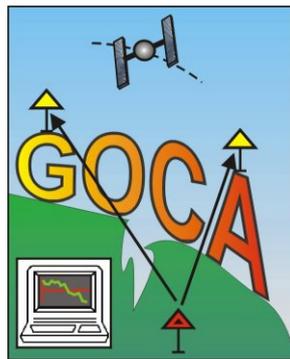


**Hochschule Karlsruhe
Technik und Wirtschaft**

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

GOCA



**GNSS/LPS/LS basiertes online Kontroll- und
Alarmsystem Version 5.0**



www.goca.info



Institut für
Angewandte Forschung



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.

Die Deformationsanalysesoftware GOCA 5.0 erfüllt all diese hohen Ansprüche, was über 40 Installationen weltweit belegen.

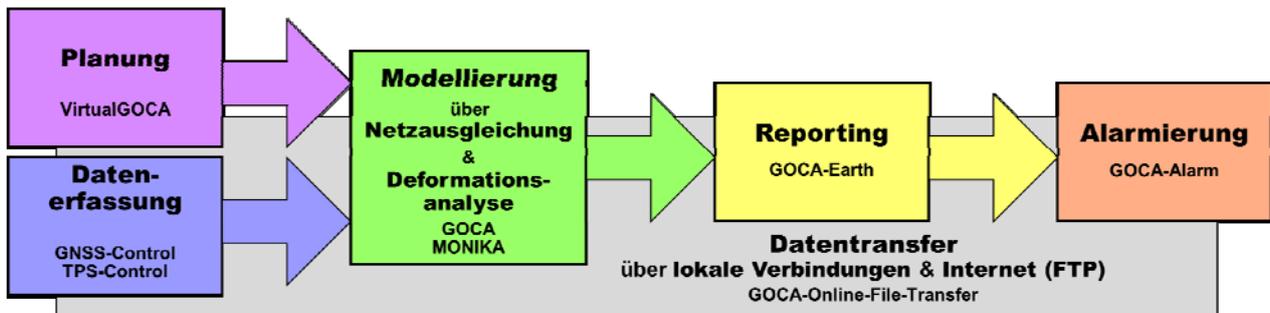


Abbildung 1: Allgemeines Ablaufschema einer Geomonitoringkette

GOCA

Das mobile oder fest installierbare Multisensorsystem GOCA 5.0 kann als Frühwarnsystem für Naturgefahren (Erdrutsche, Vulkane) oder im Bereich geotechnischer Anlagen und Gebäude (Bergbau, Staudämme, Tunnel) eingesetzt werden. Das Geomonitoring erfolgt auf der Grundlage der geodätischen Netzausgleichung unter Verwendung von GNSS (GPS/GLONASS/GALILEO), sowie terrestrischen Sensoren (Totalstationen, Schlauchwaagen, Nivelliergeräte), deren Daten über entsprechende Datenerfassungs- und Kommunikationssoftware (Abb.1) in der offenen Schnittstelle des sog. GKA-Formats an die GOCA-Software herangeführt werden. Das GOCA-System kann sowohl im Onlinemodus als auch im Postprocessing eingesetzt werden. Mit der Realisierung einer auf eine geodätische Netzausgleichung basierenden klassischen Deformationsanalyse bestehen beim GOCA-System, bzw. der Modellbildung in GOCA-Software keinerlei Einschränkungen in Bezug auf das Netzdesign (z.B. können GNSS-Basis-Stationen oder Tachymeterstandpunkte mit/ohne Verknüpfung zum Referenzpunktfeld auch im Objektbereich liegen, Abb. 2).

