

# Echtzeit-Ausgleichung von Geomonitoring-Netzen

Für die permanente Überwachung von Infrastrukturanlagen werden immer öfters mehrere Totalstationen gleichzeitig eingesetzt. Gegen die Grundsätze der geodätischen Statistik werden diese Systeme oft als einzelne, voneinander unabhängige Stationen ausgewertet. Auf die Vorteile einer Netzausgleichung wird normalerweise verzichtet. In der vorliegenden Masterthesis ist eine intelligente Schnittstelle zwischen den Messsensoren und Ausgleichungssoftware entwickelt worden. Damit werden die Messdaten analysiert, aufbereitet, zu geodätischen Netzen zusammengeführt und der Ausgleichungssoftware übergeben. Mit einer Resultatanalyse der Ausgleichung können geodätische Geomonitoring-Netze zuverlässig in Echtzeit ausgewertet werden.

## Ausgangslage

Das Geomonitoring wird aufgrund der immer enger werdenden Platzverhältnisse und den dadurch immer komplexer werdenden Bauprojekten zunehmend umfassender. Der Anspruch an Sicherheit und Verfügbarkeit der Infrastrukturanlage ist gestiegen. Dies setzt häufig eine permanente messtechnische Überwachung voraus. Neben den Bestrebungen Fehlalarme zu minimieren, stellt sich zudem die Frage, wie die Auswertung bei solch grossen Projekten mit mehreren Messsensoren sinnvoll umgesetzt werden kann. Die entwickelte Lösung basiert auf der gemeinsame Echtzeit-Ausgleichung der Messdaten in einem geodätischen Netz nach der Methode der kleinsten Quadrate.

## Die "smarte" Schnittstelle

Für die Ausgleichung der Geomonitoring-Daten ist eine "smarte" Schnittstelle umgesetzt worden, in welcher die Messdaten von mehreren Sensoren für eine gemeinsame Ausgleichung aufbereitet werden. Dabei können nicht nur reine Tachymeter-Messdaten ausgeglichen werden. Eine Netzkonfiguration erlaubt das einbinden von Beobachtungen unterschiedlicher Sensoren. Das können beispielsweise Schlauchwasserwaagen oder Neigungssensoren sein.

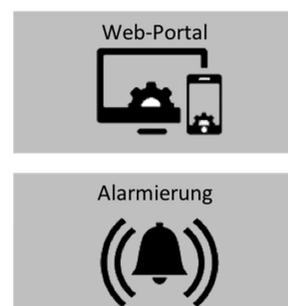
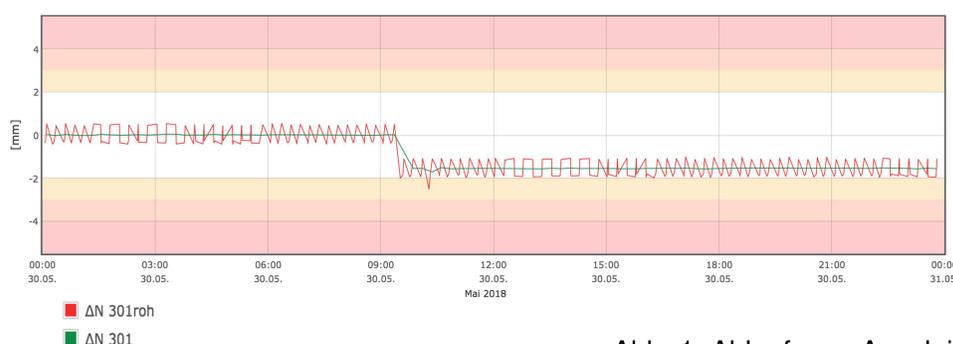
Vor der Ausgleichung werden die Beobachtungen zeitlich und inhaltlich analysiert und aufbereitet. Diese Daten werden in einer freien Ausgleichung mit Teilspurminimierung (Jäger et. al. 2005) auf allfällige Messausreisser überprüft. Ausreisser werden iterativ abgeschwächt oder eliminiert. In einer anschliessenden Kongruenzanalyse auf der Basis der Beobachtungen (Welsch et. al. 2000) wird die aktuelle Messepoche mit der Referenzeпоche gemeinsam ausgeglichen. Diese Kongruenzanalyse bringt die beiden Epochen in ein gemeinsames Datum, und überprüft gleichzeitig, ob die Fixpunkte der aktuellen Epoche und der Referenzeпоche identisch sind. Die Resultate der Kongruenzanalyse werden in der Schnittstelle analysiert, bearbeitet und ausgegeben.

