

Atmosphärische Auflasten bei der präzisen GNSS-Punktbestimmung

Motivation

Atmosphärische Massenumverteilungen infolge variierenden Luftdrucks führen zu elastischen Deformationsbewegungen der Erdkruste. Je nach räumlicher Lage können sich daraus Stationsverschiebungen von bis zu 30 mm ergeben. Die primäre Deformation erfolgt dabei in vertikaler Richtung. Diese stationsbedingten Einflüsse gilt es, in-

nerhalb der Positionsbestimmung mit dem GNSS-Auswerteverfahren *Precise Point Positioning* zu berücksichtigen. In dieser Arbeit wird das Potential der Berücksichtigung atmosphärischer Auflasten in der präzisen GNSS-Punktbestimmung analysiert.

Untersuchung

Da atmosphärische Auflasten für das VLBI-Raumverfahren eine wesentliche Rolle spielen, haben sich bereits verschiedene Forschungsinstitute mit der Berechnung dieser Verformungen beschäftigt. In Abb. 1 ist dazu ein schematischer Ablauf zur Bestimmung der Deformationen dargestellt. Diese Arbeit bezieht sich auf den Service der VLBI-Gruppe des NASA Goddard Space Flight Centers und dem Dienst der GGOS Atmosphere-Forschungsgruppe (TU Wien). Beide Modelle topozentrischer Deformationen weisen

zeitliche Auflösungen von 6 h und verschiedenräumliche Gitter-Auflösungen von 2,5° (NASA GSFC) und 1° (GGOS Atmosphere) auf. In Abb. 2 werden die RMS-Werte beider Modelle dargestellt. Sie verdeutlicht neben den Modellunterschieden die raumabhängige Ausprägung atmosphärischer Auflasten. Aus diesem Grund werden insgesamt 26 global verteilte IGS-Permanentstationen untersucht. Die PPP-Koordinatenlösungen basieren auf der statischen Auswertung täglicher GNSS-Zweifrequenz-Beobachtungen (24 h) für

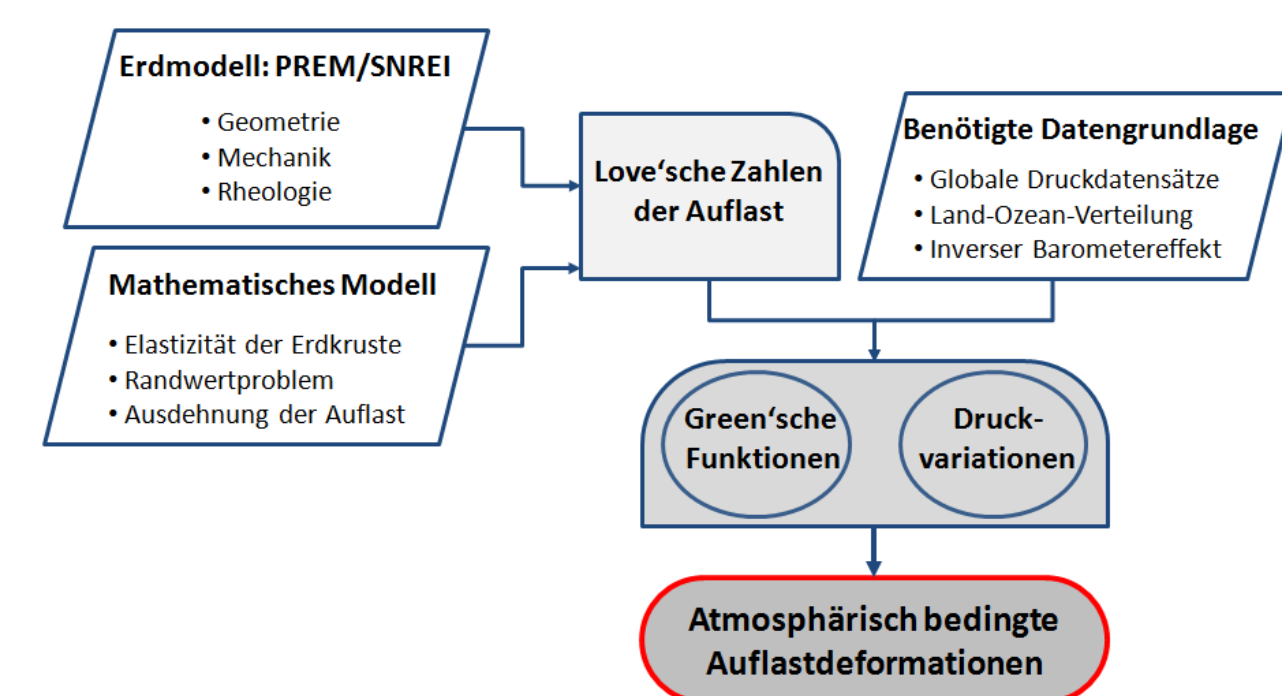


Abb. 1: Ablaufschema zur Berechnung Atmosphärischer Auflastdeformationen (nach Wijaya, 2009)

das gesamte Jahr 2012. Über eine bilineare Interpolation der Gitterwerte beider Auflastmodelle ist es möglich, die Deformationen an die Position der Permanentstationen anzupassen und deren Abhängigkeit zu überprüfen. Zur Betrachtung der Genauigkeitsänderung nach der Berücksichtigung dieser Deformationen in den PPP-Lösungen ergeben sich raum-, komponenten- und zeitabhängige Unterschiede.

