

La météorologie et recherche à Luxembourg

Norman Teferle und Tonie van Dam

*Geophysics Laboratory
Faculty of Science, Technology and Communication
University of Luxembourg*

Inhalt

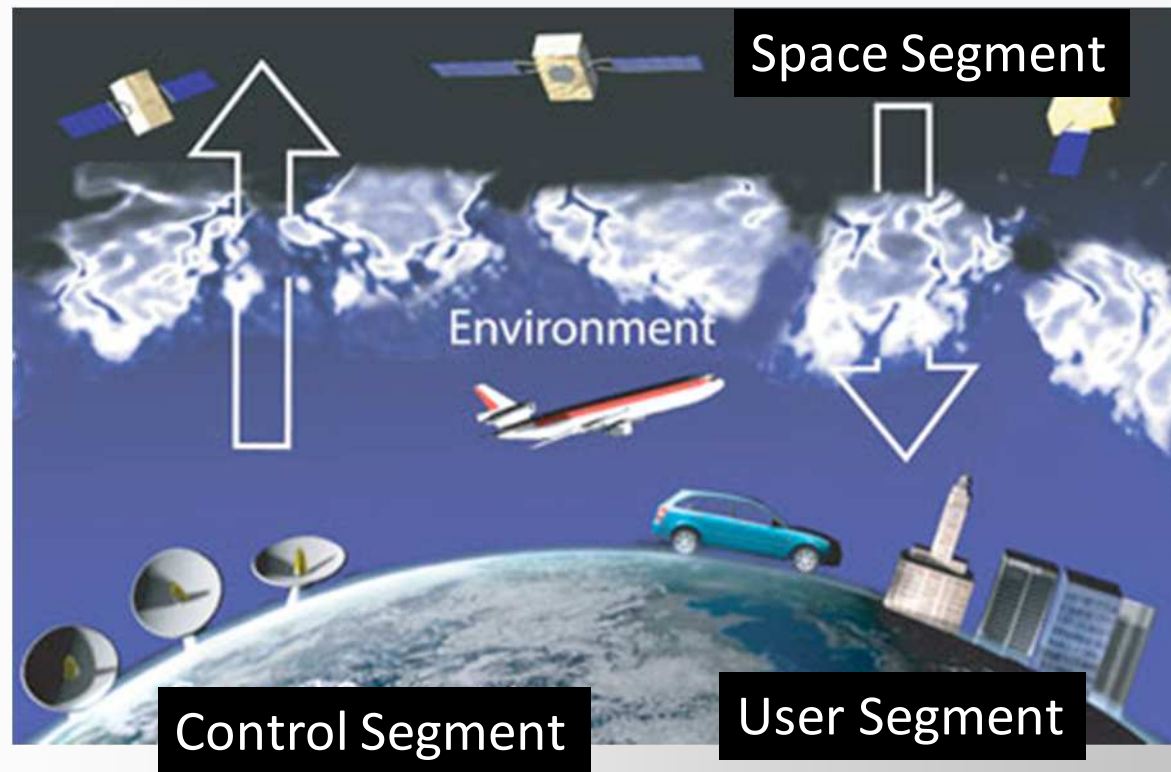
- GNSS Meteorologie
 - Global Navigation Satellite Systems
 - Prinzip der GNSS Meteorologie
 - Projekt an der Universität Luxemburg
- IERS Global Geophysical Fluid Center
 - International Earth Rotation and Reference Frame Service (IERS)
 - “Atmospheric Pressure Loading”
- Weitere Kollaborationen/Projekte

Global Navigation Satellite System

- GPS (Global Positioning System)
 - USA, in Operation seit 1980
 - meist verbreiteste GNSS mit 31 nützbaren Satelliten, allgegenwärtig in unserer Technologiegesellschaft
- GLONASS (*Globalnaja Nawigazionnaja Sputnikowaja Sistema*)
 - *Russland, in Operation seit 1982*
 - *volle Konstellation in 1996, reduzierte sich auf nur 7 Satelliten in 2002, seit Oktober 2011 wieder volle Konstellation mit 24 Satelliten erreicht*
- Galileo
 - Europa, mit 2 Testsatelliten im Erdumlauf seit 2005 und 2008
 - derzeit sind 4 In-Orbit Validation (IOV) Satelliten im Erdumlauf mit weiteren 14 geplant bis Ende 2014,
 - volle Konstellation mit 30 Satelliten nicht vor 2020.
- Compass
 - China, mit ersten Satelliten im Erdumlauf seit 2007
 - Derzeit 9 Satelliten im All



