



## HYDROSTATISCHE LINIENVERMESSUNG

# Systembeschreibung

Messprinzip - Anwendung - Auswertung

6001-2601

**Ansprechpartner**  
PHILIPP KROJ  
M.Sc. Bauingenieurwesen

Lhotzky + Partner  
Ingenieurgesellschaft mbH  
[kroj@lhotzky-partner.de](mailto:kroj@lhotzky-partner.de)  
Tel. 0531 / 23 77 94 - 19  
Fax 0531 / 23 77 94 - 81  
Mobil 0179 / 236 09 57  
[www.lhotzky-partner.de](http://www.lhotzky-partner.de)

## Messprinzip und Installation

Das Messprinzip der Hydrostatischen Linienvermessung wurde entwickelt, um alle Arten von ober- und unterirdischen Profilen und ihre durch Umgebungseinflüsse bedingten zeitlichen Variationen der Höhenlage zu untersuchen.

Durch wiederholte Vermessung erhält man hoch aufgelöste (typisch X: 25 cm, Y: 1 mm) Höhenprofile, zwischen denen die Differenzen in Form von Setzungskurven berechnet werden.

### BESONDERE EIGNUNG DES MESSVERFAHRENS

Aufgrund der hohen örtlichen Auflösung und des hoch belastbaren Messsystemschlauches, eignet sich das Verfahren für eine große Bandbreite an Messaufgaben im Bereich der Setzungsüberwachung.

Es ermöglicht u.a. auch

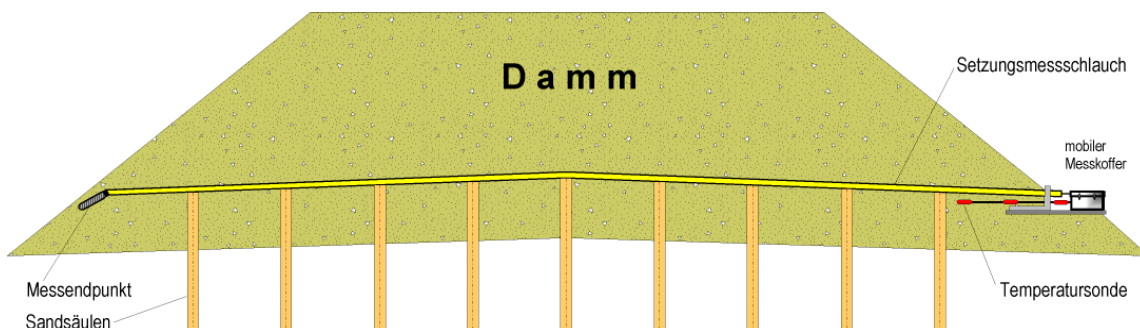
- die sehr genaue Messung von geringen Setzungen,
- die Erfassung von stark ungleichmäßigen und kleinräumigen Setzungen und
- die Setzungsmessung bei Baumaßnahmen mit sehr starken Setzungen.

### DAS ZUGRUNDELIEGENDE PRINZIP

Die hydrostatische Linienvermessung basiert auf der diskontinuierlichen Messung des hydrostatischen Drucks zwischen vordefinierten, äquidistanten Punkten in einem entlang des Profils installierten Messschlauch und einem Referenzniveau.

Die PE-Ummantelung des speziell entwickelten Setzungsmessschlauches dient als Schutz für mehrere innenliegende Messschläuche. Der Setzungsmessschlauch wird zurzeit in Längen bis zu 500 m bei einem Durchmesser von 20 mm gefertigt.

