

HYDROSTATIC LEVELLING SYSTEM HYDROSTATISCHES MESSSYSTEM

*RELIABLE LONG-TERM GEODETICAL MONITORING
WITH HLS LEVELSENSORS*

*ZUVERLÄSSIGE GEODÄTISCHE LANGZEIT-ÜBERWACHUNG
MIT HLS LEVELSENSOREN*



Edi Meier + Partner AG
Technopark Winterthur
Jägerstrasse 2
CH - 8406 WINTERTHUR
SWITZERLAND

Ingenieurbüro für Geotechnische
und Geophysikalische Messtechnik
Fernübertragungssysteme
Tel ++41 (52) 222 82 72
Fax ++41 (52) 222 01 83
info@emp-winterthur.ch
www.emp-winterthur.ch



HLS EMP-SLS LEVELSENSOR HLS EMP-PWR LEVELSENSOR

HYDROSTATIC LEVELLING

Application of Liquid Level Systems

Hydrostatic measuring systems (HLS) are used for static or dynamic measurements in large areas. The advantages of hydrostatic measuring systems for level determination are their high accuracy and resolution compared to other modern geodetical instruments such as digital levellers or tachymeters. Due to their robust and simple construction, hydrostatic measuring systems are suitable for all-season, remote controlled monitoring, safe from any kind of vandalism.

Hydrostatic systems have proven to be reliable for the monitoring of:

- subsidence or settlement
- tilt of large machines
- large scale facilities such as linear and ring accelerators
- concrete dams
- wall cracks in connection with tunnelling in urban areas
- landslides and rockfalls

Measuring principles

The fundamental principle of every hydrostatic levelling is based on the fact that the water surface always aligns at the same level. In connected measuring vessels the principle of the "communicating tubes" applies. This means that in each of the measuring vessels the water level is at the same height. There are two different kinds of hydrostatic measuring systems which are based on this principle:

- Single tube layout half-filled pipes, in which a continuous liquid surface is formed. For high precision measurements, only single tube layouts should be used (fig. 1).
- Double tube layout: Conventional communicating water-level with one pipe filled with water and with an additional air vent line, which compensates for the effects of the ambient air pressure (fig. 2).

The double tube layout should be used under constant temperature conditions only.

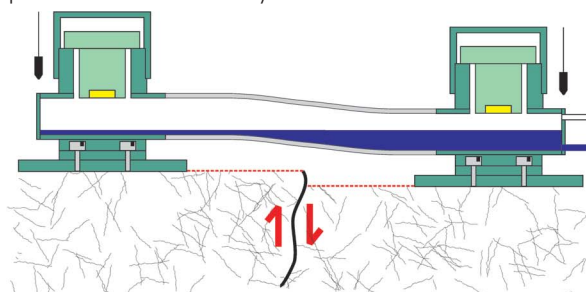


Fig. 1

HYDROSTATISCHE MESSTECHNIK

Anwendung Hydrostatischer Messsysteme

Hydrostatische Messsysteme (HLS) werden in der grossräumigen Beobachtung für statische oder dynamische Messungen eingesetzt. Die Vorteile von hydrostatischen Messsystemen liegen vor allem in einer höheren Genauigkeit und Auflösung gegenüber anderen modernen geodätischen Instrumenten wie Digitalnivellierern und Tachymetern. Ausserdem bieten sich hydrostatische Messsysteme aufgrund ihres robusten und einfachen Aufbaus zur ganzjährigen und vandalensicheren Fernüberwachung an.

Hydrostatische Systeme haben sich bewährt für die Überwachung von:

- Setzungen
- Neigungen im Gross-Maschinenbau
- grossen Forschungsanlagen wie Linear- und Ringbeschleuniger
- Staumauern
- Rissbildungen im Zusammenhang mit Untertunnelungen in städtischen Agglomerationen
- Hangrutschungen und Felsstürzen

Messprinzipien

Das grundlegende Prinzip jedes hydrostatischen Nivellements besteht darin, dass die frei bewegliche Wasseroberfläche unter dem Einfluss der Gravitation immer eine absolut zuverlässige Referenzfläche ist. Bei miteinander verbundenen Messgefässen gilt das „Prinzip der kommunizierenden Gefässe“, welches besagt, dass die Wasseroberfläche überall im System auf derselben Höhe liegt. Auf dieser Grundlage basieren zwei Arten von hydrostatischen Messsystemkategorien:

- Das Einzelrohrsystem: Halbgefülltes Rohr, in welchem sich ein durchgehender Flüssigkeits horizontal bildet. Für Präzisionsmessungen wird stets mit dem Einzelrohrsystem gearbeitet (Fig. 1).
- Das Doppelrohrsystem: Konventionelle Schlauchwaage mit voll gefülltem Rohr und einem zusätzlichen Ausgleichschlauch, der den Einfluss des Luftdrucks kompensiert (Fig. 2).

