

**Zeitschrift:** Geomatik Schweiz : Geoinformation und Landmanagement =  
Géomatique Suisse : géoinformation et gestion du territoire =  
Geomatica Svizzera : geoinformazione e gestione del territorio

**Herausgeber:** geosuisse : Schweizerischer Verband für Geomatik und  
Landmanagement

**Band:** 111 (2013)

**Heft:** 5

**Artikel:** GeoMoS Adjustment : die Bedeutung der automatischen  
Netzausgleichung und Deformationsanalyse im Geo-Monitoring

**Autor:** Rutschmann, Michael

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-323405>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 13.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# GeoMoS Adjustment – Die Bedeutung der auto- matischen Netzausgleichung und Deformationsanalyse im Geo-Monitoring



Michael Rutschmann

Diplom HTL 1988 – heute: Senior Produkt Manager für die Leica Monitoring Lösung bei Leica Geosystems AG, Heerbrugg

Leica GeoMoS Adjustment ist ein Zusatzmodul der Leica GeoMoS Monitoring-Software, das speziell für die Netzausgleichung und die automatische Deformationsanalyse entwickelt wurde, um Beobachtungen aus geodätischen Monitoring Systemen zu verarbeiten und auszuwerten. GeoMoS Adjustment wurde vor zehn Jahren in Zusammenarbeit mit der Firma Technet-Rail 2010 GmbH für Leica Geosystems AG realisiert und vor einigen Jahren in den Markt eingeführt. Unser Kunde Costain Skanska JV wurde mit einem komplexen Monitoring-Projekt «Crossrail Contract C405» in London beauftragt. Dieses Projekt zeigt beispielhaft, dass die automatische Deformationsanalyse als Teil einer gesamten Monitoring-Lösung in grossen geodätischen Monitoring-Netzwerken zunehmend an Bedeutung gewinnt.

## Projektanforderungen

Mit dem «Crossrail»-Projekt entsteht eine neue 21 km lange unterirdische West-Ost-Eisenbahnverbindung, die 1.5 Millionen mehr Menschen noch schneller in das Zentrum und die Geschäftsviertel der britischen Hauptstadt transportieren wird.

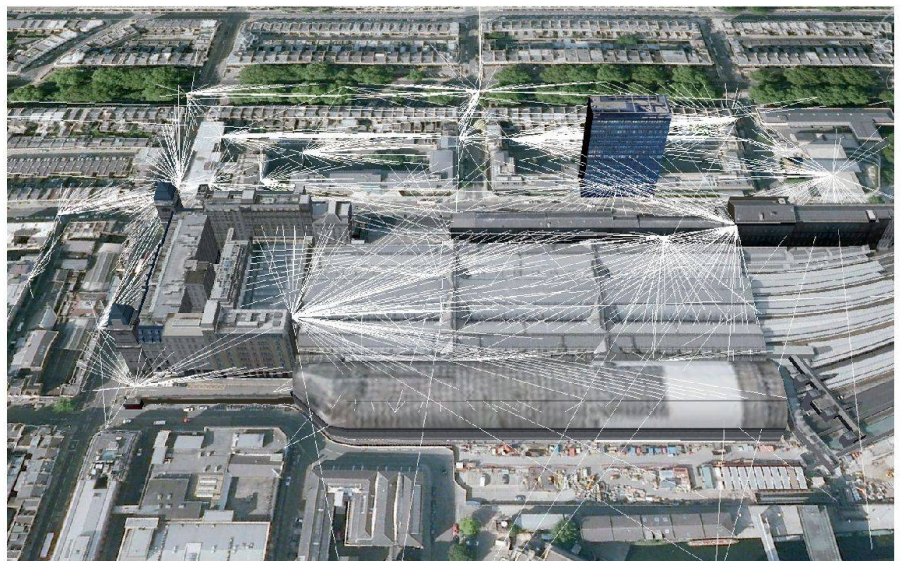
Das nachfolgend beschriebene Geo-Monitoring-System mit integrierter automatischer Deformationsanalyse dient der grossflächigen Deformations-Überwachung im Umfeld der historischen Paddington Station. Umfangreiche Bauarbeiten lassen ein imposantes Bauwerk entstehen und bei Projekten dieser Dimension gelten in punkto Sicherheit höchste Standards. Gebäudeschäden jeglicher Art an der Oberfläche müssen verhindert werden. Das Geo-Monitoring kann kleinste Deformationen erkennen

und bei Toleranzüberschreitungen werden die Entscheidungsträger der Bauunternehmungen automatisch informiert. Bei Bedarf können rechtzeitig geeignete Massnahmen getroffen werden.

Die automatische Deformationsanalyse ist dabei mehr als ein Vergleich von reinen Punktkoordinaten über den Zeitraum der Bauarbeiten. Die Genauigkeitsmasse der ausgeglichenen Punktkoordinaten werden bei der Berechnung berücksichtigt. Aus dem Vergleich der Messepochen wird die Signifikanz der Bewegungen im Stundenintervall automatisch ermittelt.