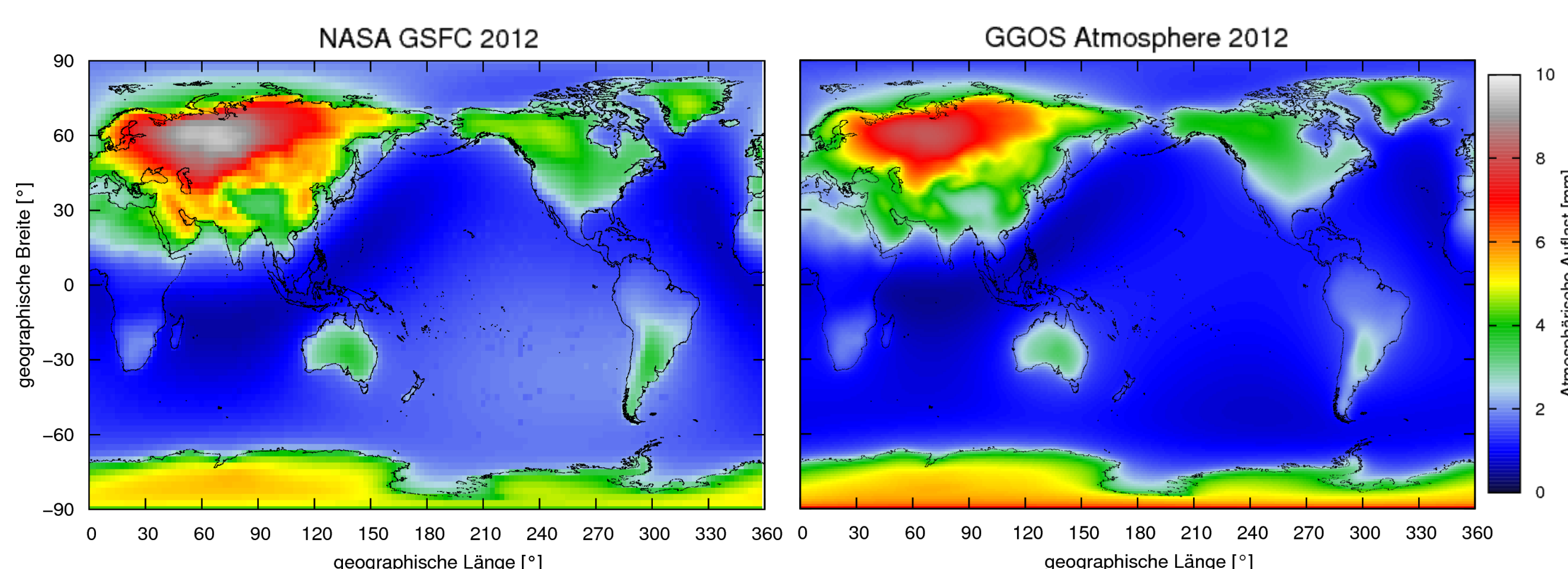


Abb. 2: Radiale RMS-Werte global gegitterter Auflastdeformationen beider Anbieter für 2012

Tab. 1: Mittlere prozentuale Verbesserungen der Standardabweichungen (1σ) vor und nach der Berücksichtigung der Deformationen für die Höhe

Räumliche Klasse	Anzahl Stationen	V_{NASA} [%]	V_{GGOS} [%]
Äquatornah	5	3,8	3,3
Küstennah	6	2,9	3,0
Eurasisch	7	-0,9	3,0
Nordamerikanisch	7	6,7	9,7
Südl. Hemisphäre	5	-3,0	-2,4

Ergebnisse

Aus der Datenanalyse kann festgestellt werden, dass sich vor allem für die Höhe der nördlichen Hemisphäre lineare Abhängigkeiten zwischen Deformation und Koordinaten ergeben. Für den eurasischen und nordamerikanischen Raum sind maximale Korrelationen von $\rho_{12} = 0,6$ beobachtbar. Entsprechend dazu resultieren für das gesamte Jahr für 18 der 26 Stationen Genauigkeitssteigerungen von bis zu 20 % für einzelne Stationen in vertikale Richtung. Die Größenordnungen der Deformationseinflüsse äquatorialer und küstennaher Stationen sind für die Höhen-Koordinaten vernachlässigbar gering, sodass keine Positionsoptimierung gewährleistet werden kann.