Das Doppelrohrsystem sollte nur bei konstanten Temperaturen angewendet werden.

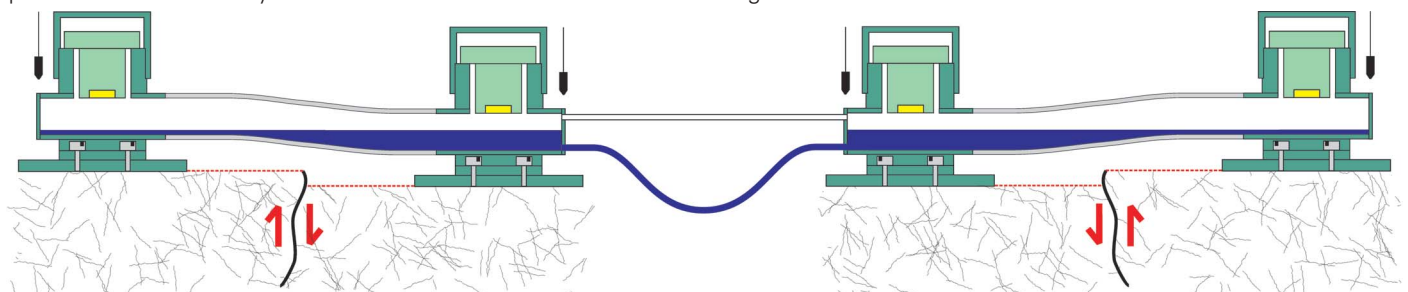


Fig. 2

Level Sensors

The HLS system from Edi Meier + Partner works with sensors, which can be connected to a single tube as well as to a double tube layout. There are level sensors of type PWR with 54mm and of type SLS with 25mm pipe connection. With adapters both systems can be combined. The liquid level is measured capacitively by an electrode, whereby a condenser is formed

Levelsensoren

Das HLS-System der Firma Edi Meier + Partner arbeitet mit Sensoren, welche sowohl als Einzelrohr- wie auch als Doppelrohr-System miteinander verbunden werden können. Es stehen Levelsensoren vom Typ PWR mit 54mm und vom Typ SLS mit 25mm Rohranschluss zur Auswahl. Mit Übergangsstücken können beide Systeme kombiniert betrieben werden. Der Füllstand wird in den Sensoren kapazitiv über eine Elektrode erfasst, wo-

HLS EMP-SLS LEVELSENSOR HLS EMP-PWR LEVELSENSOR

by the water surface and the sensor plate. Figure 3 shows a cross section of a level sensor. Water condensation at the sensor plate is avoided by well-directed heating of the electrode body. For the case of a contact of the electrode with the fluid level, an expiration ring is provided for a complete run off of the liquid.

Optionally the level sensor is supplied with a touchpoint sensor, which allows a re-calibration of the level sensor if necessary. This is done by slowly filling up of the complete system during measuring process, without having to open the hydrostatic system.

Control of the measuring liquid

A filling station is used to compensate for the loss of water, which results from natural evaporation. The evaporation has no effect on the measuring precision. The provided antibacterial measuring liquid covers a temperature range from -20°C to +50°C.

Data Acquisition and Data Communication

Two data acquisition components are offered: the industrial type I for dry environment only and the field type F for outdoor applications. The type of data communication depends on the monitoring task. For systems with many measuring points, data communication is recommended via CAN-OPEN bus or via ETHERNET. For smaller data transmission rates and with few measuring points, the RS485 bus or a serial interface can be used, too. The sensor type F can be supplied with radio transmission as well.

Data Processing

For a successful measuring project, apart from the accuracy of the used measuring instruments and a professional installation, it is important to ensure that the data acquisition, transmission and evaluation is continuous. In large-scale installations the high amount of data has to be taken into account. Such applications put high demands on data management and the software which has to display the measured data in a simple and clearly structured manner.