GNSS Segmente

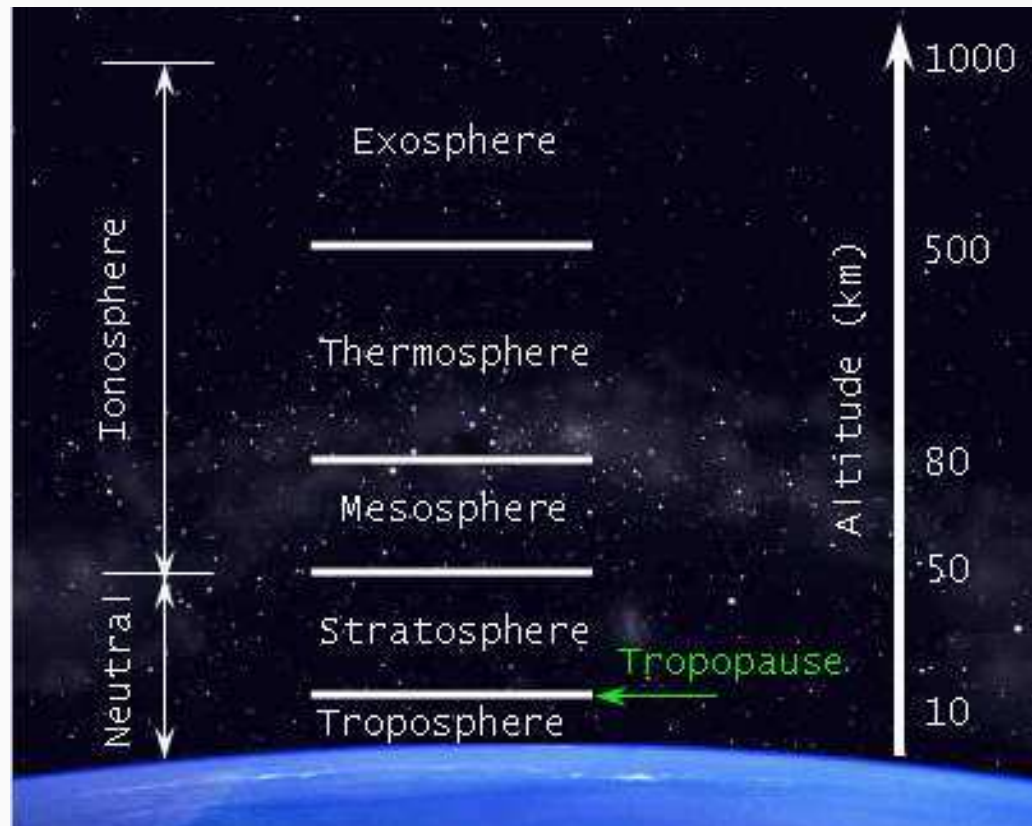


GNSS-Signale

- Alle GNSS verwenden eine Kombination aus Zeitmesssignalen (Codes) welche auf einem Trägersignal aufmoduliert werden.
- „SatNav“ und Location-Based-Services, und andere Anwendungen niedriger Genauigkeit verwenden die Code-Signale.
- Für Aufgaben mit den höchsten Genauigkeitsansprüchen (Vermessung, Geodäsie, Geophysik) werden die Phasen der Trägersignale verwendet.
- Die Satellitensignale werden in der Atmosphäre in ihrer Ausbreitung beeinflusst.

