



BAUTECHNISCHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT SALZBURG

A-5020 Salzburg, Alpenstraße 157 - Tel (+43)0 662/ 621758*0, Fax (+43)0 662/ 621758*199 - e-mail: info@bvfs.at, Internet: www.bvfs.at

Liebe Leser!

Die bvfs ist seit über 30 Jahren mit der Erforschung von Baugrund- und Bauwerksverformungen tätig und setzt dafür mobile Neigungsmessungen (Inklinometermessungen) ein. Über unsere Erfahrungen auf diesem Gebiet und die Entwicklung eines eigenen Messrohrsystems wollen wir in dieser Ausgabe berichten.

ERFORSCHUNG VON BAUGRUND- UND BAUWERKS-VERFORMUNGEN DURCH INKLINOMETERMESSUNGEN



Neigungs- oder Inclinometermessungen werden zur Erforschung der Ursachen, des Umfanges oder der zeitlichen Entwicklung von Baugrund- oder Bauwerksverformungen durchgeführt. Derartige Verformungen können z.B. bei Hangrutschungen oder Baugrubenumschließungen auftreten. Bei einer Neigungsmessung wird die Neigung einer Messsonde in einem im Regelfall vertikal eingebauten Führungsrohr, welches den Untergrundformationen folgt, festgestellt.



Bild 1: Neigungsmesseinrichtung; Messsonde, Führungsrohr (Teilstück), Messleitung, und Anzeigegerät.

Die Neigungsmesseinrichtung besteht aus einer Messsonde (dem Inclinometer), der Messleitung sowie einem Anzeigegerät (s.a. Bild 1). Für die Durchführung der Messung wird die Messsonde in das Führungsrohr (Messrohr) eingeführt und in diesem in 1 m - Tiefenstufen abgesenkt.

In jeder Tiefenstufe wird der Sinus des Abweichungswinkels aus dem Lot ermittelt und somit über die gesamte Tiefe des Messrohres lückenlos erfasst.

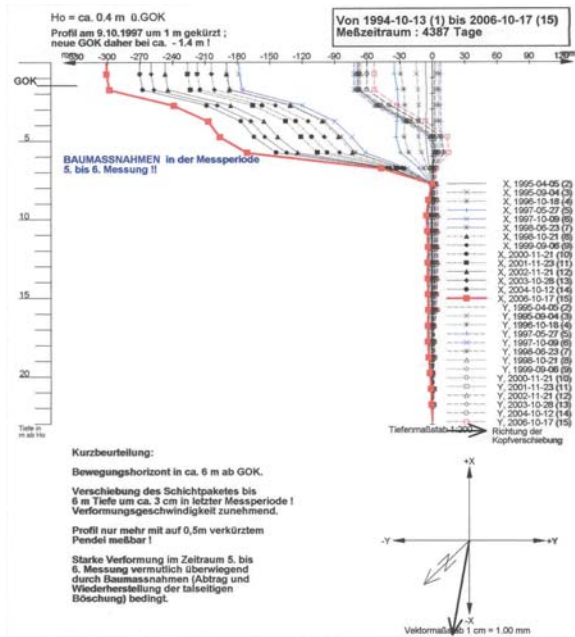


Bild 2: Beispiel: Ergebnisse von zu verschiedenen Messzeitpunkten durchgeführten Neigungsmessungen.

Die Messung erfolgt in zwei 90° zueinander versetzten Richtungen, wobei zur Erhöhung der Messgenauigkeit je Richtung jede Messung mit der um 180° gedrehten Messsonde wiederholt wird. Durch diese Vorgangsweise und die Verwendung einer Messeinrichtung nach dem letzten Stand der Technik kann eine Genauigkeit von ± 0,1mm/m Abweichung vom Lot erzielt werden.

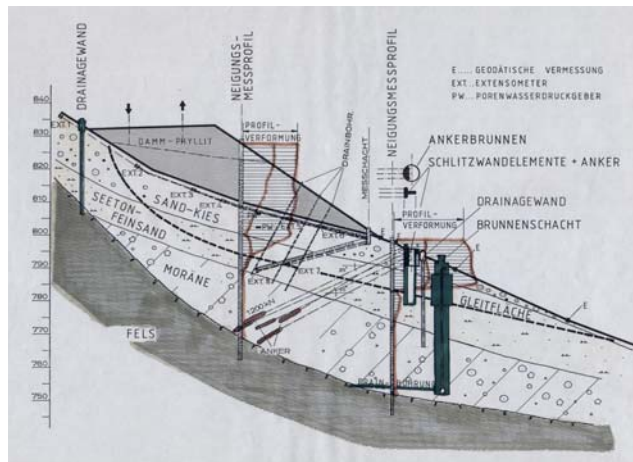


Bild 3: Beispiel eines Rutschanges welcher u.a. mit zwei Inclinometer-Messprofilen instrumentiert wurde



BAUTECHNISCHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT SALZBURG

A-5020 Salzburg, Alpenstraße 157 - Tel (+43)0 662/ 621758*0, Fax (+43)0 662/ 621758*199 - e-mail: info@bvfs.at, Internet: www.bvfs.at

Aus den Messwerten werden die Winkel und daraus wird die horizontale Abweichung vom Lot je Tiefenstufe errechnet. Aus den beiden Messrichtungen und der Nordabweichung der Messnuten, die im Gelände z.B. mit einem Kompass ermittelt wird, können Betrag und Richtung der Untergrundverformung in jeder Tiefe des Führungsrohres abgeleitet werden. Durch Summation der Abweichungen aus dem Lot je Tiefenstufe erhält man die „Biegelinie“ des Messrohres (den Verformungszustand) zu einem bestimmten Messzeitpunkt (s.a. Bild 2).

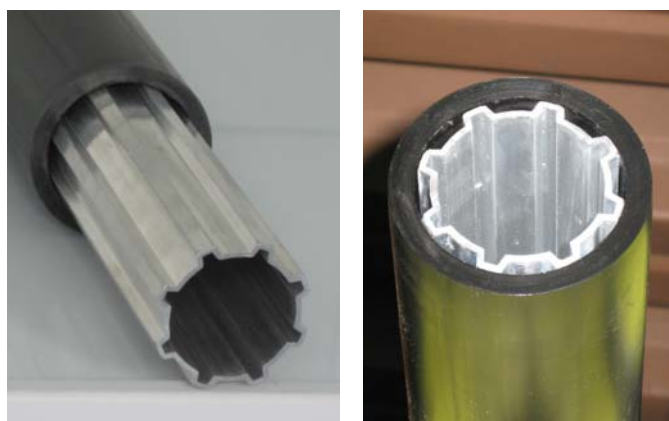


Bild 4: Zweischaliges und acht-nutiges Neigungsmessrohr (Führungsrohr) System bvfs

Angepasst an die jeweilige Fragestellung werden in definierten Zeitabständen Folgemessungen durchgeführt. Aus der Differenz der Messwerte zwischen zwei Messungen können die aufgetretenen Verformungen für jede Messperiode errechnet werden. Aufgrund der ermittelten durchschnittlichen Verformungsgeschwindigkeiten für jede Messperiode wird dann z.B. eine Abnahme der Verformung als Folge wirksamer Sanierungsmaßnahmen oder eine Zunahme der Verformung als wichtiges Warnzeichen z.B. für eine bevorstehende Rutschung erkannt. Häufig wird die Neigungsmessung eingesetzt, um Rutschhänge oder rutschgefährdete Hänge zu beobachten (s.a. Bild 3) und zuverlässig und frühzeitig Hangbewegungen zu erkennen. Dies ist wichtig, um rechtzeitig Gegenmaßnahmen einleiten zu können. Die Ausführung und Präzision der Messrohre hat einen wesentlichen Einfluss auf die Genauigkeit der Messungen. Seit Einführung der Neigungsmessungen vor über 30 Jahren kamen unterschiedliche Systeme zum Einsatz, die zufolge einer laufenden Fortentwicklung technisch immer weiter verbessert wurden. Auf dem Markt werden und wurden unterschiedliche Systeme angeboten.

Aufgrund der Erfahrungen der bvfs mit div. Systemen, wurde bald der Schritt zu einer Eigenentwicklung getan. Erste Ausführungen bestanden aus Stahlformrohren mit quadratischem Querschnitt. Für längere Beobachtungszeiträume war allerdings die Korrosionsbeständigkeit nicht ausreichend. Andere Systeme verwendeten Alurohre mit vier längs laufenden Nuten zur Führung der Sonde. Auch hier ergab sich das Problem der teilweise massiven Korrosion und einer nicht ausreichend präzisen Führung der Sonde. Kunststoffrohre zeigten Mängel in der Sondenführung und der Verdrehsteifigkeit. Daher entschloss sich die bvfs vor über 20 Jahren zur Entwicklung eines eigenen Systems.



Bild 5: Einbau eines Neigungsmessrohres System bvfs in ein Bohrloch

Das System-bvfs ist zweischalig mit acht (!) Messnuten. Es besteht aus dem Messrohr aus einer Alulegierung mit acht längs laufenden präzisen Messnuten in Stücken zu 6m. Der komplette Messstrang wird mit PE-Rohren überzogen und am Fuß und den Rohrstößen wasserdicht verschweißt. Die Verbindung der Messrohre erfolgt mit Niroflaschen und Blindnieten. Die Vorteile dieser Konstruktion sind eine sehr genaue Führung der Sonde in den Messnuten, die hohe Steifigkeit (kaum Messfehler durch „Verdrillung“ des Messrohres infolge Untergrundverformung), Korrosionsbeständigkeit und Wasserdichtheit sowie die optimale Ausrichtemöglichkeit durch die acht-nutige Ausführung (z.B. parallel zur erwarteten Hauptbewegungsrichtung eine Rutschhanges).

Wolfram Paulus
www.bvfs.at