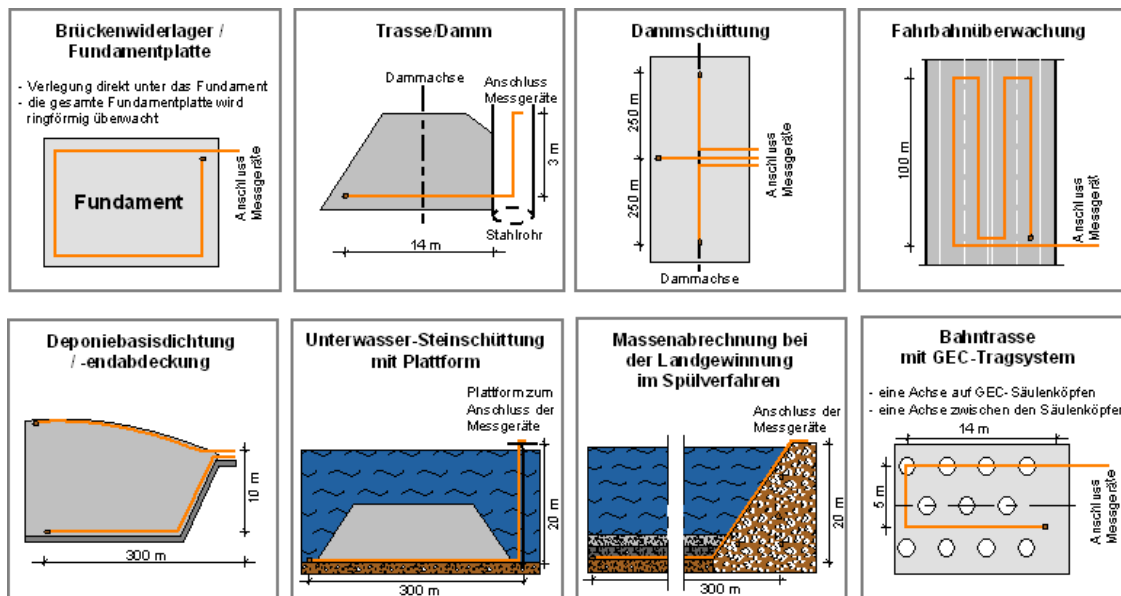
Auf den ersten 25 – 50 m Metern wird parallel zum Messsystemschlauch ein Temperaturmessleerrohr (PE32) installiert. In dieses wird dann bei jedem Messtermin eine Temperaturmesssonde eingeschoben, die ein Temperaturprofil (jeden Meter) aufnimmt. Dieses gibt Aufschluss über den Temperaturverlauf im Übergang von Bereichen mit starker Überdeckung und nahezu konstanten Temperaturen zu Bereichen mit geringer Überdeckung und variierenden Temperaturen (Abb. 1a).



**Abb. 1a** Prinzip-Skizze der hydrostatischen Linienvermessung am Beispiel der Setzungsüberwachung einer Dammschüttung

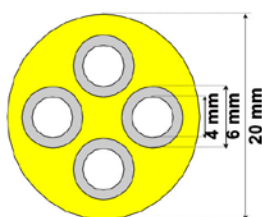
## VERLEGUNG UND INSTALLATION

Die Verlegung des Messsystemschlauches ist sehr einfach und benötigt kein Verlegeplanum. Die Installation kann auch in wechselnden Richtungen und Höhen erfolgen (Abb. 1b). Dabei sind Höhenunterschiede von über 20 m möglich.



**Abb. 1b** Installationsbeispiele für verschiedene Setzungsmessaufgaben

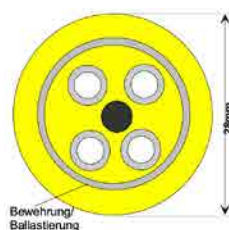
## SYSTEMSCHLAUCHTYPEN UND IHRE EINSATZBEREICHE



**Abb. 1c**

### Standard

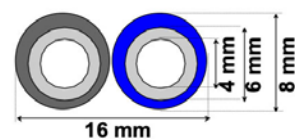
- für alle Standard-Anwendungen im Hoch- und Tiefbau
- Installation in steinfreiem Material



**Abb. 1d**

### Offshore-Heavy-Duty

- bewehrt und ballastiert
- Installation unter Wasser oder in suspensionsgestützten Bereichen



**Abb. 1e**

### Mini-PUR

- kleinformatige Variante mit geringem Platzbedarf
- Installation in kleine, bereits vorhandene Profile

### **Standard-Systemschlauch**

Der Standard-Systemschlauch (Abb. 1c) kann bei nahezu allen Baumaßnahmen im Hoch- und Tiefbau eingesetzt werden. Dazu zählen Dammschüttungen, Fahrbahnüberwachungen, Überwachung von Deponiebasis- und Endabdichtungen sowie die Setzungsmessung unter Fundamenten (z.B. Brückenwiderlager).

### **Offshore-Heavy-Duty Systemschlauch**

Die ballastierten Systemschlauch-Typen (Abb. 1d) ermöglichen auch eine Installation unter Wasser. Damit kann z.B. das Setzungsverhalten des Meeresbodens unter Steinschüttungen beobachtet oder ein Messsystem zur Massenabrechnung bei großen Landgewinnungsmaßnahmen realisiert werden. Weitere Anwendungsbereiche liegen in suspensionsgestützten Bohrungen.

### **Mini-PUR Systemschlauch**

Schließlich steht mit dem Typen „Mini-PUR“ (Abb. 1e) ein sehr kleinformatiger Systemschlauch zur Verfügung, der auch in kleine vorhandene Profile wie Kabelkanäle, Dükerrohre oder Inklinometerrohre eingezogen werden kann.

