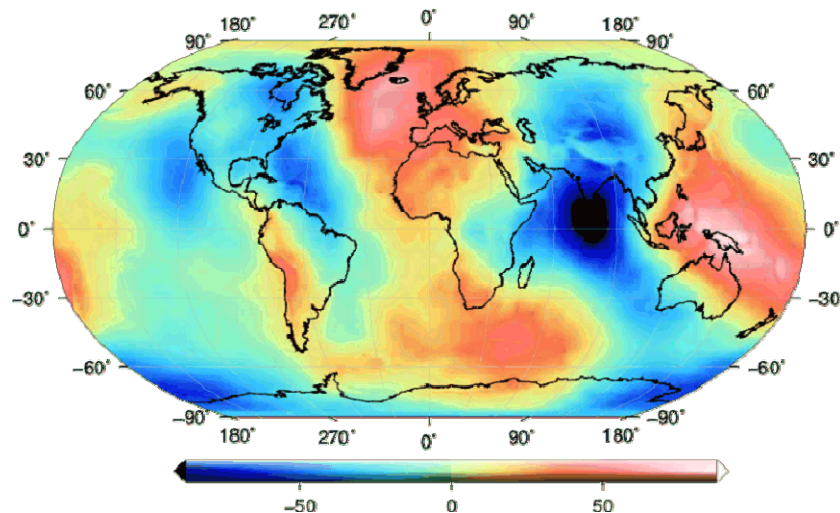


**Hochschule Karlsruhe
Technik und Wirtschaft**

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Virtual-GOCA



**Beobachtungs-Simulations-Software für das
Geomonitoringsystem GOCA**



Geomonitoring

Mit der weltweiten Verwendung neuerer und effizienterer Baumethoden steigen auch die Anforderungen an die geodätische Überwachung solcher Projekte. Und wo früher bei der Planung von Bauwerken auf alt bewährtes oder bei neuen Methoden der höchst mögliche Sicherungsaufwand für das Bauwerk betrieben wurde, werden heutzutage neue Methoden und Planungen am Rande des Machbaren durchgeführt. Dies erfordert jedoch, um weiterhin die Sicherheit für Mensch und Bauwerk gewährleisten zu können, eine Steigerung der Messgenauigkeit, als auch eine Verkürzung der Messzyklen, bis hin zur ständigen und ununterbrochenen Überwachung des Bauwerkes.

Der globale Klimawandel, Bevölkerungswachstum und die fortwährende Ausweitung von Siedlungsflächen bedeuten auch einen wachsenden Konflikt zwischen der Landnutzung und der Prävention vor Naturgefahren. Dieser Sachverhalt ist neben Hangrutschungsgebieten, oder aufweichenden Permafrostregionen auch auf die Risikoregionen von Vulkan- und Erdbebengebieten übertragbar. Das geodätische Geomonitoring, an deren Kettenende nach der Datenerfassung und Modellierung (Netzausgleichung, Deformationsanalyse) ein fortlaufendes Reporting und entsprechendes Alarmmanagement stehen (Abb. 1), erfolgt im Stand der Technik vollkommen automatisiert zur Minimierung von Risiko und laufender Kosten.

