

# Optimierung von hybriden geodätischen Ueberwachungsnetzen von Bauwerken am Beispiel von Staumauern

**Doctoral Thesis**

**Author(s):**

Shi, Wenmin

**Publication date:**

1993

**Permanent link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-001304722>

**Rights / license:**

In Copyright - Non-Commercial Use Permitted

**Originally published in:**

Mitteilungen / Institut für Geodäsie und Photogrammetrie an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich 52 ORIG.DISS

18. Nov. 1993

Diss. ETH Nr. 10232

**Optimierung von hybriden geodätischen  
Ueberwachungsnetzen von Bauwerken  
am Beispiel von Staumauern**

Wenmin Shi

Zürich, 1993

# **Optimierung von hybriden geodätischen Ueberwachungsnetzen von Bauwerken am Beispiel von Staumauern**

Wenmin Shi

Institut für Geodäsie und Photogrammetrie

ETH - Hönggerberg, CH - 8093 Zürich

## **Kurzfassung:**

Geometrische Bauwerküberwachung ist eine der wichtigen Aufgabe der Ingenieurvermessung. Durch Messungen werden die Punkte des Objektraumes und die Punkte des Bezugsraumes je unter sich und miteinander verknüpft. Derart werden die Aenderungen (Deformationen) im Lauf der Zeit bestimmt. Deformationsmessungen sind zeitlich auf unbeschränkte Dauer von Interesse und Bedeutung. Sie erfordern meistens hohe Genauigkeit und sind sehr aufwendig.

Geodätische Optimierungen werden nach verschiedenen Kriterien unterschieden. Bisher wurde über Optimierungen Null-ter Ordnung bis 2. Ordnung viel geforscht. Die vorliegende Arbeit konzentriert sich auf die Optimierung 3. Ordnung, nämlich auf die Optimierung von Konfiguration und Beobachtungsplan bezüglich der Kriterien Aufwand versus Genauigkeit, Homogenität, Isotropie. Alle Beobachtungsnetze weisen reichliche Redundanz und gute geometrisch-messtechnische Konfiguration auf und die Deformationsmessungen werden periodisch wiederholt. Die numerische a priori Zuverlässigkeit ist immer gewährleistet und grobe Fehler können aufgedeckt werden. Deshalb wurde in dieser Arbeit das Kriterium Zuverlässigkeit nicht berücksichtigt.

Normalerweise werden geodätische Ueberwachungsmessungen mit vielgestaltigen Netzen gelöst. Zwischen geometrischer Konfiguration, Beobachtungsplan, Aufwand und Genauigkeit bestehen deshalb komplexe Beziehungen. Bei der Modellierung und Optimierung sind die bekannten Methoden wie lineare und quadratische Programmierung schwer anwendbar. Deshalb wurde in dieser Arbeit heuristisch vorgegangen.

Bei Ueberwachungsmessungen sind Beobachtungen und Auswertungen hoher Präzision erforderlich. Die gemeinsame Auswertung aller möglichen Messdaten ist notwendig. Dabei ist die Lotkonvergenz nicht vernachlässigbar. In dieser Arbeit wird die integrierte Auswertung von hybriden Beobachtungen unter Erfüllung der soeben genannten Erfordernisse versucht.

Die Lösung der Aufgabe dieser Arbeit gliedert sich in die folgenden Teilbereiche:

- a) Vorschlag von zwei Koordinatensystemen, in denen die Figur der Objekte (räumliche Form und Grösse) naturgetreu, ohne jegliche Verzerrungen, dargestellt werden können. Davon ist das eine einfacher, ausschliesslich für die Optimierung und das erweiterte System für die Anwendungen bestimmt.
- b) Formulierung des funktionalen Modells für die gemeinsame Ausgleichung hybrider Beobachtungen, nämlich von klassischen geodätischen Beobachtungen, neuartigen geodätischen Beobachtungen und sog. relativen physikalisch-geometrischen Messungen.
- c) Schaffung eines modularen, effizienten Programmsystems, mit dem Optimierungsrechnungen sehr grosser Konfigurationen in kürzester Zeit bearbeitet werden können. Sowohl die Konfiguration als auch das stochastische Modell, einschliesslich von beliebigen stochastischen Vorinformationen sind dabei beliebig veränderbar.
- d) Umfangreiche Optimierungsberechnungen für die Kriterien Konfiguration, Beobachtungsplan, Messungspräzision und damit Genauigkeit versus Arbeitsaufwand. Daraus ergeben sich heuristisch die komplexen Optimierungszusammenhänge.
- e) Konkrete Empfehlungen für die Anlage optimaler hybrider Ueberwachungsnetze.

# **Optimization of Hybrid Geodetic Monitoring Networks for Civil Constructions on the Example of Dams**

Wenmin Shi

Institute of Geodesy and Photogrammetry, Swiss Federal Institute of Technology  
ETH - Hoenggerberg, CH - 8093 Zurich

## **Abstract:**

Geometrical monitoring of civil constructions is one of the important tasks of engineering surveying. By measurement the points of the object space and the points of the reference space are connected with each other. Their displacement (deformation) will be determined. Deformation monitoring surveying has unlimited duration. It demands generally high accuracy and are very expensive.

Geodetic optimizations distinguish themselves according to different criterions. Up to now the optimization from zero to second order have been studied. The presented dissertation concentrates on the third order optimization, i.e. on the optimization of the network configuration and plan of observations according to the criterion of cost versus accuracy, homogeneity and isotropy. Because all observation networks have a rich redundance and a good geometric and observational configuration, gross errors can be discovered and the numerical reliability a priori can be ensured. Therefore the reliability will not be discussed in this study.

Usually geodetic monitoring measurement consist of different networks. There exist very complex relations between geometric configuration, plan of observations, cost and accuracy. It is difficult to use the well-known optimization methods like linear and quadratic programming in the modelling and optimization. Therefore the heuristic method has been used in this paper.

In tmonitoring surveying the observation and data processing need high precision. Simultaneous adjustment of all data involved is necessary. The angle of the plummet convergence is not negligible. In this thesis the integrated adjustment of hybrid observations by fulfilling the above mentioned requirements has been carried out.

The subjects of this research are the following:

a) Suggestion of two coordinate systems, in which the figure of the objects (spatial form and size) will be represented without any distortion. The simplified system is suggested for optimization and the extended system for applications in practice.

b) Establishing of a functional model for the general adjustment of hybrid observations, i.e. the classic geodetic observations, a new kind of geodetic observations and the so-called physical-geometrical measurements.

c) Creation of a modular and effective programm system. Using this system it is possible to handle a large configuration in a very short time for the optimization. Also the change of the stochastic model is easy.

d) Extensive computation of many different optimization examples under the criterion of precision versus working cost. The results of the optimizations will be heuristically derived from these examples.

e) Concrete suggestions for the optimal construction of hybrid monitoring networks.