## **AUSRÜSTUNG IM MESSKOFFER**

Die technische und elektronische Ausrüstung der Messeinrichtung ist in einem kompakten, transportablen Alukoffer untergebracht, der an das Ende der Messstrecke angeschlossen wird. Das gesamte Messsystem wird dann mit entgastem Wasser befüllt.



# Anwendungsbereiche der hydrostatischen Linienvermessung

Das Messverfahren wird typischerweise eingesetzt zur

**- Setzungsüberwachung von Bauwerken wie**

- Dämmen,
- Böschungen,
- Straßen,
- Gebäuden,
- Ver- und Entsorgungsleitungen,
- Dränagesystemen,
- Tunneln oder
- Fundamenten,

**- Überwachung von Bergschadensbereichen und**

**- Massenabrechnung bei der Landgewinnung und großen Erdbaumaßnahmen.**



## Auswertung und Darstellung der Messergebnisse

Zur Aufbereitung und Auswertung der Messdaten wurde eine spezielle, an die Aufgabe angepasste, datenbankgestützte Software entwickelt, die eine schnelle Aufbereitung auch bei umfangreichen messtechnischen Aufgaben ermöglicht.

Der Datentransfer aus den Messkoffern in die Datenbank erfolgt über die serielle Schnittstelle. Sollten die Verhältnisse es erfordern, so können die Messdaten über das GSM-Mobilfunknetz auch während der Messung ausgelesen werden.

Nach der Datenübertragung werden die Messdaten - unter Berücksichtigung der Kalibrierdaten der beteiligten Messumformer sowie der entlang des Profils herrschenden Temperaturen - auf Normal Null umgerechnet. Neben der absoluten Höhenlage können die Setzungen relativ zu beliebigen vorangegangenen Messterminen berechnet werden.

Die Darstellung und Ausgabe erfolgt sowohl tabellarisch als auch grafisch (beispielhaft siehe Abb. 2a-e). In die Grafiken können visuelle Elemente zur Darstellung von Bauwerksteilen oder Kubaturen eingearbeitet werden.

|                                     |                  |                    |                 |
|-------------------------------------|------------------|--------------------|-----------------|
| <b>Beispielprojekt</b>              |                  | <b>Anlage: 2.1</b> |                 |
| <b>Messquerschnitt: MQ-Beispiel</b> |                  | <b>Messteam:</b>   | Name            |
| <b>Datum/Uhrzeit:</b>               | xx.xx.21 / 12:00 | <b>Messzyklus:</b> | xx.Folgemessung |
| <b>Messbeginn:</b>                  | Bsp.: Achse X    | <b>Messende:</b>   | Bsp.: Achse Y   |

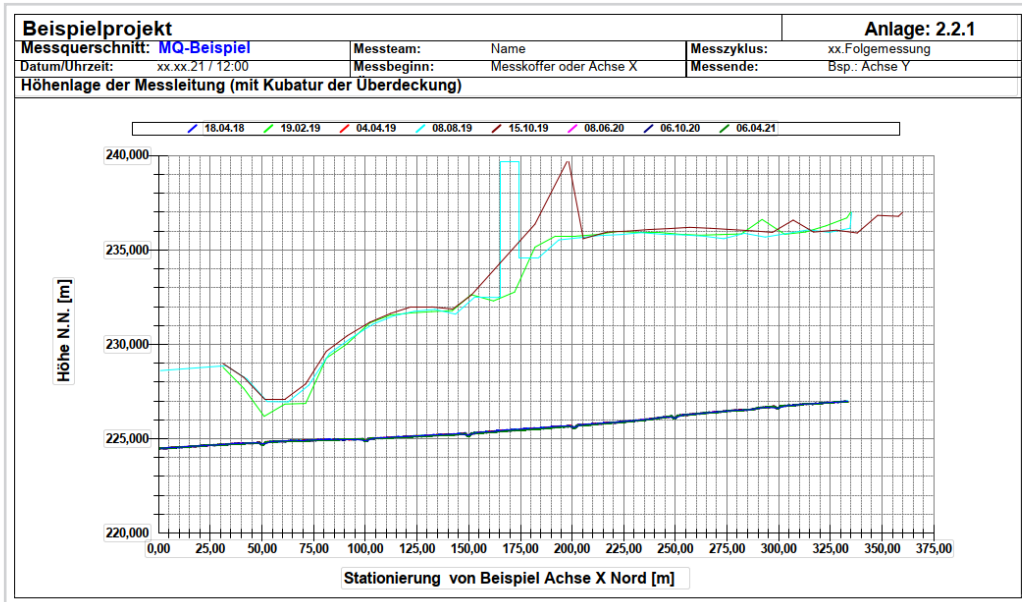
  

|   |   |
|---|---|
| <b>Einbauzustand</b>  | <b>Aktuelle Situation während der Messung</b>                                       |
|  |  |