## Resultate

Mit der erarbeiteten Schnittstelle können Messdaten von unterschiedlichen Sensoren in einem geodätischem Netz gemeinsam ausgeglichen werden. Die unterschiedlichen Systeme werden durch die gemeinsame Auswertung in ein einheitliches Bezugssystem gebracht. Aufgrund der Redundanzen im Netz können die statistischen Kenngrössen der Beobachtungen, sowie die ausgeglichenen Koordinaten berechnet und analysiert werden. Demnach können folgerichtige Massnahmen zur Weiterverarbeitung der Daten getroffen werden. Mit hoher Wahrscheinlichkeit können Fehler in den Beobachtungen und Deformationen voneinander unterschieden werden, so dass die Anzahl der Fehlalarme minimiert werden kann.

## Fazit

Die automatische Netz-Ausgleichung von Geomonitoring-Netzen kann qualitätssteigernd in einer Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate ausgewertet werden. Durch eine Ausgleichung wird die Genauigkeit und Zuverlässigkeit, des Monitoring gesteigert.



Visualisierung

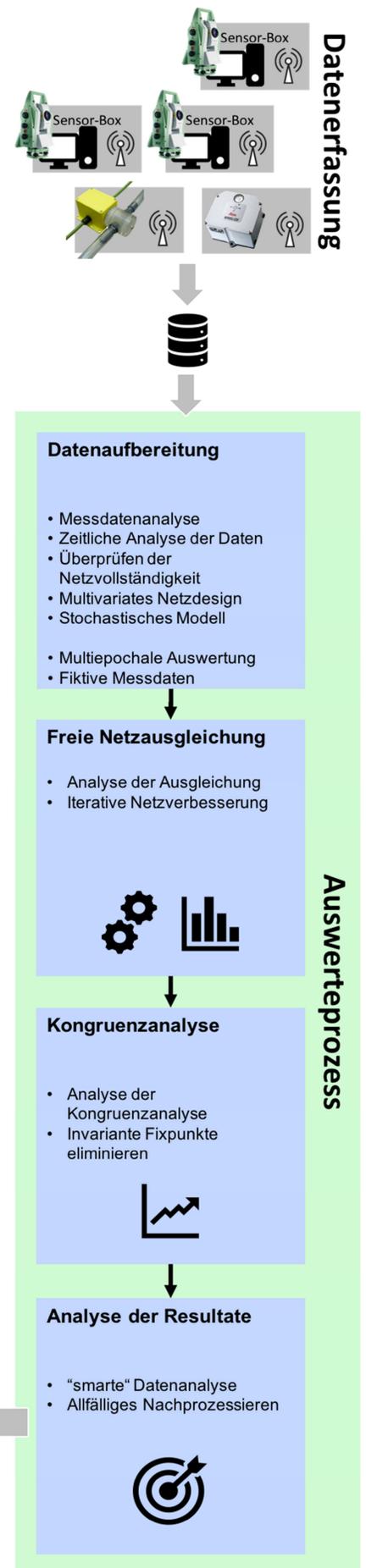


Abb. 1: Ablauf vom Ausgleichungs-Prozess

## Referenzen:

Jäger, Reiner et al. (2005): Klassische und robuste Ausgleichungsverfahren: ein Leitfadens für Ausbildung und Praxis von Geodäten und Geoinformatikern. Heidelberg: Wichmann.  
Welsch, Walter et al. (2000): Auswertung geodätischer Überwachungsmessungen. Heidelberg: Wichmann.

**Autor:** Nico Rohr  
**Examinator:** Prof. Dr. Dante Salvini  
**Experte:** Dr. Andreas Schlatter

© FHNW Institut Geomatik  
Master Research Unit Geoinformationstechnologie