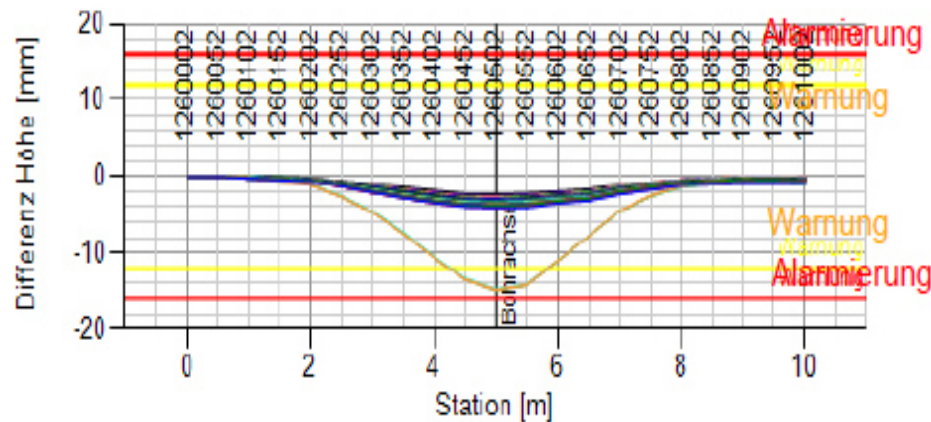




# „ Inclinometermessketten - Bahnspezifische Grundlagen “

**Beobachtungsmethode nach** EC 7-1 in Verbindung mit dem nationalen Anhang und den ergänzenden Regelungen DIN 1054:2010



Dipl.-Ing.(FH), EWE Baldur Rögner

[broegener@kabelbw.de](mailto:broegener@kabelbw.de)

EURAIL-Ing., Dipl.-Ing.(FH), Magnus Hellmich

[Eurailing.hellmich@web.de](mailto:Eurailing.hellmich@web.de)

Diplom-Geophysiker Jürgen Dornstädter

[dornstaedter@GTC-info.de](mailto:dornstaedter@GTC-info.de)

**4.Symposium Eisenbahnbrücken  
und Konstruktiver Ingenieurbau  
25.-26.02.2016 in München**



## Inklinometermessketten - Bahnspezifische Grundlagen

---

### Grundsatz

**Die Entgleisungssicherheit der Schienenfahrzeuge im Gleis- bzw. Baustellenbereich ist grundsätzlich durch die Einhaltung der zulässigen Gleislagetoleranzen im Rad-Schiene-System zu gewährleisten. Das bedingt eine Lagesicherheit der Schienen bzw. des Gleisrostes, welches durch Risikobetrachtungen bzw. Messungen an Bauwerken, Baubehelfen oder im Bauzustand bzw. Baugrund gewährleistet werden muss.**

### **Baugrund-Tragwerk-Interaktion entscheidend für die Gleislagestabilität**

Bei jeder Baumaßnahme, insbesondere unter rollendem Rad, ist die Interaktion zwischen Baugrund und den Tragwerken Gleis und ggf. den eingebundenen Baubehelfen, wie Hilfsbrücken, Verbauten und auch Standardausrüstungen wie Oberleitungsmasten zu berücksichtigen, um die **Standicherheit und die Gebrauchstauglichkeit** der „**Konstruktion Fahrweg**“ mit ausreichender Sicherheit zu gewährleisten. **Der Baugrund als Teil des statischen Systems** trägt aufgrund seines Eigengewichtes auch zur Beanspruchung des Bauwerkes bei.



## Inklinometermessketten - Bahnspezifische Grundlagen

---

### Man unterscheidet:

- Gründungen (Flach- und Flächengründungen, Tiefgründungen), die vom Baugrund gestützt werden
- Stützbauwerke (Baugruben-Verbau-Konstruktionen, Stützwände, Tunnelwände), die den Baugrund stützen

Bei den Nachweisen zur Tragfähigkeit und zur Gebrauchstauglichkeit ist das Materialverhalten von Baugrund und Tragwerk zu berücksichtigen.



## **Inklinometermessketten - Bahnspezifische Grundlagen**

---

**Zusätzlich ist die Zeitabhängigkeit der**

**Baugrund-Tragwerk-Interaktion zu erfassen.**

Sie entsteht insbesondere durch die dynamische Belastung des Eisenbahnbetriebes mit seinen Achslasten unter rollendem Rad mit

- sukzessive Struktur- und Laständerung
- Steifigkeitsänderung
- Schwerpunktverlagerung
- sukzessiven Aushub oder Abbruch
- sukzessiven Ein-, Um- oder Ausbau von Sicherungsmitteln
- Änderungen im Materialverhalten (Kriechen, Schwinden, Konsolidierung)

**Hierdurch entstehen während des Bauablaufs sich verändernde statische Systeme.**



# Inklinometermessketten - Bahnspezifische Grundlagen

---

## Beobachtungsmethode

In der Geotechnik muss der EC 7-1 in Verbindung mit dem nationalen Anhang und den ergänzenden Regelungen zum EC 7-1 in der DIN 1054:2010 nach der bauaufsichtlichen Einführung am 01.07.2012 angewendet werden.