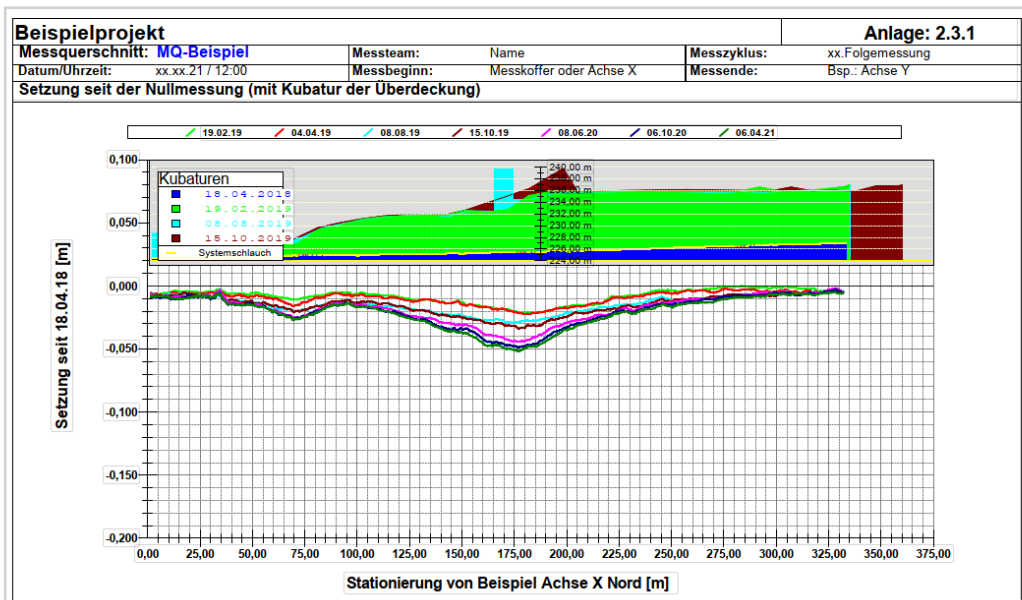
  

|  |
|--|
| <b>Bemerkungen</b>                       |
| <br><br><br><br><br><br><br><br><br><br> |

**Abb. 2a** Grunddaten der Messung und Foto der aktuellen Situation am Messquerschnitt, ggf. mit zusätzlichen Bemerkungen