Als erster Schritt der geodätischen Deformationsanalyse und zugleich als GOCA-Ausgleichungsstufe 1 erfolgt die Initialisierung des Referenzrahmen als klassische freie Netzausgleichung im Lage- und Höhendatum der Referenzpunkte mit entsprechenden klassischen Ausgleichungsprotokollen mit Punktfehlermaßen und statistischen Tests. Auf diesen Referenz- bzw. Stabilpunktrahmen werden im weiteren die Objektpunkte referenziert (Abb. 3). Das Objektpunktmonitoring (GOCA-Ausgleichungsstufe 2, Abb. 3) erfolgt dann als hierarchische Ausgleichung unter Berücksichtigung der Stochastizität der Referenzpunkte aus Stufe 1. Die endgültige Lage- und Höhenreferenzierung der Objektpunkte kann, unabhängig

vom geodätischen Datum der Referenzpunkte, in einem nutzerdefinierten Bauwerksystem erfolgen. Die so georeferenzierten und mit einem Zeitstempel versehenen Objektpunkt-Koordinaten stehen als sog. FIN-Dateien als allgemeine Schnittstelle bereit.

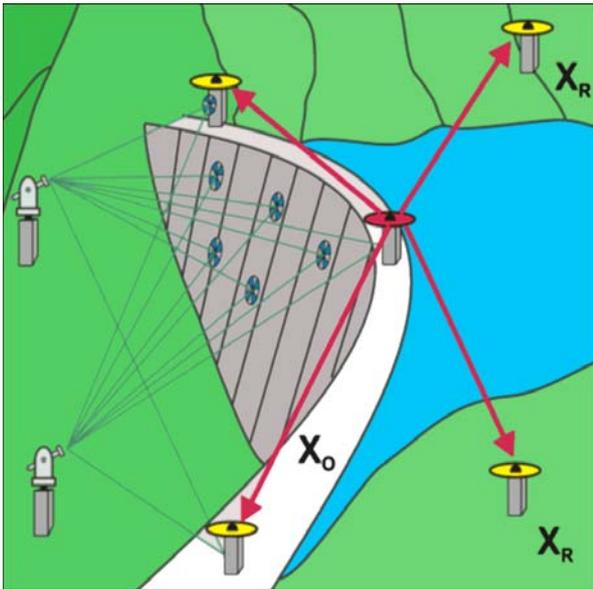


Abbildung 2: Beispiel einer möglichen Netzkonfiguration in GOCA

Simultan zur GOCA-Ausgleichsstufe 2 („Objektpunktmonitoring“) erfolgt die geodätische Deformationsanalyse basierend auf die o.g. FIN-Dateien als GOCA-Ausgleichsstufe 3 (Abb. 3). Als Deformationsanalyseschätzungen sind hier der gleitende Mittelwert, eine klassische geodätische Verschiebungsschätzung sowie eine Kalmanfilterung mit den Zustandsgrößen Verschiebung, Geschwindigkeit und Beschleunigung implementiert. Basierend auf die Kalmanfilterung kann eine Vorhersage von Objektpunktverschiebungen und darauf basierend eine entsprechende Frühwarnung erfolgen. Die Deformationsanalyse - Schätzungen können als Kleinste-Quadrate (L2-Norm) sowie als robuste Ausgleichungen (L1-Norm, Huberschätzer) erfolgen. Die Alarmierung kann jeweils über kritische Deformationszustände und/oder die Signifikanz der o.g. Deformations-

zustandsgrößen erfolgen. Die Einstellungen sind dabei für jeden Punkt individuell. Die Zustandsgrößen, die Varianzen und die statistischen Signifikanztests der o.g. Deformationsanalyse-Schätzungen werden wiederum in offenen Outputschnittstellen (MVE, SHT, KAL, VHS) zur Verfügung gestellt (Abb. 3).

