



## Messen im Bauwesen 2010

### Baugrube Gutenberghof, Hannover Auswirkungen auf den angrenzenden Gleiskörper

Dipl.-Ing. Thomas Garbers, Ingenieurservice Grundbau GmbH  
Dipl.-Ing. Uwe Häuser, Franki Grundbau GmbH & Co. KG

## Zusammenfassung

Im folgenden Beitrag wird über die messtechnische Überwachung einer innerstädtischen Baugrube in Hannover berichtet. Bei Baugruben kommt es aufgrund der Herstellung der Verbauwände selbst, als auch durch die Wandverformungen beim Aushub zu Setzungen in der Umgebung. Bei der Baugrube Gutenberghof wurden aus diesem Grund verformungsarme Verbauwände ausgeführt und die Verformungen baubegleitend überwacht. Die Messungen bestätigten die erwarteten geringen Verformungen der ausgeführten Wände.

## 1. Einleitung

### 1.1 Allgemeines

Die Ärzteversorgung Niedersachsen baut in der Innenstadt Hannovers ein neues Verwaltungsgebäude. Das Grundstück grenzt im Norden unmittelbar an den Bahndamm der Schnellbahnstrecke Hannover-Berlin. Die beiden anderen Seiten des dreieckförmigen Baufeldes grenzen an die Straßen „Gutenberghof“ und „Berliner Allee“. Das Gebäude wird mit einer dreigeschossigen Tiefgarage ausgeführt, so dass eine Baugrubentiefe von bis zu 9,80 m erforderlich wird. Da das Grundwasser oberflächennah ansteht ist allseitig ein wasserdichter Verbau erforderlich. Um die Baugrube nach unten gegen das Grundwasser abzdichten, binden die Verbauwände in den in ca. 17 m Tiefe anstehenden Tonhorizont ein, so dass auf eine aufwendige künstliche Dichtsohle verzichtet werden kann.