Bereits mit Erscheinen der DIN 1054:2003-01 „Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau“ und E-DIN 4020:2002-08 „Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke“ seit den **2002/2003 ist die Beobachtungsmethode eine bauaufsichtlich eingeführte**

**Nachweisprozedur im geotechnischen Normenwerk.**



## **Inklinometermessketten - Bahnspezifische Grundlagen**

---

**Die Beobachtungsmethode** ist damit eine Kombination der üblichen geotechnischen Untersuchungen und Berechnungen (Prognosen) mit der laufenden messtechnischen

**Kontrolle des Bauwerkes** während dessen Herstellung und ggfs. auch während dessen Nutzung, wobei **kritische Situationen** durch die Anwendung **geeigneter technischer Maßnahmen** beherrscht werden müssen.

Die konsequente Anwendung der Beobachtungsmethode ist bei Baumaßnahmen wie es im Gleisfahrweg üblich ist, mit durchschnittlichen (Geotechnische Kategorie GK2) bis hohem Schwierigkeitsgrad (Geotechnische Kategorie GK 3) Stand der Technik, einzustufen.

Insbesondere in Fällen mit

- **komplexe Wechselwirkungssysteme bestehend aus Baugrund, Baugrubenkonstruktion und angrenzender Bebauung**



# Inklinometermessketten - Bahnspezifische Grundlagen

## Das Konzept der Grenzzustände

Der Eurocode fordert den **Nachweis von zwei Grenzzuständen** und zwar den **Grenzzustand der Tragfähigkeit** und den **Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit**. Mit dem Nachweis im **Grenzzustand der Tragfähigkeit** sollen **Sachschäden** und eine **Gefährdung von Menschenleben** ausgeschlossen werden, durch den **Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit** soll die **langfristige Nutzbarkeit (= Funktionssicherheit)** sichergestellt werden.

## Messmittel

Die **konservative Gleislagemessung** – in der Regel Handmessung und Auswertung, die in Eigenverantwortung der BÜB (Bauüberwachung Bahn) durchgeführt wird – **reicht nur bei komplexen Bauzuständen nicht mehr aus**.

**Mögliche Verformungen** durch die **Bauarbeiten** und den **Regelzugbetrieb**, die zu einer **kritischen Gleislagestabilität** und **damit Beeinträchtigung des Bahnbetriebs** führen können, müssen **laufend rechtzeitig** erkannt und erforderlichenfalls durch **frühzeitige Nachregelung** kompensiert werden können.

Diese **erhöhten Anforderungen** im Zuge einer **Bauzustandskontrolle** bei **dynamischer Lasteinwirkung durch Achslasten** können die **bislang eingesetzte Messmittel nicht gewährleisten**.



## Inklinometermessketten - Bahnspezifische Grundlagen

---

Daher sind die neuesten Messmittel nach Stand der Technik

INKLINOMEERMESSKETTEN erforderlich.

### Vorteile generell

- Automatische Gleis- und Bauwerksüberwachung gem. Bahnregelwerk Ril 804/ 820 - Messtechnische Überwachung der Gleislage bzw. Lage von Bauwerken mittels Inklinometerketten (Monitoring) einschl. Kontrolle bzw. Auswertung der zulässigen Lageänderungen (**Safetoring**) gem. EP 2 022 698/ Lizenzbereitschaft für DEUTSCHLAND liegt vor
- sehr zuverlässige, von Regen, Schnee, Taubildung u.a. Witterungsunbilden unabhängige Messungen





# Inklinometermessketten - Bahnspezifische Grundlagen

## Gleisüberwachung

- In-situ-Messung **unter dem „rollendem Rad“ bzw. belasteten Gleis mit hoher Frequenz -bei jeder Achslast redundant- und somit sofortige und direkte Erfassung von Lageabweichungen mit drahtloser Datenübertragung/ Solarbetrieb**
- direkte Erfassung und Ausgabe bzw. Dokumentation von Lageänderungen Längs-, Querhöhe und Verwindung durch unmittelbare Auswertung und dann **unverzögliche Warnung bzw. Alarmierung bei den sicherheitsrelevanten Zugüberfahrten**
- **unmittelbare Reaktion durch Einbeziehung des Fahrdienstleiters** und ggf. auch automatische Beeinflussung des Eisenbahnbetriebes mittels LF-Signale bis hin zur Gleissperrung bei unzulässigen Gleislagefehlern
- **bei dynamische Einwirkung jeder Achse werden Gleislagefehler sofort erfasst, was mit anderen Messsystem nicht möglich ist (typisches „Pumpen“ des Gleisrostes z.B. über einem Hilfsbrückenaufleger)**



# Inklinometermessketten - Bahnspezifische Grundlagen

---

## Gleisüberwachung

- von Regen, Schnee, Taubildung u.a. witterungsunabhängige Messungen
- **keine baustellenbedingte bzw. eisenbahnbetrieblich Beeinflussung der Messung, da keine Messpunkte durch Baugeräte bzw. Eisenbahnfahrzeuge verdeckt werden.**
- einfache, baustabile Montage am Schienenfuß, d.h. direkt am Fahrweg Schiene und gleichzeitig sichere Verwahrung des Messgerätes
- autarker Solarbetrieb und drahtlose Datenübertragung möglich

## Bauwerksüberwachung

- Messpunkte i.d.R. variabel
- freie Programmierung der zulässigen Lageänderungen

**Kombination von Gleis- und Bauwerksüberwachung ist möglich**