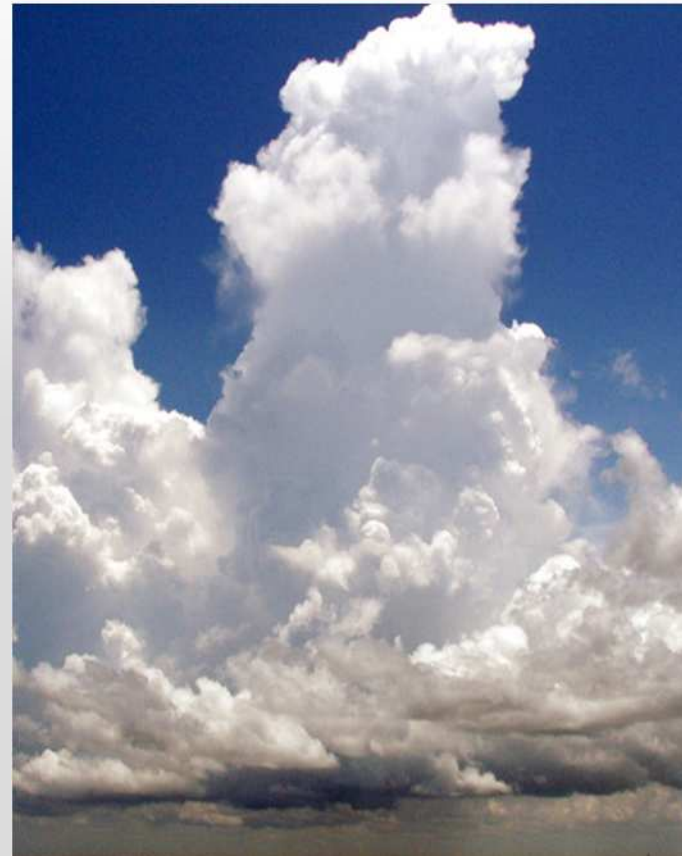


Die Atmosphäre

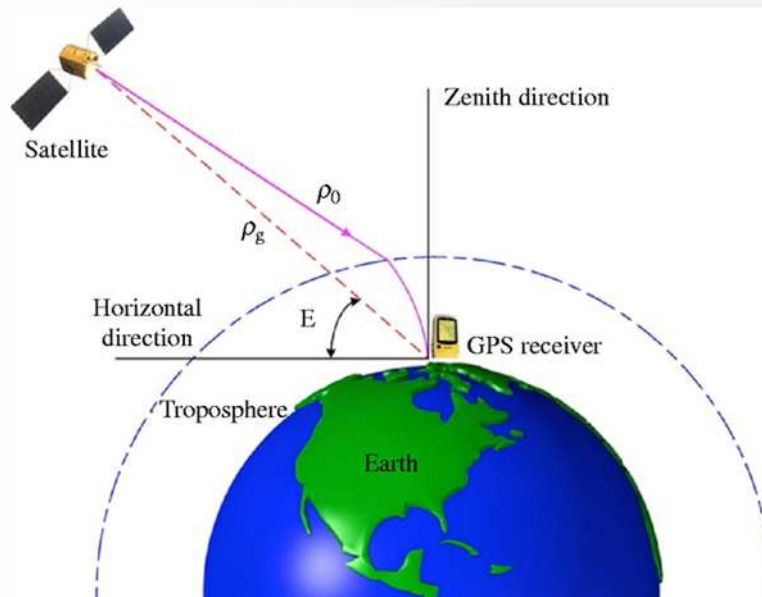


Der Wasserdampf in der Atmosphäre

- Der Wasserdampfgehalt der Atmosphäre ist das wichtigste “Greenhouse” Gas.
- Er beeinflusst das Wetter, ohne Wasserdampf gibt es keine Wolken und keinen Niederschlag.
- Er liegt zwischen 0 bis 4% und konzentriert sich in der erdnahen Troposphäre.



Prinzip der GNSS Meteorologie



- Es gilt die Laufzeitverzögerung der Signale in der Troposphäre zu bestimmen.
- Im Zenit beträgt diese rund 2.5 m und am Horizont bis zu 30 m.
- Die Verzögerung hängt im wesentlichen vom Wasserdampfgehalt in der Troposphäre ab.
- Unter zu Hilfenahme von Luftdruck- und Temperaturwerten, wird der Wasserdampfgehalt entlang des Signalweges bestimmt.

Anwendungen der GNSS Meteorologie

- In der Wettervorhersage:
 - Als zusätzliche Beobachtung in numerischen Wettermodellen
 - In Anwendung am UK MetOffice, MétéoFrance, Danish Meteorological Institute, usw.
- In der Kurzzeit-Wettervorhersage: “Storm Tracking”
 - Aufgrund existierender, dichter GNSS-Netze mit Echtzeit-Daten-Transfer
- In der Klimaforschung
 - Erlaubt homogene und über lange Zeit konsistente Analysen



Das Projekt

“The Potential of Precipitable Water Vapour Measurements from GNSS in Luxembourg”

- Projektleiter: Norman Teferle
- PhD-Projekt finanziert durch AFR
- Kollaborationen
 - University of Nottingham, UK
 - Service météorologique de Luxembourg
- Datenprovider
 - Administration du cadastre et de la topographie (SPSLux)
 - Service Public de Wallonie (WALCORS)
 - British Isles continuous GNSS Facility (BIGF)
 - Reseau GNSS Permanent (France)
 - Euref Permanent Network (EPN)
 - International GNSS Service (IGS)