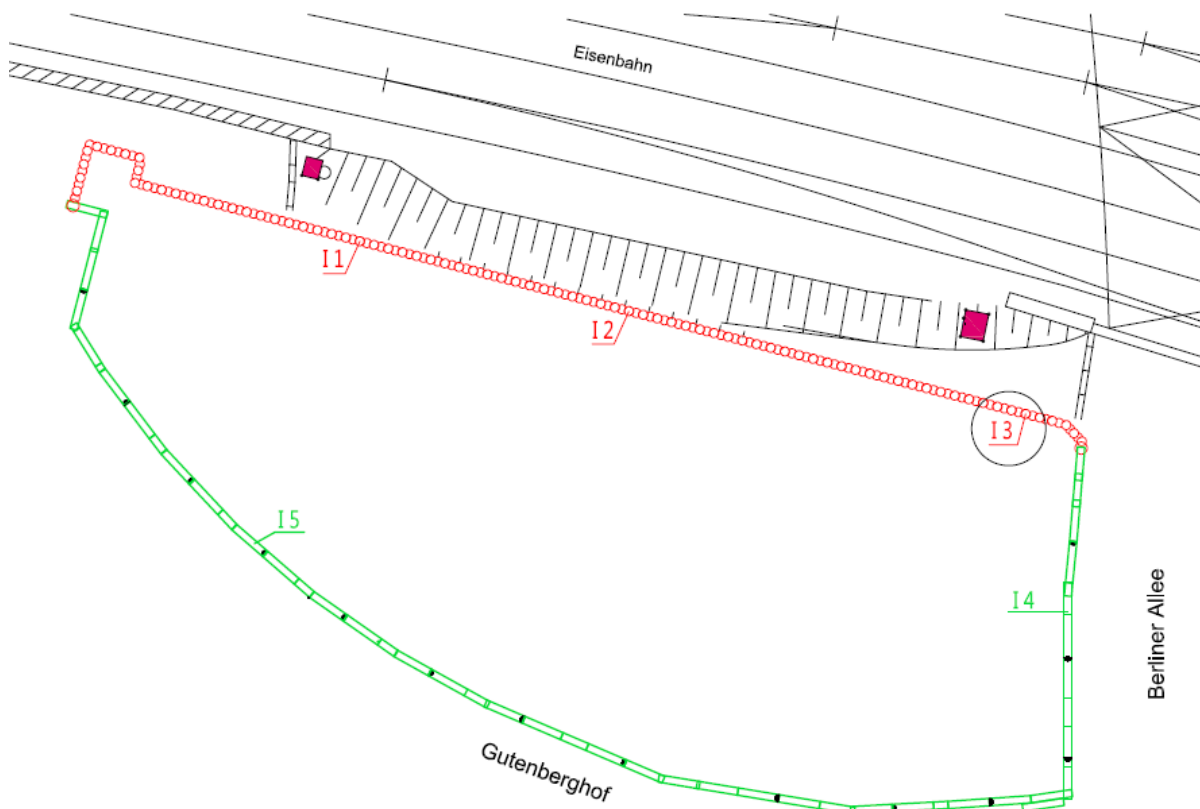


Bild 1: Grundriss der Baufläche

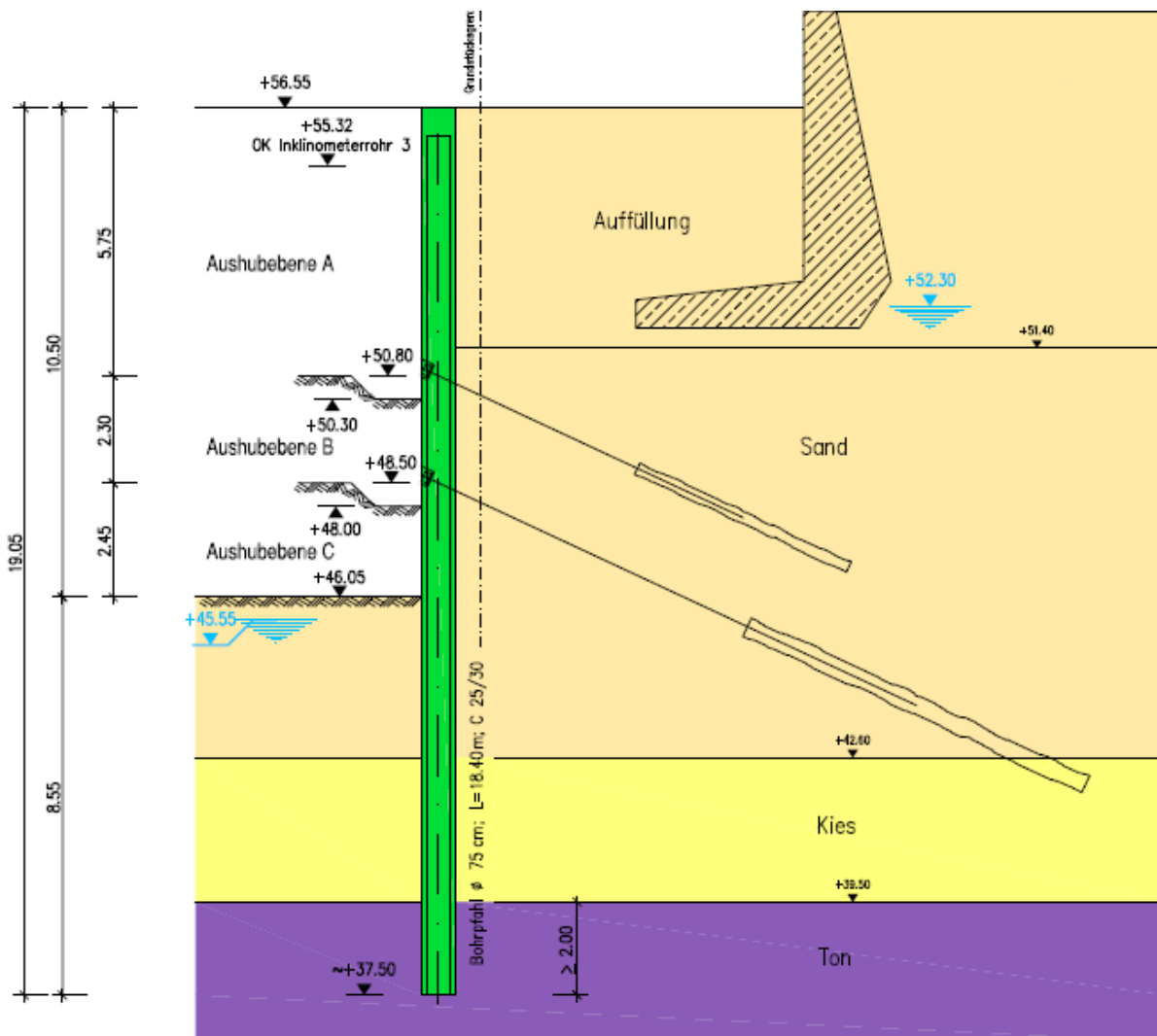


Bild 2: Schnitt durch die Baugrube im Bereich Bahndamm

## 2.2 Vorstellung der Bauaufgabe

Die Umschließungswände wurden im Straßenbereich mit einer Schlitzwand  $d = 60$  cm ausgeführt, die einfach verankert wurde. Im Bereich des Bahndammes wurde eine überschnittene Bohrpfehlwand  $d = 75$  cm ausgeführt, die zwei- bis dreifach rückverankert wurde. Die vorhandene Bebauung auf dem Baufeld war bis Geländeoberkante abgebrochen (Bild 3), so dass die Keller im Zuge Trassenräumung bzw. des Aushubes entfernt werden mussten. Um ein Befahren der Kellerdecken mit schwerem Gerät zu ermöglichen, wurden die mit Maschinen zugänglichen Räume mit Recyclingmaterial verfüllt. Das Recyclingmaterial diente gleichzeitig auch als Damm, um die unzugänglichen Bereiche zum Bahndamm hin mit Magerbeton verfüllen zu können. Die Herstellung der Bohrpfähle erfolgte dann größtenteils zwischen Kelleraußenwand und Bahndamm.

## Messen im Bauwesen 2010

Im Einzelnen wurden hergestellt:

- ca. 1600 m<sup>2</sup> überschnittene Bohrpfahlwand d = 75 cm
- ca. 2300 m<sup>2</sup> Ortbetonschlitzwand d = 60 cm
- ca. 234 temporäre Litzenanker  $Z_k \leq -750$  kN,  $L \leq 22,0$  m
- ca. 25.000 m<sup>3</sup> Bodenaushub
- Abbruch der vorhandenen Keller

Insbesondere im Bereich des Bahndamms rechneten die Fachplaner des Bauherrn, trotz der verformungsarmen Bohrpfahlwand, mit Verschiebungen der Gleislage und somit mit Beeinträchtigungen des Schienenverkehrs. Aus diesem Grund wurde durch den Bauherrn ein umfangreiches Messprogramm durchgeführt, um möglichst frühzeitig reagieren zu können. Um die Verformungen der Baugrubenwände während der Aushubarbeiten zu überwachen, wurden an fünf Punkten Inklinometermessungen (Bild 1) ausgeführt. Zudem wurden an 13 Ankern Kraftmessdosen installiert, um den Kraftverlauf während der Ausführung überprüfen zu können und die Gleislage an 24 Punkten beobachtet. Um die Inklinometermessungen durchführen zu können, wurden Quadratrohre in die Schlitz- bzw. Bohrpfahlwand eingebaut.