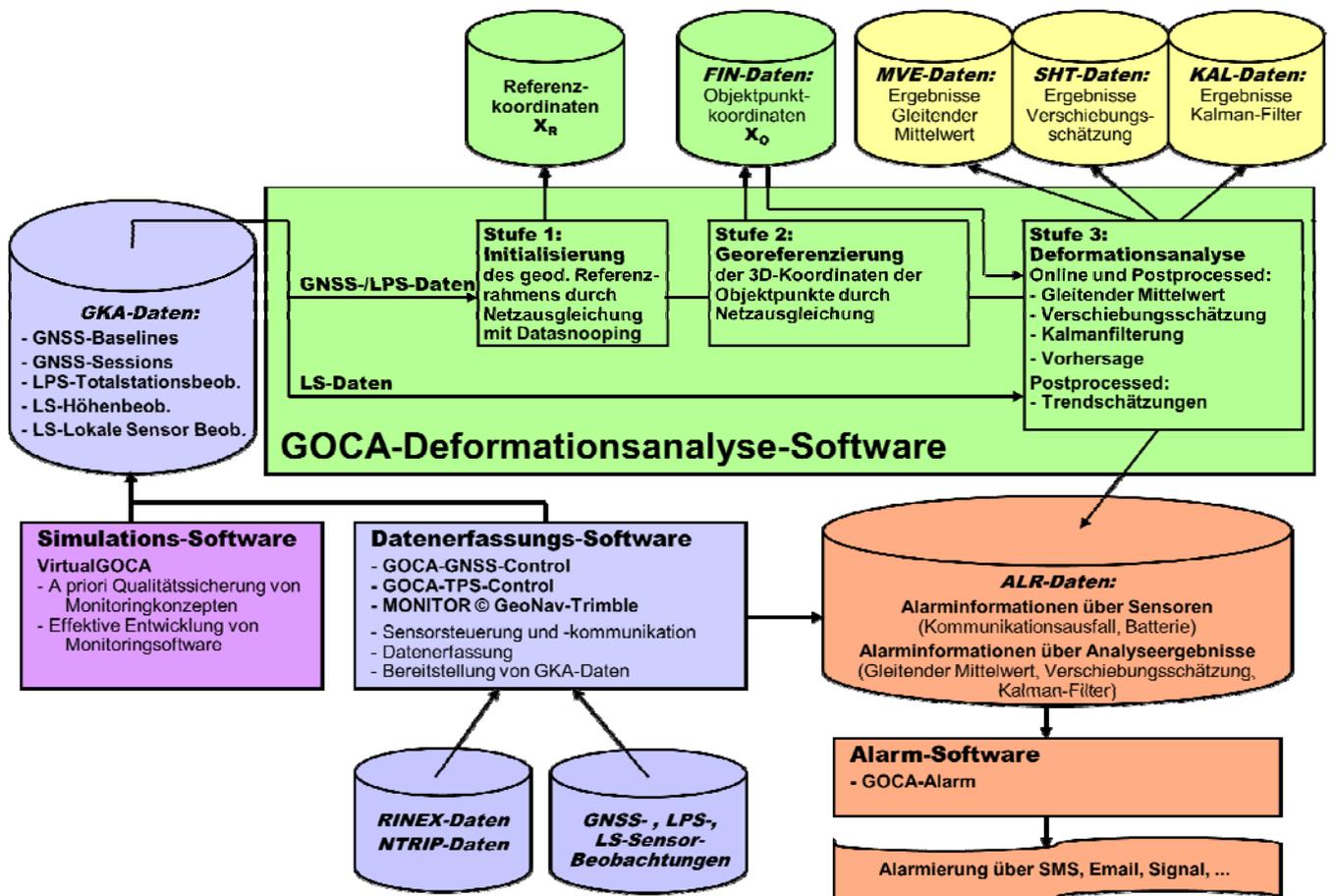


Abbildung 3: Ablauf einer GOCA-Deformationsanalyse

Zur Visualisierung der Deformationsanalyse-Schätzungen stehen in GOCA verschiedene Arten von Zeitreihengrafiken zur Verfügung, welche im laufenden Onlinemonitoringprojekt - automatisch aktualisiert und für jeden Punkt auch grafisch individuell angepasst werden können. Gleiches gilt auch für die Lagedarstellung in der Bauwerksgrafik.