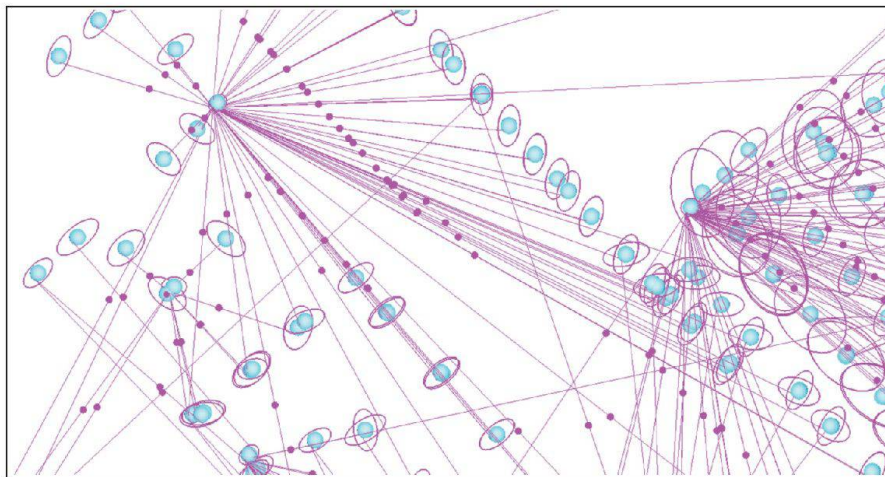
## Aufbau der Geo-Monitoring-Systeme

Im Überwachungsgebiet werden geodätische Instrumente wie Totalstationen, GNSS-Empfänger und auch geotechnische Sensoren installiert. Die Auswahl des geeigneten und robusten Instrumentariums ist entscheidend. Die Anforderungen an die Qualität und Verfügbarkeit der Messdaten sind eine wesentliche Voraussetzung für den Erfolg der kontinuierlichen Überwachung. Die gesamte Sensorik wird über ein modernes Kommunikations-Netzwerk mit dem Datenzentrum in Manchester verbunden. Alle eingesetzten Mess-Sensoren liefern Messdaten im Millimeter-Bereich. Für die Distanzmes-



Beobachtungspunkte der Totalstationen, Paddington Station.





Kleines Kunstwerk – Teil der unzähligen Fehlerellipsen.

sungen werden mit Meteo-Sensoren Luftdruck, Luftfeuchte und Temperatur erfasst, die mit in die hochgenaue Distanzberechnung einfließen. Die Erfassung der Daten erfolgt automatisiert in vorgegebenen Messzyklen. Die Daten werden zentral auf einem Server verwaltet.

Bei der Planung der optimalen Netzwerkgeometrie mit GeoMoS Adjustment hilft zusätzlich die Netzwerk-Simulation. Dabei wird das Design a priori auf Genauigkeit und Zuverlässigkeit geprüft. Bei schwierigen lokalen Sichtverhältnissen kann die Integration von GNSS-Sensoren die Geometrie für die Netzausgleichung verbessern.

Das geodätische Monitoring-Netzwerk «Paddington Station» umfasst 30 Leica TM30 Monitoring-Sensoren, die bis zu 1500 Prismen kontinuierlich beobachten. Eine Herausforderung ist die dynamische Angleichung der Netzwerkgeometrie an den Fortschritt der baulichen Aktivitäten oder wenn wichtige Messverbindungen durch neue Objekte blockiert werden. All diesen Anforderungen muss die Software Leica GeoMoS Adjustment gerecht werden.

## Automatische Deformationsanalyse mit Leica GeoMoS Adjustment

Der nachfolgend beschriebene Programmablauf erfolgt automatisch, wobei die Interpretation der Resultate nach wie vor nicht ohne vertieftes Fachwissen auskommt:

Die Beobachtungen des letzten Messzyklus werden stündlich aus der Datenbank ausgelesen. Bei einem Netzwerk dieser Dimension fallen pro Stunde mehr als 3000 geodätische Beobachtungen für eine Messepoche an. Nach der Methode der grössten normierten Verbesserungen werden Messausreisser aufgedeckt und grobe Fehler automatisch eliminiert. Dank der vollautomatisierten Datenerfassung werden pro Messepoche kaum mehr als eine Handvoll Ausreisser gefunden. Die so reduzierten Beobachtungen werden mit den korrekten Gewichten für die nachfolgende Netzausgleichung bereitgestellt. Der Ansatz der freien Ausgleichung ist hier entscheidend, da die hohe Genauigkeit der Beobachtungen das Netzwerk definiert. Unstimmigkeiten in

den Passpunkten haben somit keinen Einfluss auf die Berechnung. Zur Berechnung der Deformationen werden zwei ausgeglichene Messepochen verwendet. Beim Epochenvergleich bildet die Null-Epoche (Nullmessung) immer den Bezug. Zum Abschluss erfolgt die Deformationsanalyse als zweistufiges Verfahren. In der ersten Stufe werden nur die Referenzpunkte auf Bewegungen geprüft. Sollten Bewegungen festgestellt werden, werden sie für weitere Berechnungen nicht berücksichtigt. Danach wird das Datum auf den restlich verbliebenen Referenzpunkten mittels S-Transformation angepasst und in einer zweiten Stufe die Verschiebungsgrössen (Bewegungen) der Objektpunkte einschliesslich ihrer Signifikanz ausgegeben. Dieses Verfahren wird bei jeder Folgemessung pro Epoche wiederholt.

## Schlussfolgerung

Dieses Projekt zeigt, dass mittels der automatischen Deformationsanalyse signifikante Bewegungen im Millimeter-Bereich erkannt werden. Im modernen Geo-Monitoring spielt die automatische Deformationsanalyse ein wichtiger Bestandteil, denn sie hilft, Entscheidungen basierend auf geprüften Daten und zuverlässigen Ergebnissen zu treffen.

Michael Rutschmann  
Product Manager Structural  
Geomatics Division Leica Geosystems AG  
CH-9435 Heerbrugg  
Telefon 071 727 46 62  
Telefax 071 726 66 62  
michael.rutschmann@leica-geosystems.com