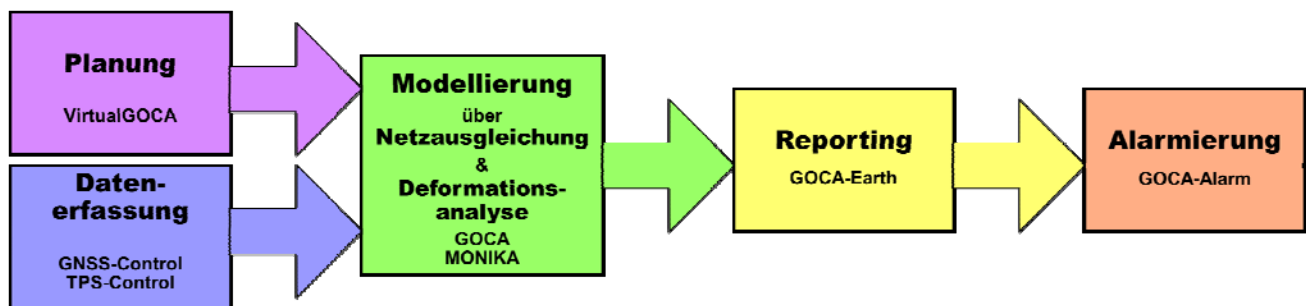


Abbildung 1: allgemeines Ablaufschema einer Geomonitoringkette

GOCA

Das mobile oder fest installierbare Multisensorsystem GOCA verwendet bei frei konfigurierbarem Netzdesign GNSS/GPS, terrestrische Sensoren (LPS) sowie lokale Sensoren (LS) zum Online-Monitoring von Objektdeformationen. GOCA kann so als Frühwarnsystem für Naturgefahren (Erdrutsche, Vulkane) oder im Bereich geotechnischer Anlagen und Gebäude (Bergbau, Staudämme, Tunnel) eingesetzt werden. GOCA ist weltweit über 30 Mal installiert. Das GOCA-System führt mit der GOCA Deformationsanalysesoftware die Sensordatenverarbeitung und Deformationsanalyse in nahtlosen Ausgleichsberechnungen durch. Nach der Initialisierung des Referenzrahmens für die Objektdeformationsanalyse (Stufe 1) folgen die simultanen Ausgleichsstufen 2 und 3, die Georeferenzierung der Objektpunkte bzw. die Deformationsanalyse (Verschiebungsschätzung, Kalmanfilterung) samt Vorhersage und Alarmierung bei kritischen Zuständen. In- und Outputschnittstellen sind offen.

Virtual-GOCA

Interdisziplinär erfolgt die Aufgliederung des Geomonitoring (Environmental Monitoring) in die Komponentenkette Datenerfassung (Sensornetzbetrieb, Datenkommunikation), Modellierung (Berechnung, statistische Bewertung von Zustandsgrößen, Vorhersagen, Erkennung von Prozessänderungen), Reporting (Protokollierung, Web-/Visualisierung) und Reaktion (Umsetzung eines Alarmierungsplans) (s. Abb. 1). Zentrale Zustandsgröße der Modellierungskomponente im geodätischen Geomonitoring ist der aus den Sensordaten abzuleitende dreidimensionale Verschiebungsvektor $\mathbf{u}$ der Objektpunkte in einem einheitlichen Referenzpunkt-Koordinatensystem.

Die durchgehende Automatisierung des Geomonitoring und die Vielfalt geodätischer und geotechnischer Sensoren eröffnen gegenwärtig neue Leistungspotenziale in Modellbildung und Vorhersage. Sie setzen im Kernbereich der Modellierung aber auch neue Anforderungen, wie z.B. die räumliche und zeitliche Skalierbarkeit der Geosensornetzwerke, die Skalierbarkeit bezüglich der Kombination unterschiedlicher geodätischer und geotechnischer Sensortypen („Integrierte Deformationsanalyse“ oder „Systemanalyse“), sowie an die Systemzuverlässigkeit im Online-Monitoring. Die klassische geodätische Netzausgleichung im Gauß-Markov-Modell (GMM) und dessen Erweiterung zur integrierten Zustandsschätzung bzw. Deformationsanalyse können dieses Anforderungsprofil nicht ohne ein Redesign, sowie Neuentwicklungen im Bereich mathematischer Modelle, bedienen.

Die Software Virtual-GOCA soll dazu beitragen, diese Entwicklungen effizient und kostengünstig zu unterstützen. Virtual-GOCA steht am Anfang der Geomonitoringkette und dient zur Simulation von GNSS/TPS/LS Sensorbeobachtungen in einem beliebig frei konfigurierbaren Sensornetzwerk (Abb. 2). Neben Test- und Simulationszwecken für Auswerte- und Alarmierungssoftware, kann Virtual-GOCA daher auch zur Planung und Simulation von Deformationsnetzen bei Kunden und Ausstellungen genutzt werden.

Die Punkte des virtuell zu simulierenden Netzes werden dabei einfach in der frei verfügbaren GoogleEarth®-Software als sogenannte Ortsmarken definiert und als KML-Datei abgespeichert. Diese Datei mit Lagekoordinaten kann von Virtual-GOCA eingelesen werden. Mit dem Geoidmodell EIGEN04 (Abb. 4) und einem zusätzlichen Höhenmodell berechnet Virtual-GOCA automatisch auch die ellipsoidischen Höhen aller Punkte, sowie die Lotabweichungen zur eventuellen späteren Korrektur der Vertikal- und Horizontalwinkel in den Tachymeterstandpunkten (Abb. 3). Die Netzkonfiguration erfolgt ebenfalls direkt in Virtual-GOCA. Als Beobachtungen können neben Strecken-, Richtungs- und Baselinebeobachtungen auch Höhenbeobachtungen, inklusive deren Genauigkeiten, definiert werden.