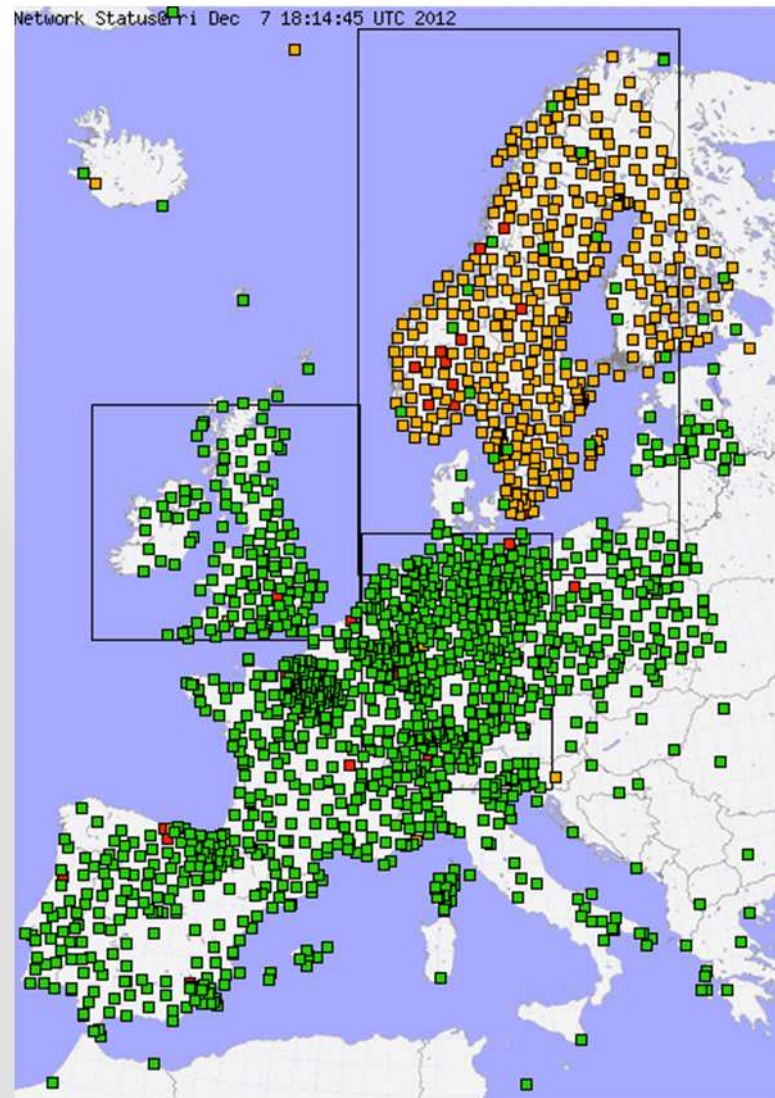


GNSS-Datenanalyse Systeme an der Universität Luxembourg

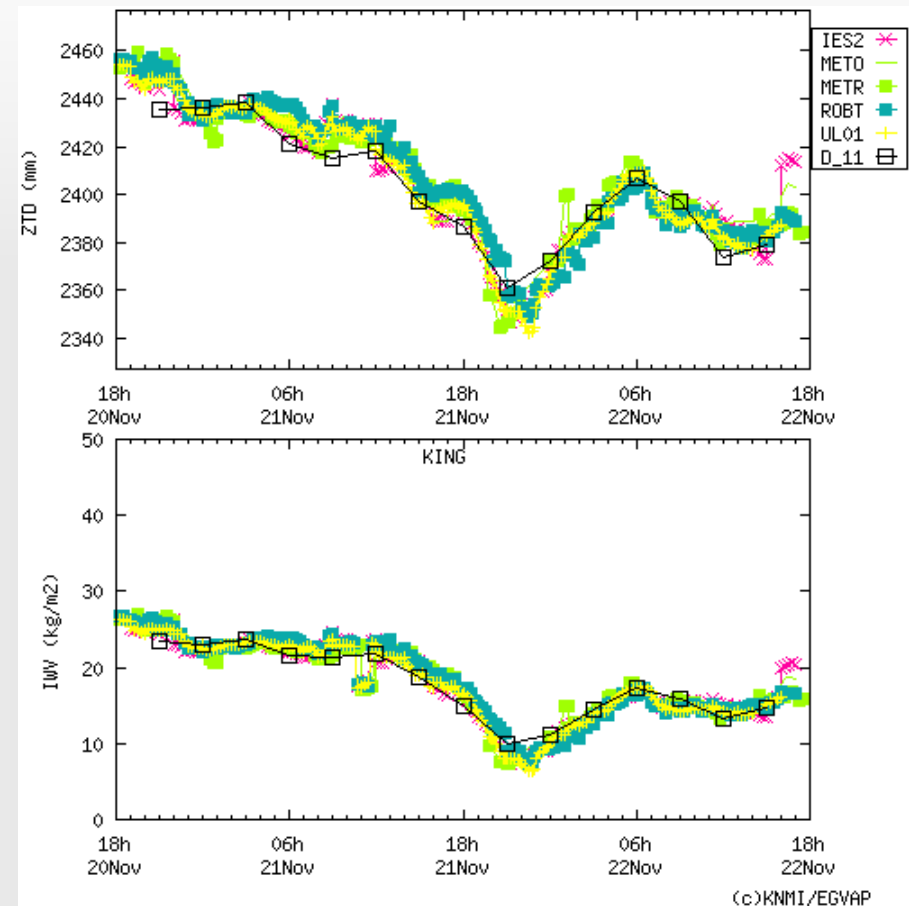
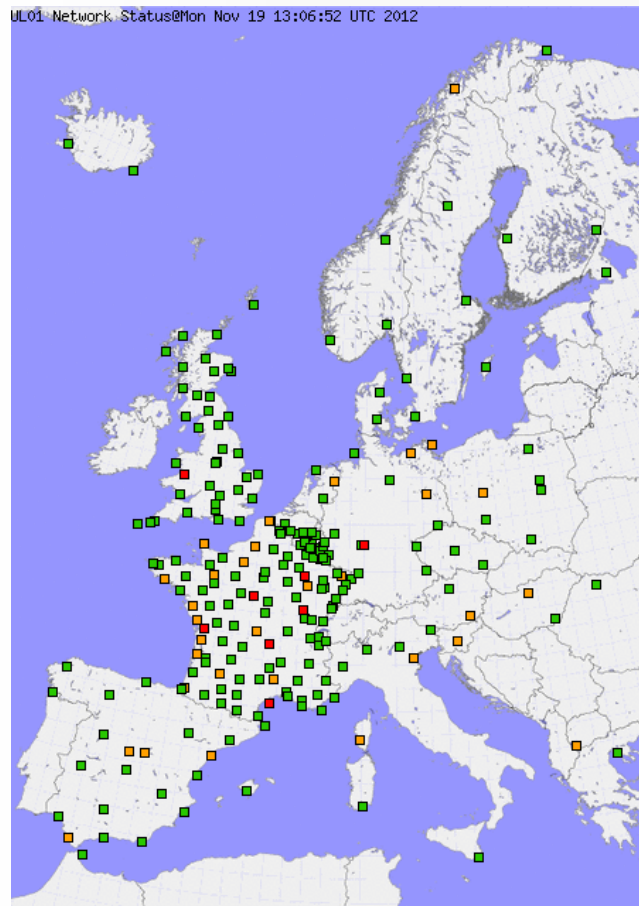
- Es entstehen folgende GNSS-Datenanalyse Systeme:
 - Post-processing (Langzeit-) System
 - Zur Analyse der GNSS-Daten ab 1997 bis in die Gegenwart
 - Near-Realtime (NRT) Systeme
 - Stündliche Analyse mit 15 Minuten Intervall (UL01-NRT E-GVAP)
 - 15-Minuten Analyse mit 15 Minuten Intervall
 - Realtime (Echtzeit) (RT) Systeme
 - 5 Sekunden Analyse mit 5 Minuten Intervall basierend auf GNSS-Echtzeitdaten