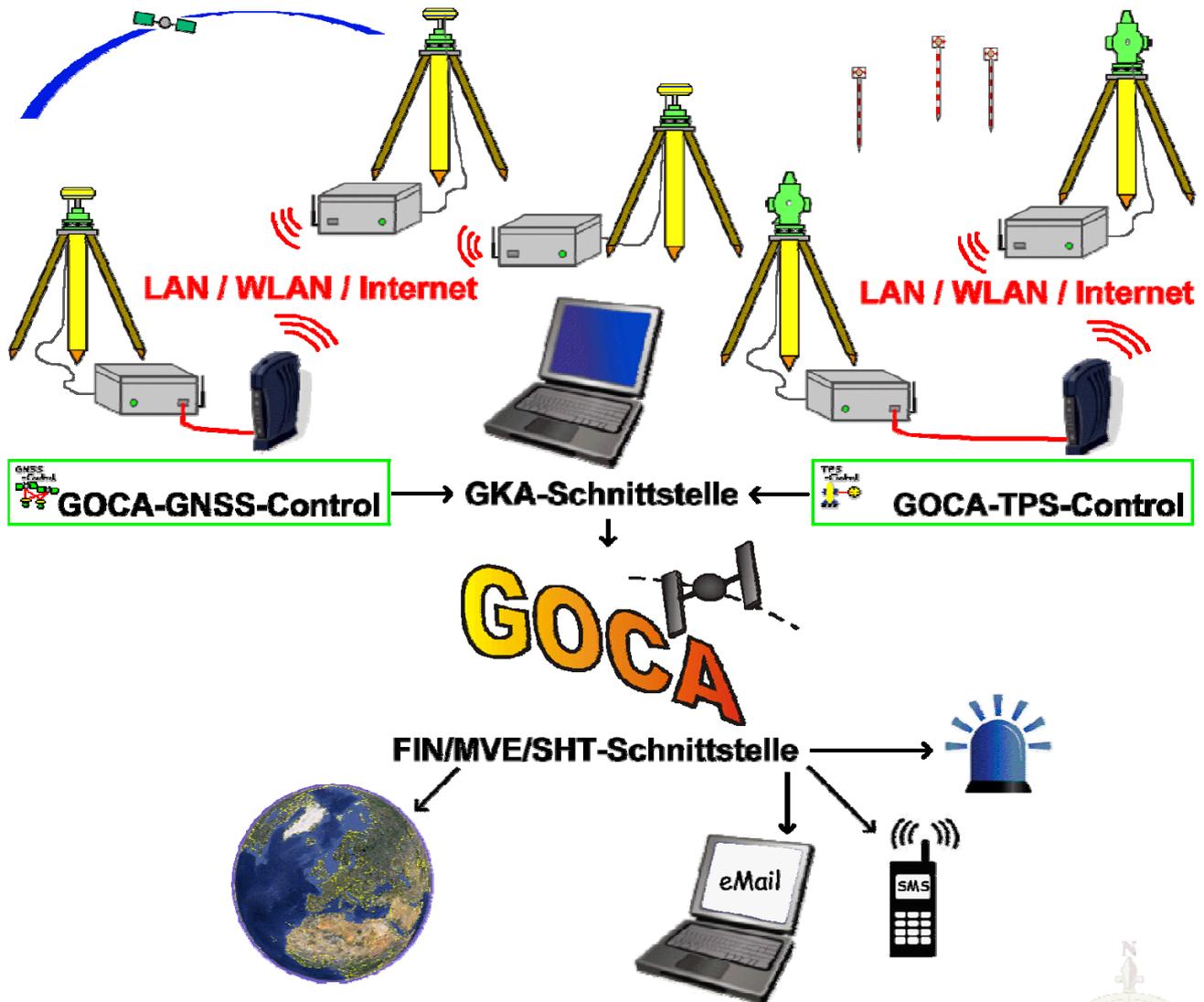


Abbildung 4: Geomonitoringkette mit GOCA

Unterstützte Gerätehersteller:



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