Vertraglich wurde eine zulässige Verformung der Wände von max. 10 mm vereinbart.



Bild 3: Baufeld im Januar 2009 mit vorhandenen Kellern und Bahndamm

### 2.3 Baugrund

Im Baufeld stellt sich der Baugrund wie folgt dar. Unter den heterogenen und in unterschiedlicher Lagerungsdichte anstehenden Auffüllungen folgen Sande und Kiese mitteldichter Lagerung bis in Tiefen von ca. 17 m unter Geländeoberkante (39,5 mNN). Das Liegende

wird durch einen steifen bis halbfesten Ton gebildet, der als horizontale Sperre gegen das in ca. 4,0 m unter Geländeoberkante anstehende Grundwasser dient.

### 2.4 Ablauf des Aushubes

- Herstellung der Verbauwände
- Absenkung des Grundwasserspiegels innerhalb der Baugrube bis 50 cm unterhalb der Ankerkote
- Aushub bis zur Ankerkote, Erstellung eines Grabens bis 50 cm unterhalb der Ankerkote
- Wiederholung der Schritte 2 + 3 bis zur endgültigen Aushubkote

## 3. Messprogramm

### 3.1 Inklinometermessungen

Die Inklinometermessungen wurden vor jeder Ausführungsphase bzw. nach Beendigung der Aushubarbeiten durchgeführt. Aus statischer Sicht konnten die Wände deutlich oberhalb der Tonschicht enden. Die Schlitzwände wurden auch nur bis in diese Tiefen bewehrt, da unterhalb nur die Wasserdichtigkeit zu gewährleisten war. Die Bohrpfähle wurden bis zur Unterkante der Pfähle bewehrt werden, um zusätzliche Sicherheiten im Bereich des Bahndammes zu erzielen. Um einen möglichst unverschieblichen Bezugspunkt für die Inklinometermessungen zu erhalten, wurden die Rohre bei beiden Wandsystemen bis zur Unterkante der Wände eingebaut.