EUMETNET EIG GNSS water vapour programme (E-GVAP)

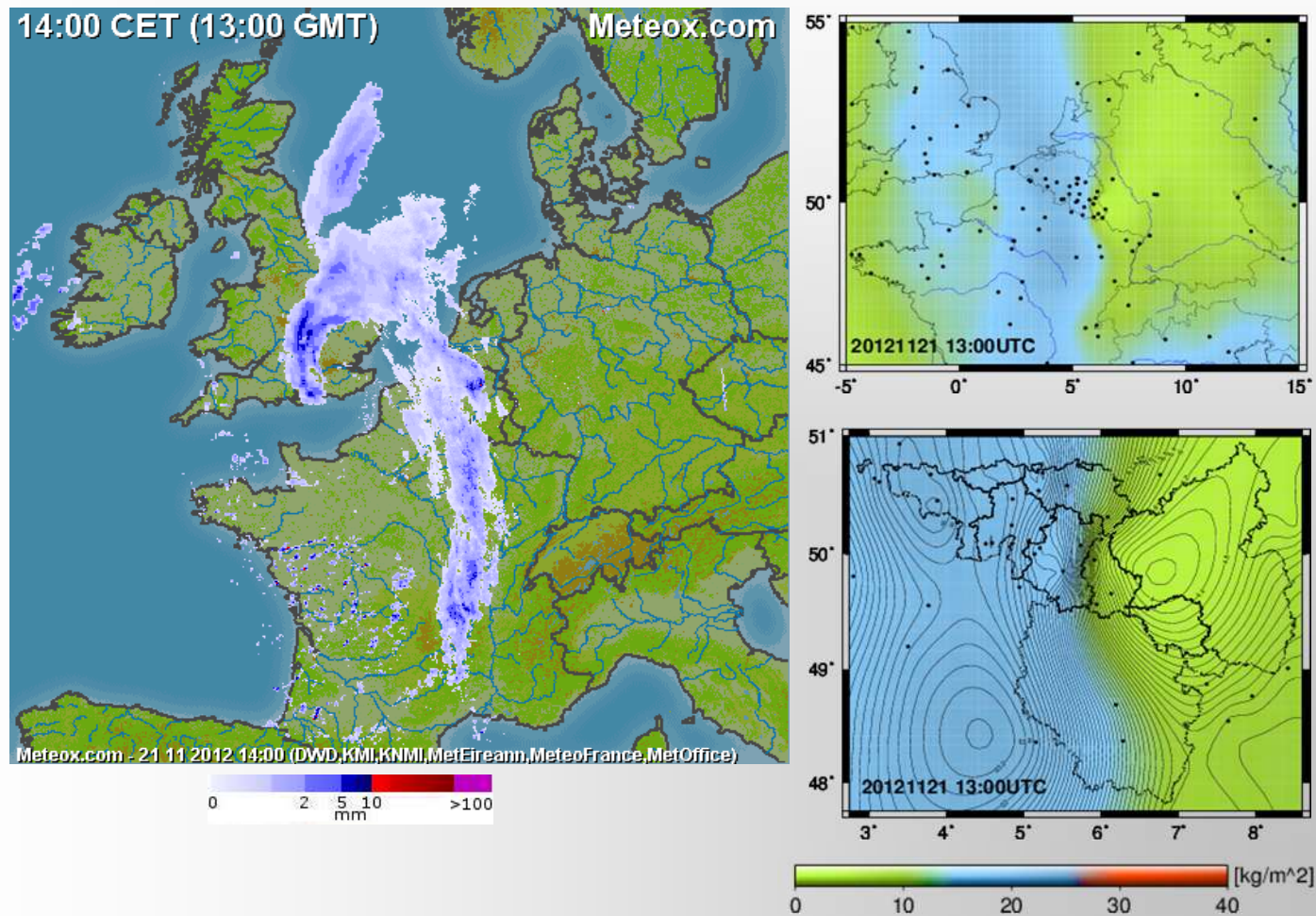
- Führendes Forschungsprojekt in der GNSS Meteorologie.
- 14 Analysezentren prozessieren über 1800 GNSS-Stationen in Europa und weltweit.
- Laufzeitverzögerungslösungen werden jede Stunde berechnet.
- Universität Luxemburg ist eines von über 10 Evaluierungs-analysezentren.