**Abb. 2b** Höhenlage der Messleitung aktuell, letzte Messung, Nullmessung



**Abb. 2c** Setzung seit der letzten Messung und seit der Nullmessung

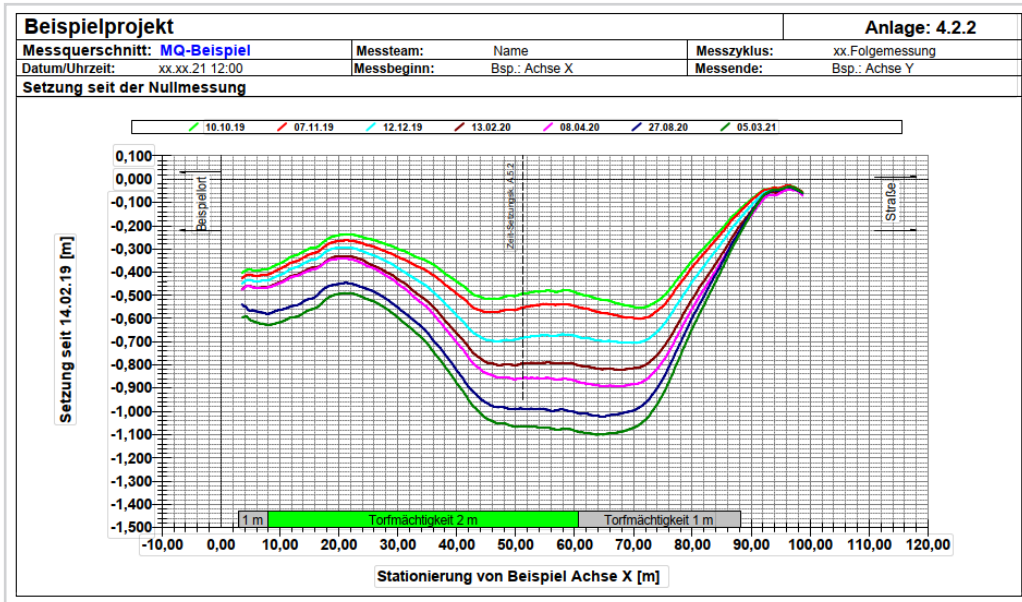


Abb. 2d Darstellung des Setzungsverlaufs anhand ausgewählter Messungen

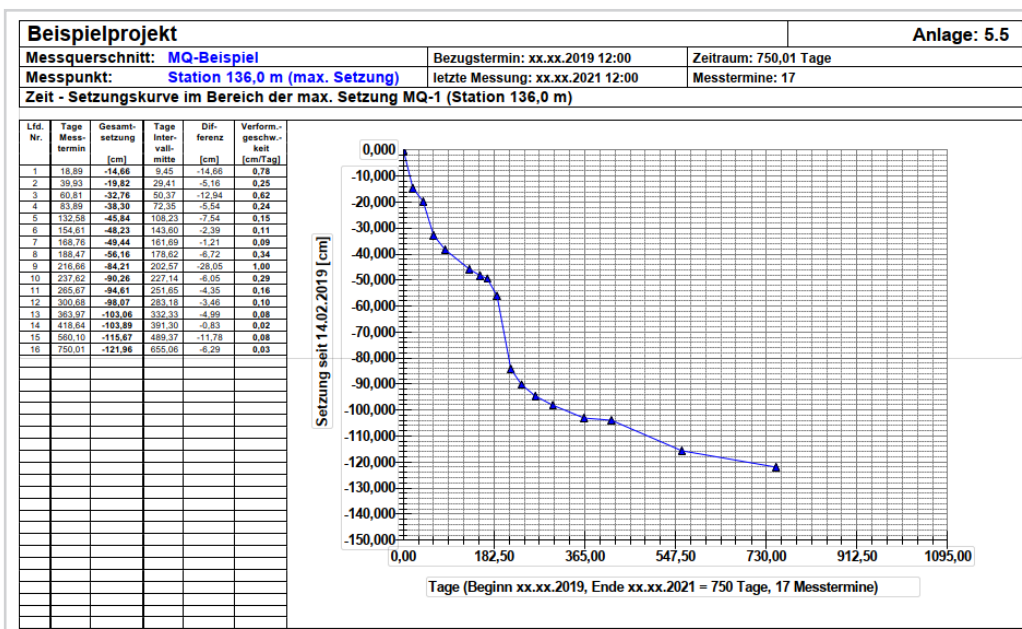


Abb. 2e Zeit-/Setzungskurve (ohne Bezug zu Abb. 2d)



# Vorteile der hydrostatischen Linienvermessung

Das Verfahren zur Setzungsüberwachung bewährt sich seit vielen Jahren u.a. durch

## IMPLEMENTIERBARKEIT ENTLANG BELIEBIGER PROFILE

- Erfassung der Höhenänderungen auch bei stark ungleichmäßigen Verformungen
- Messung auch bei Baumaßnahmen mit starken Vibrationen und Erschütterungen
- Erfassung von stark ungleichmäßigen Setzungen auch an langen Messprofilen
- Verlegung entlang nahezu beliebiger Profile, auch „um die Ecke“ und bei großen Höhenunterschieden

## ROBUSTE INSTRUMENTIERUNG

- keine beweglichen Teile innerhalb der Messleitung => dadurch keine Ausfälle der Messleitung aufgrund von Querschnittsreduzierungen des Messrohres oder Reißen der Zugseilverbindung möglich
- keine Verschmutzung des „Messsystemschlauchs“ möglich: die Messeinrichtung bleibt selbst bei Überflutung und unter rauen Baustellenbedingungen einsatzbereit

## HOHE MESSGENAUIGKEIT

- hohe Messsicherheit durch enges Messraster (z.B. 25 cm Messpunktabstand)
- hohe Messauflösung (typischerweise 1 mm)
- keine Aufintegration der Messfehler wie bei Inklinometermessungen

## GERINGER PERSONALAUFWAND

- Fernabfrage per Funkanbindung möglich
- Minimierung der Personalkosten durch simultanes Messen mit mehreren Geräten im Ein-Mann-Betrieb
- Bereitstellung der Messergebnisse am Folgetag oder bereits auf der Baustelle

## AUSSAGEKRÄFTIGE MESSBERICHTE

- umfangreiche Messberichte mit tabellarischen und grafischen Darstellungen zu
  - Höhenlage
  - Setzung