Bild 4: Bewehrungskorb mit Inklinometerrohr



## 3.2 Anker-Kraftmessdosen

Die Kraftmessdosen wurden an ausgewählten Anker im Bereich der Schlitz- und Bohrpfahlwände eingebaut. Der Einbau erfolgte unmittelbar vor dem Spannen der Anker. Die Ablesung der Kraftanzeigen erfolgte arbeitstäglich.



Bild 5: Ankerkopf mit Kraftmessdose

## 3.3 Geodätische Gleismessungen

An dem nächstgelegenen Gleis der Schnellbahnstrecke Hannover-Berlin wurden vor und während der Arbeiten an 24 Messpunkten die Verschiebungen in vertikaler und horizontaler Richtung gemessen. Die Messpaare hatten jeweils einen Abstand von ca. 10 m. Die Messungen erfolgten mit einer Totalstation durch ein Vermessungsbüro.

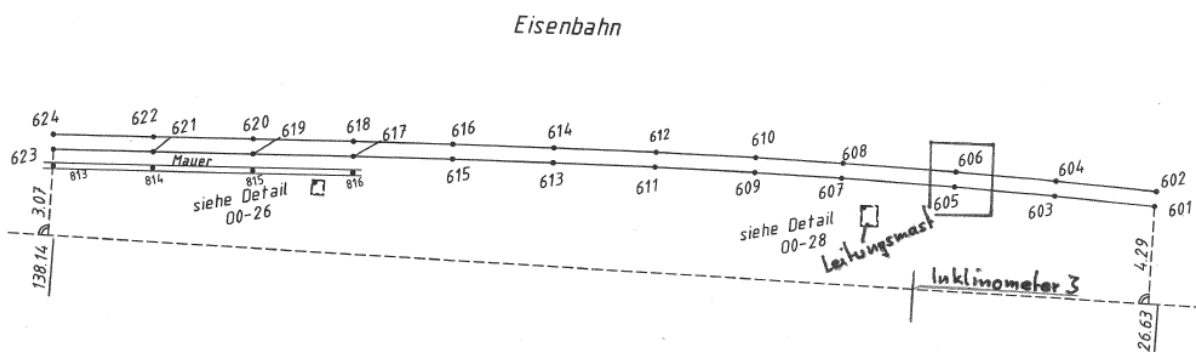


Bild 6: Lageplan Gleismessungen

#### 4. Ergebnisse der Messungen

Exemplarisch für die durchgeführten Messungen wird nachfolgend der statische Schnitt 9.6-N2 mit dem Inklinometerrohr I3 betrachtet, in deren Nähe sich die Meßpunkte 605 + 606 der Gleismessungen befinden. In dieser Position ist die Bohrpflahlwand zweifach verankert. Die oberste Ankerlage liegt aufgrund eines Kabelkanals ungewöhnlich tief, so dass hier rechnerisch als auch in der Ausführung die größten Verformungen auftraten.

##### 4.1 Ermittlung der rechnerischen Verformungen

Die Berechnung der Baugrubenwände erfolgte mit dem Programm WALLS auf der Grundlage der 4. Auflage der EAB. Die Bodenkennwerte und der Bemessungsgrundwasserstand wurden wie durch Baugrundgutachter angegeben berücksichtigt. Für das Fußauflager wurde in den Aushubzuständen A + B eine Einspannung nach Blum und im Endaushubzustand C eine frei drehbare, verschiebliche Lagerung angesetzt. Die Berechnungen wurden mit 50% erhöhtem aktivem Erddruck durchgeführt.