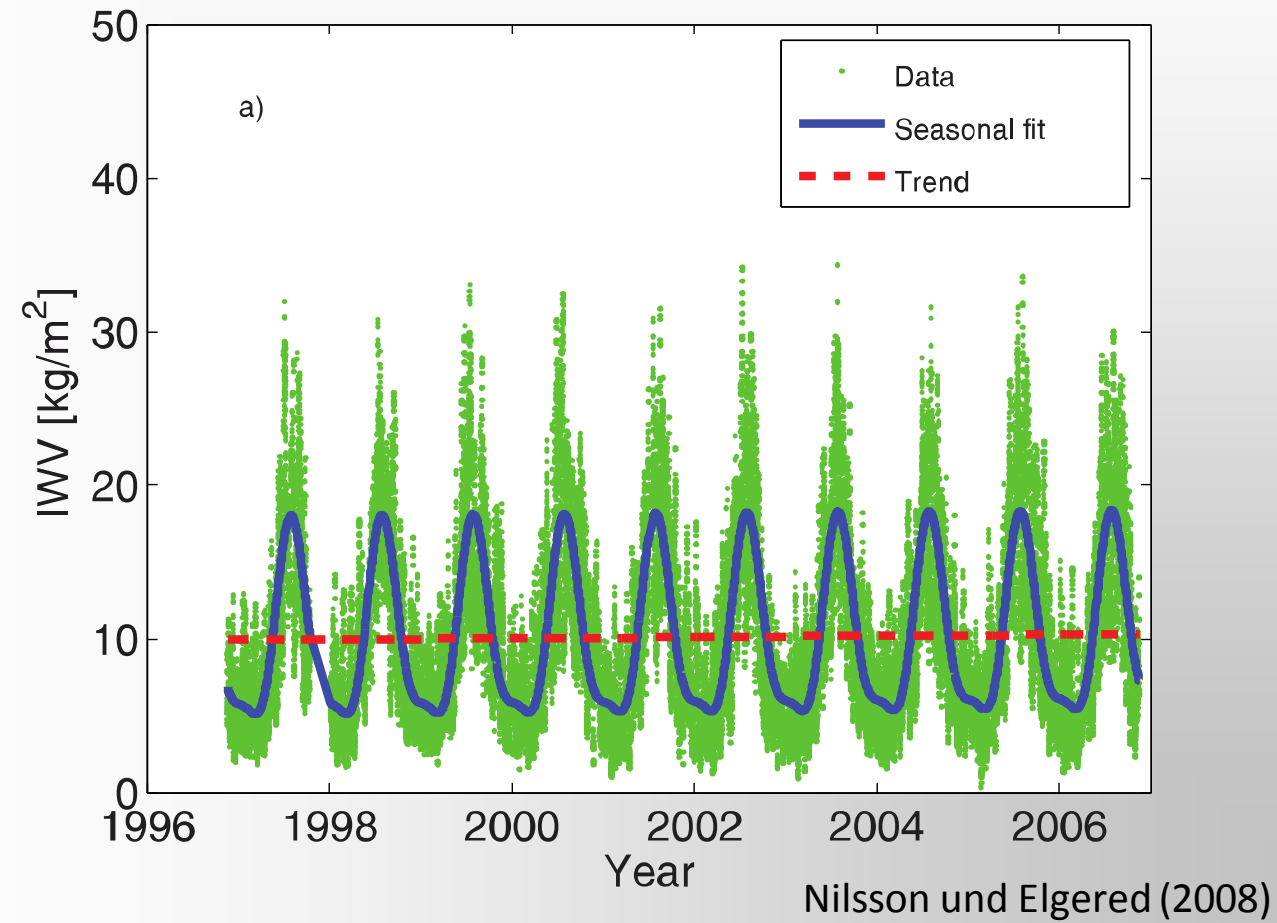
Evaluierung der UL01-NRT Lösungen



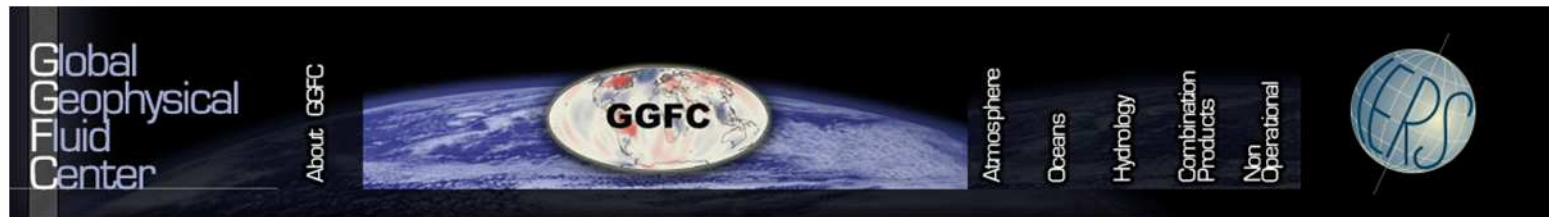
Vergleich: Wetterradar mit GNSS Meteorologie