For industrial data acquisition purposes, LabView® software can be used, which is designed for large-scale HLS installations. It controls automatically the level of the liquid in the tube via the filling station. Thus, re-calibrations can be accomplished at any time (e.g. through Internet). For outdoor applications a more basic software is available, which converts the values stored within the local dataloggers into basic line diagrams and/or sends them by radio transmission to a host computer.

bei der Kondensator durch die Wasseroberfläche und die Sensorplatte gebildet wird. Figur 3 zeigt den Querschnitt eines Levelensors. Die Kondenswasserbildung an der Sensorplatte wird durch gezieltes Heizen des Elektrodenkörpers vermieden. Bei Berührung der Elektrode mit dem Flüssigkeitsspiegel sorgt ein Ablaufring für das vollständige Abtropfen der Flüssigkeit.

Optional wird der Levelsensor mit einem Berührungspunkt-Detektor geliefert. Dieser erlaubt es, den Sensor bei Bedarf neu zu eichen. Dies geschieht durch langsames Auffüllen während des Betriebes, ohne dass die Anlage geöffnet werden muss.

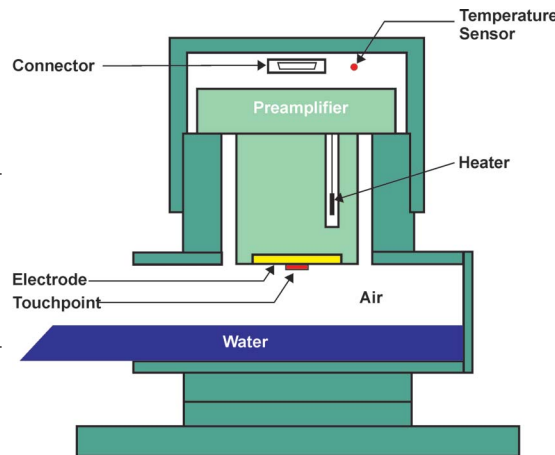


Fig. 3

Flüssigkeitskontrolle

Eine Füllstation hat die Aufgabe, den durch natürliche Verdunstung entstehenden Flüssigkeitsverlust wieder auszugleichen. Die Verdunstung hat keinen Einfluss auf die Präzision der Messungen. Die mitgelieferte antibakterielle Messflüssigkeit erlaubt es, über einen Temperaturbereich von -20 bis +50 °C zu messen.

Datenerfassung und Datenübermittlung

Zwei Datenerfassungs-Komponenten werden angeboten. Der industrielle Typ I für trockene Umgebung und der Feld-Typ F für die Anwendung im Freien. Die Art der Datenübertragung hängt stark von der Aufgabenstellung der Überwachung ab. Für Systeme mit vielen Messstellen wird die Datenübertragung via CAN-OPEN Bus oder via ETHERNET empfohlen. Bei geringerer Datenübertragungsrates und bei wenigen Messstellen kann auch der häufig verwendete, aber deutlich langsamere RS485 Bus oder auch eine serielle Schnittstelle gebraucht werden. Der Typ F kann auch mit Funkübertragung geliefert werden.

Datenverarbeitung

Ausgesprochen wichtig für eine erfolgreiche Messreihe ist —neben der Genauigkeit der verwendeten Messgeräte und der fachgerechten Installation — auch die Sicherstellung einer kontinuierlichen Datenerfassung, Übertragung und Auswertung. Bei Grossanlagen ist dabei vor allem die grosse Datenmenge zu berücksichtigen. Diese stellt hohe Anforderungen an das Datenmanagement und die Software, welche die gemessenen Daten übersichtlich visualisieren muss.

Zur industriellen Datenerfassungsreihe steht eine LabView® Software zur Verfügung, die für die Bedienung einer HLS-Grossanlage konzipiert ist. Über eine Füllstation steuert sie das Niveau der Flüssigkeit im Rohr automatisch. Damit können via Internet jederzeit Nach-Kalibrationen durchgeführt werden. Für die Feldanwendungen steht eine einfachere Software zur Verfügung, welche die in den lokalen Dataloggern gespeicherten Werte umrechnet und in einfachen Liniengrafiken darstellt bzw. per Funk an einen Host-Rechner sendet.

