des **regionalen Stationsnetzwerkes EPOSA** (Echtzeit Positionierung Austria) werden die Modelle gespeist. EPOSA umfasst etwa 40 homogen über Österreich verteilte Stationen mit einer mittleren Entfernung von 70 km.

## 3. MODELLVERGLEICH

### A. KUGELFUNKTIONSENTWICKLUNG

Bei diesem Modell wird der VTEC durch eine Kugelfunktionsentwicklung bis **Grad und Ordnung 15** berechnet. Die Koeffizienten  $a_{nm}$  und  $b_{nm}$  wurden aus Daten des CODE (*Center for Orbit Determination in Europe*) entnommen.

$$VTEC(\beta, s) = \sum_{n=0}^{n_{max}} \sum_{m=0}^n \tilde{P}_{nm}(\sin \beta) (a_{nm} \cos(m s) + b_{nm} \sin(m s))$$

### B. TAYLORREIHEN-MODELL

Der VTEC wird bei diesem regionalen Modell mit Hilfe einer Taylorreihe bestimmt. Die Koeffizienten wurden mit Hilfe des oben beschriebenen Referenznetzwerkes berechnet.

$$VTEC(\beta, s) = \sum_{n=0}^2 \sum_{m=0}^n E_{nm} (\beta - \beta_0)^n (s - s_0)^m$$

### C. KLOBUCHAR-MODELL

Das Klobuchar-Modell folgt bei Tag einer **Cosinus-Funktion** und sinkt bei Nacht auf eine Konstante ab. Die (modifizierten) Koeffizienten  $a_i$  und  $b_i$  wurden ebenfalls den Daten des CODE entnommen. Durch seine Verfügbarkeit wird es in diesem Projekt als **Backup-Modell** verwendet.

### D. MULTILAYER-MODELL

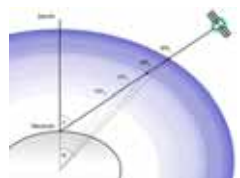


Abb. 2: Multilayer-Modell



Abb. 3: Amplitudenberechnung

Da der **F2-Layer** (300-450 km Höhe) der Ionosphäre den größten Anteil an Elektronen aufweist, wird er zur Berechnung des Multilayer-Modells herangezogen. Er wird in **9 Schichten** unterteilt, für die jeweils ein **Ionospheric Pierce Point** berechnet wird. Der TEC jeder Schicht wird durch eine **Sinus-Funktion mit der Amplitude A** beschrieben. Zusätzlich wird eine **Gewichtungsfunktion Q** angebracht, die die Abnahme des Elektronengehalts mit zunehmender Entfernung der **Pierce Points** zum Sonnenfußpunkt (und damit zum Elektronenmaximum) beschreibt.

## 2. REFERENZNETZWERK

Als Referenz für die Ergebnisse wurden anhand realer Code – Beobachtungsdaten (15 Sekunden RINEX Daten) Signalverzögerungen durch die Ionosphäre bestimmt. Diese Residuen wurden durch die **geometriefreie Linearkombination** mit Hilfe der Bernese GPS Software berechnet.

Das verwendete Stationsnetz umfasst **7 Stationen** in und um Österreich:

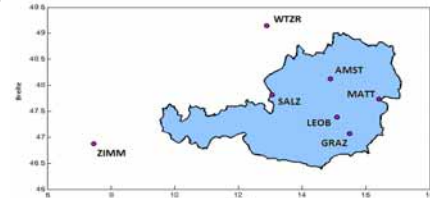


Abb. 1: Stationsnetz

Die Daten wurden für zwei Wochen im Juni (**5.-18. Juni 2011**) ausgewertet und als Referenz in den Modellvergleich eingeführt.

## 4. ERGEBNISSE

Für alle Modelle wurden sowohl Vergleiche der ermittelten **VTEC** (Abb. 4) als auch der **STEC-Werte** (Abb. 5) durchgeführt. In der Graphik des STEC wurde der Satellit PRN09 dargestellt.

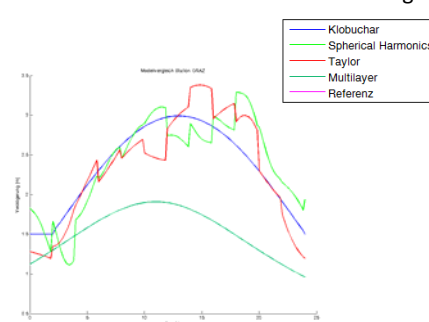


Abb. 4: VTEC Modellvergleich

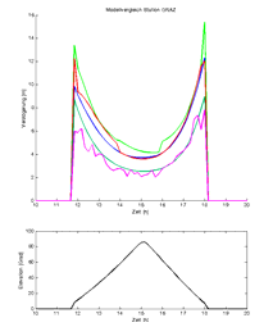


Abb. 5: STEC Modellvergleich

Da für die Berechnung der Referenzresiduen die **Differential Code Biases** an einigen Stationen nicht bekannt waren, wurden diese vorab geschätzt. Sie können auf 1 bis 2 Nanosekunden genau angenommen werden.

Zwischen der Referenz und den Modellen A bis C ergibt sich ein Offset von etwa einem Meter für Satelliten im Zenit. Die Berechnungen zum Multilayer-Modell basieren ausschließlich auf den Daten des Referenznetzes, womit hier der Unterschied zu den anderen Modellen erklärbar ist.

## 5. AUSBLICK

Das im Zuge des Projekts GIOMO neu konzipierte Multilayer-Modell befindet sich noch in der Entwicklungsphase.

Von Interesse wäre auch ein Vergleich der in diesem Poster beschriebenen Modelle mit den Auswertungen eines Modells auf Basis von Splines [M. Schmidt].

## QUELLEN

- TELECONSULT AUSTRIA GMBH, AUSTRIAN ACADEMY OF SCIENCES, UNIVERSITY CENTRE ROTTENMANN, VIENNA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY: GIOMO – Next Generation near real-time Ionospheric Models. Mid Term Report, 2011.
- EGNOS FOR PROFESSIONALS: [www.egnos-pro.esa.int/index.html](http://www.egnos-pro.esa.int/index.html)
- EPOSA (ECHTZEIT POSITIONIERUNG AUSTRIA): [www.eposa.at](http://www.eposa.at)
- ROLF DACH, URS HUGENTOBLE, PIERRE FRIEZE, MICHAEL MEINDL: Bernese GPS Software Version 5.0, January 2007.
- MICHAEL SCHMIDT: Wavelet modeling in support of IRI. Advances in Space Research, Volume 39, Issue 5, 2007.