Langzeit-Wasserdampfgehalt



Global Geophysical Fluids Center (<http://geophy.uni.lu/>)



[About](#)
[Products](#)
[Product Proposals](#)

GGFC: Chair T. van Dam

The Global Geophysical Fluids Center (GGFC) was established by the International Earth Rotation and Reference Systems Service (IERS) on IERS's 10th anniversary day January 1, 1998, in an effort to expand IERS's services to the scientific community. In 2009, the IERS directing board voted to restructure the GGFS to better serve the community. Three operational special Bureaus (SB) have been selected, each responsible for research and data service activities pertaining to mass transports in the atmosphere, oceans, and hydrological systems.

A fourth SB, related to mass changes in combined systems, e.g. atmosphere and oceans has also been created. The new Non-Operational components contains models of the core, mantle, and tides that do not change regularly.

GGFC Administration

Special Bureau for the Atmosphere: **Chair David Salstein** (Atmospheric and Environmental Research)

Special Bureau for the Oceans: **Chair Richard Gross** (Jet Propulsion Laboratory)

Special Bureau for Hydrology: **Chair Jianli Chen** (Center for Space Research)

NEWS:

- Open call for proposals for operational products; Please contact T. van Dam or any of the SB Chairs for more information.
- The GGFC Workshop was held in Vienna, April, 2012. The agenda and presentations can be accessed through the **IERS website**

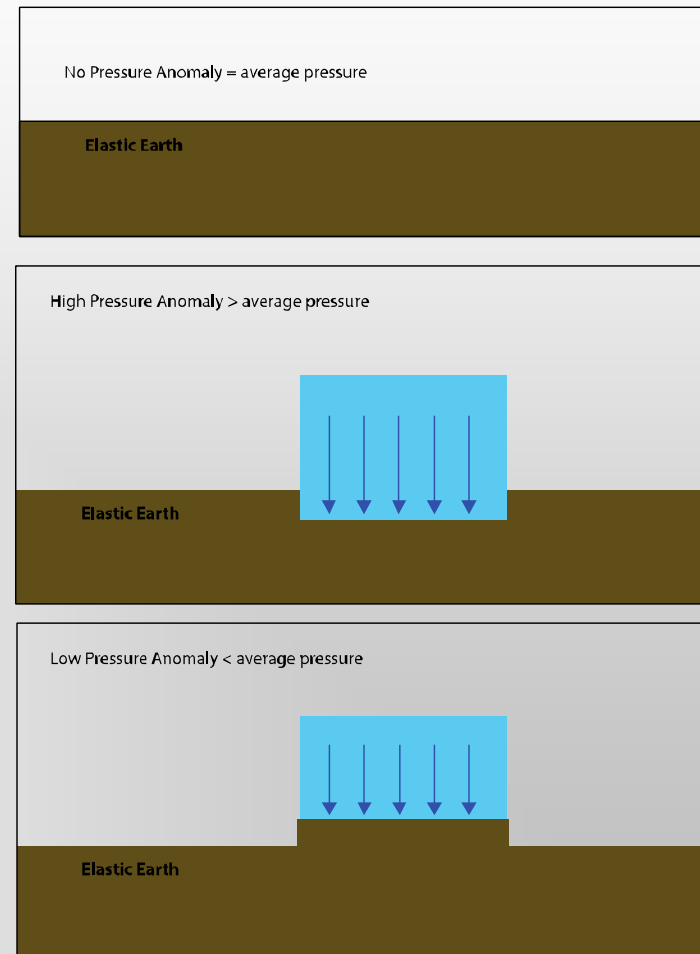
Global Geophysical Fluids Centre (GGFC)