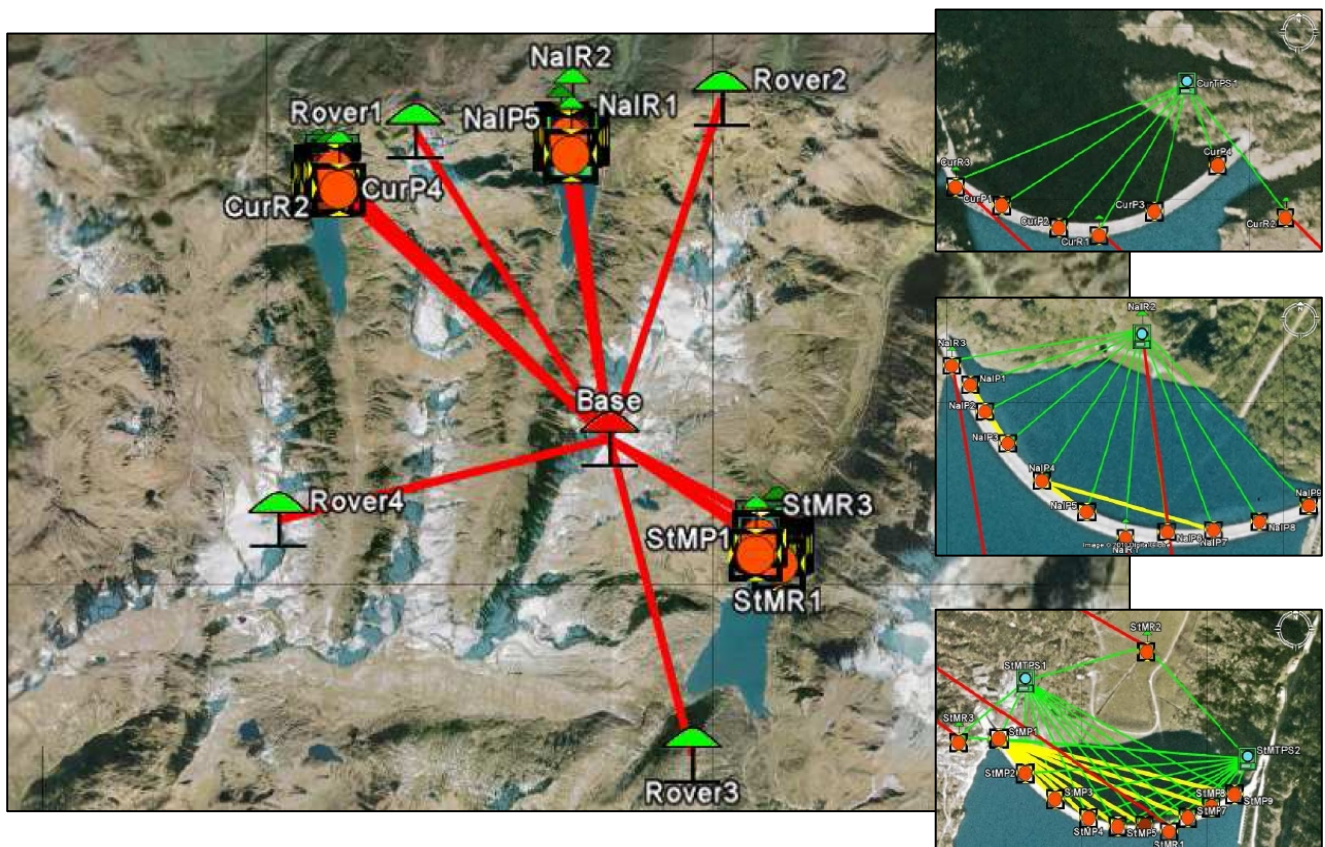


Abbildung 2: Beispiel einer kombinierten GNSS/TPS/LS Netzkonfiguration aus Virtual-GOCA

Ebenfalls berücksichtigt werden lokale Instrumenten-, Prismen- und Antennenhöhen. Zur Überprüfung der Alarmierung können in Virtual-GOCA auch zufällige Messfehler, sowie lineare Punktbewegungen simuliert werden.

Die virtuellen Messdaten werden im offenen GKA-Format als offene ASCII-Datenschnittstelle bereitgestellt und können entweder für einen bestimmten Zeitraum auf einmal erzeugt, oder in Echtzeit simuliert werden. Die so erzeugten GKA-Daten, werden so nahtlos von der GOCA-Deformationsanalyse-Software zur weiteren Modellierung im Geomonitoring Schritt 2 verarbeitet (Abb. 1).