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse zeigen, dass die Berücksichtigung in der Höhen-Komponente zu Genauigkeitssteigerungen führt. Diese beschränken sich jedoch auf die nördliche Hemisphäre, da die auflastbedingten Verformungen in diesen Gebieten

Die auflastbedingten Verformungen der Horizontal-Komponenten weisen für die 24 h-Lösungen nur geringe Abhängigkeiten auf, da die Deformationen mit Größenordnungen im Submillimeter-Niveau nicht detektiert werden können. Nach der Berücksichtigung in den Lage-Koordinaten kommt es zu Genauigkeitsverlusten, sodass von einer Korrektur abzuraten ist. Die mittleren prozentualen Verbesserungen der Standardabweichungen für die Höhen jeweiliger räumlicher Klassen sind in Tab. 1 zusammengefasst. Durch die Berechnung der monatlich mittleren Höhen-Koordinatenabweichungen zu den ITRF-Referenzkoordinaten ist eine innerjährliche Systematik der Auf-

lasten festzustellen. Von einer Anbringung der Deformationen an die horizontalen Koordinaten ist dringend abzuraten, da sich für den Großteil der Fälle leichte Genauigkeitsverluste ergeben.

lasten festzustellen. Die mittleren Koordinatenabweichungen können durch die Berücksichtigung zeitabhängig mehr oder weniger stark reduziert werden. Die Ergebnisse für zwei Stationen werden in Abb. 3 dargestellt.

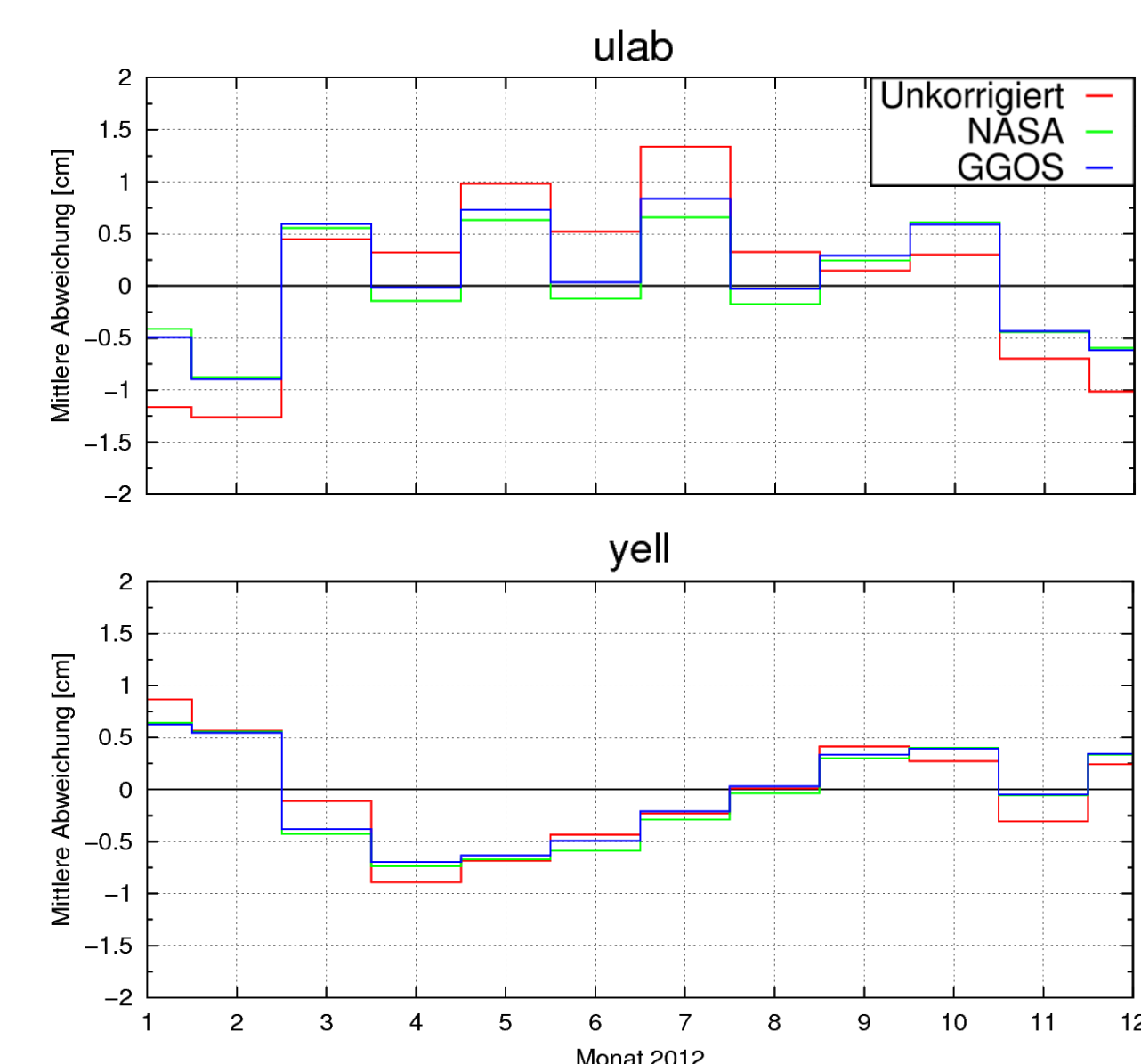


Abb. 3: Mittlere Koordinatenresiduen von ITRF-Sollkoordinaten der Höhe für Station ulab (Asien) und yell (Nordamerika) über jeden Monat des Jahres 2012