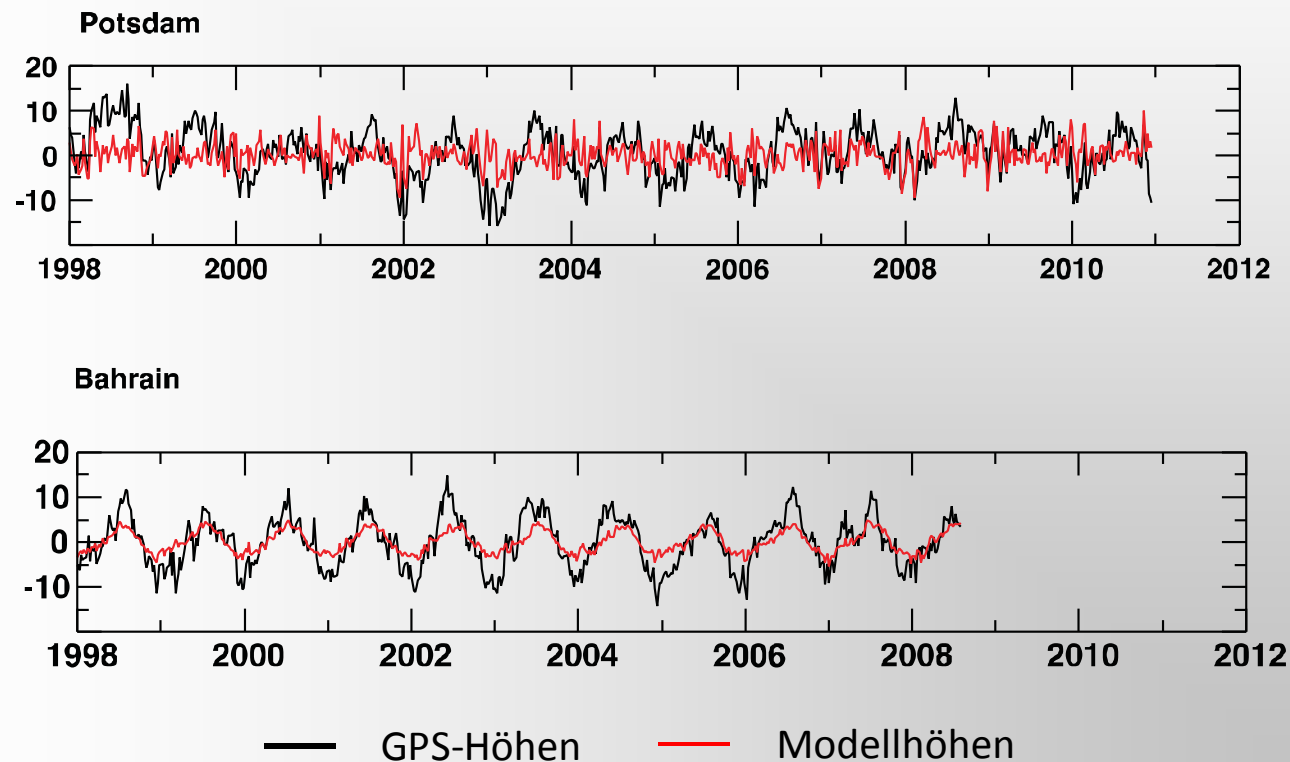
- Projektleiterin: Tonie van Dam
- Produktzentrum des International Earth Rotation and Reference Frame Service (IERS).
- Service der International Astronomical Union (IAU) und der International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG).
- Service des Global Geodetic Observing System (GGOS).
- Das IERS erstellt Standards und stellt Daten zur Verfügung um grundlegende Probleme der Astronomie, Geodäsie und Geophysik im Bereich Erdrotation und terrestrische Referenzsysteme zu bearbeiten.
- Das GGFC an der UL verknüpft die verschiedenen Büros des GGFC und stellt selbst Korrekturwerte für das “Atmospheric Pressure Loading” zur Verfügung.

“Atmospheric Pressure Loading”

- Erdkrustendeformationen aufgrund Luftdruckveränderungen.
- Es gibt eine Reihe von sich überlagernden Anteilen (halbtägliche bis jährliche und dekadische).
- Effekt kann eine Größe von mehreren cm erreichen.

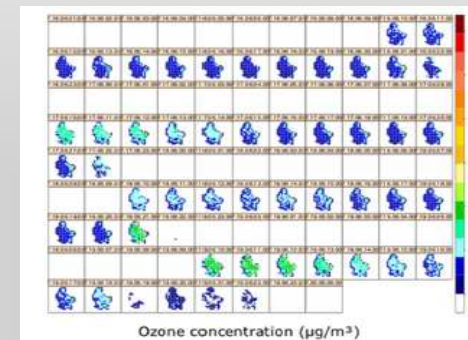
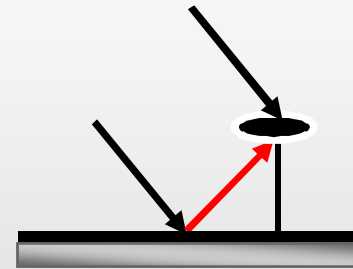


Vergleich: GPS Höhen mit Modellhöhen



Weitere Kollaborationen/Projekte

- Kollaborationen der UL
 - CRP Gabriel Lippmann
 - AFR PhD Project “GPS Estimates of soil moisture in Luxembourg”
 - CRP Henri Tudor
 - AFR PhD Project: “Development and Application of an Asymptotic Level Transport Pollution Model for Luxembourg (Luxembourg Energy Air Quality Project)”
- Projekt “RAINCELL” at CRP Gabriel Lippmann



Zusammenfassung

- Die Forschungsaktivitäten der Universität Luxemburg in den Bereichen der GNSS-Meteorologie und des “Atmospheric Pressure Loading” wurden vorgestellt.
- Beide Bereiche benötigen meteorologische Daten aus nationalen und internationalen Datensätzen, welche über das Service météorologique de Luxembourg bezogen werden.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!