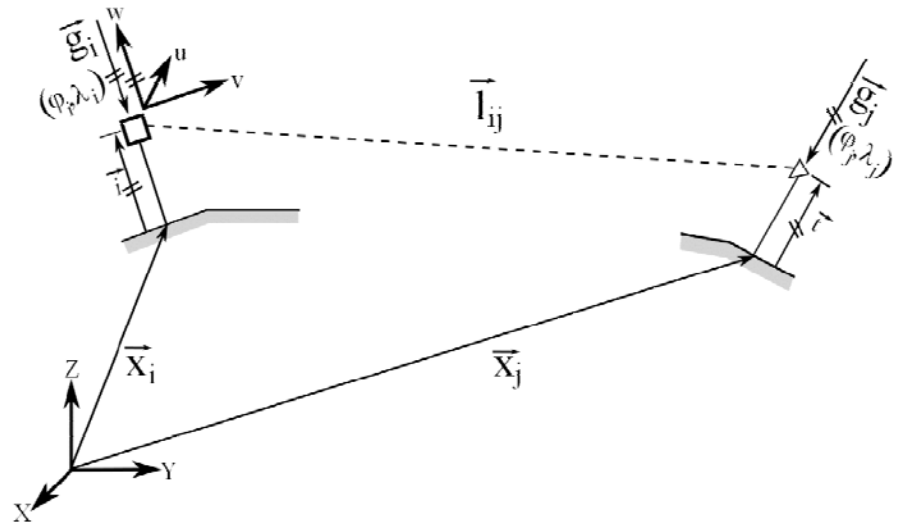


Abbildung 3: Bezug zwischen Globalen-, Standpunkt- und Zielsystem

Virtual-GOCA wurde unter VisualStudio2008 als objektorientierte Anwendung programmiert um auch in Zukunft flexibel für Erweiterungen zu sein.

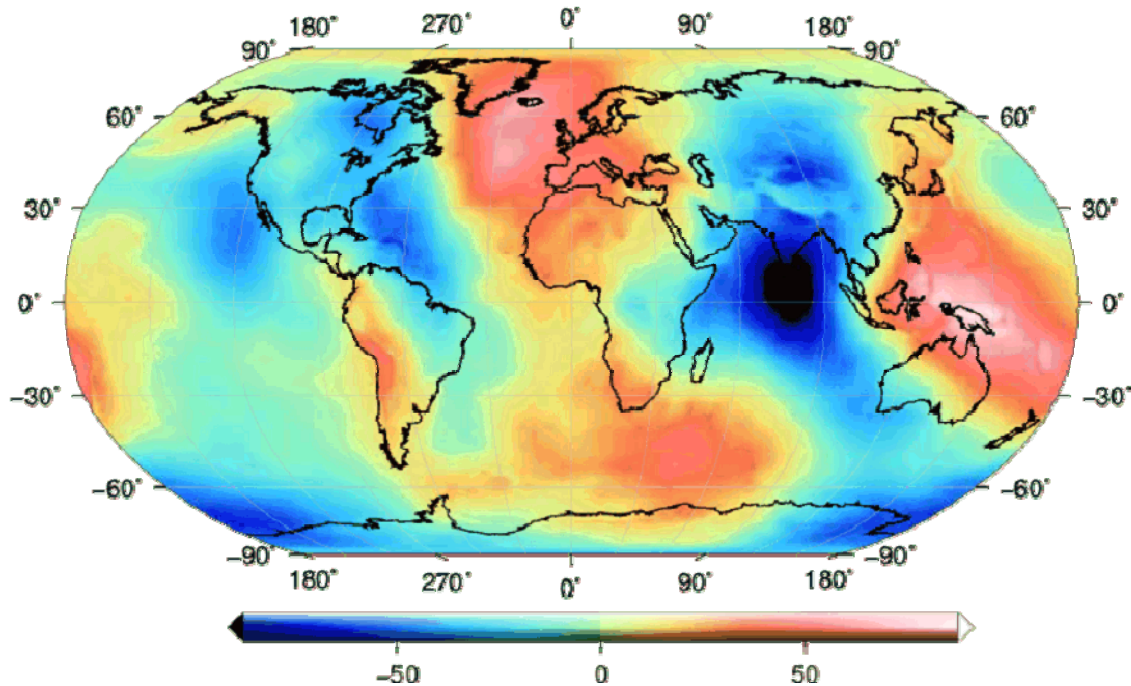


Abbildung 4: Weltweites Geoidmodell (Eigen04)

Kontakt (GOCA und MONIKA Projektleitung)

Adresse: Prof. Dr.-Ing. R. Jäger, Hochschule Karlsruhe - Technik und Wirtschaft
Institut für Angewandte Forschung, Molkestraße 30, 76131 Karlsruhe

www.imm.hs-karlsruhe.de

E-Mail: reiner.jaeger@goca.info

Web: www.goca.info und www.monika.ag

Tel.: ++ 49 / (0) 721 / 925 - 2620 . Fax: ++ 49 / (0) 721 / 925 - 2597