##### 4.2 Inklinometermessungen

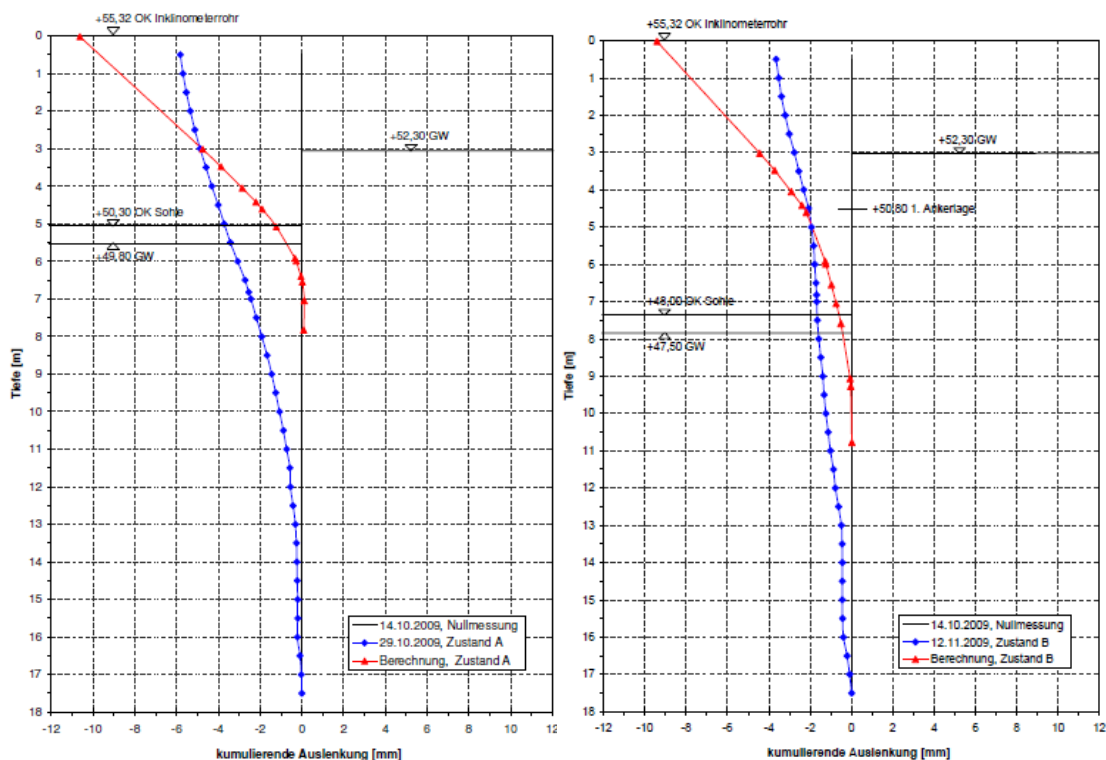


Bild 7: Inklinometermessungen Bauzustand A + B

## Messen im Bauwesen 2010

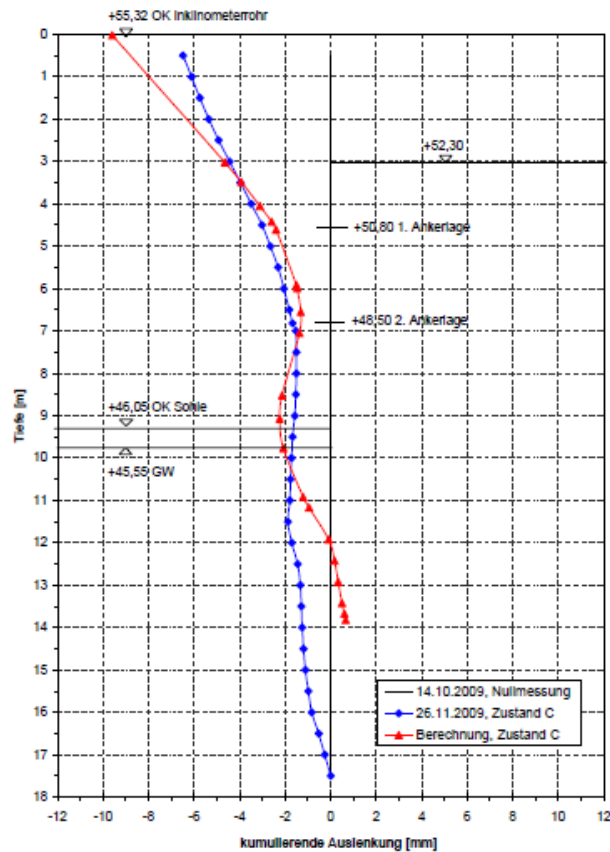


Bild 8: Inklinometermessungen Bauzustand C

- Die max. gemessene Verformung lag bei 6 mm und somit deutlich unter den zulässigen (10 mm) und berechneten (11 mm) Werten.
- Im Bereich der Anker kam es in der oberen Ankerlage beim weiteren Aushub zu Verschiebungen zur Erdseite hin (4,0 / 2,0 mm).
- Der Verlauf der gemessenen Verformungen entspricht ungefähr den berechneten Werten.
- In situ kam es eher zu einer Parallelverschiebung der Wand. Im unteren Bereich ist keine Biegelinie zu erkennen.
- Die Verschiebungen des Fußauflagers lagen, sowohl bei der Fußeinspannung nach Blum, als auch bei der frei drehbaren Lagerung, deutlich über den berechneten Werten.
- Die Verschiebungen setzten sich auch unterhalb der rechnerischen Wandlänge fort.



## 4.3 Gleismessungen

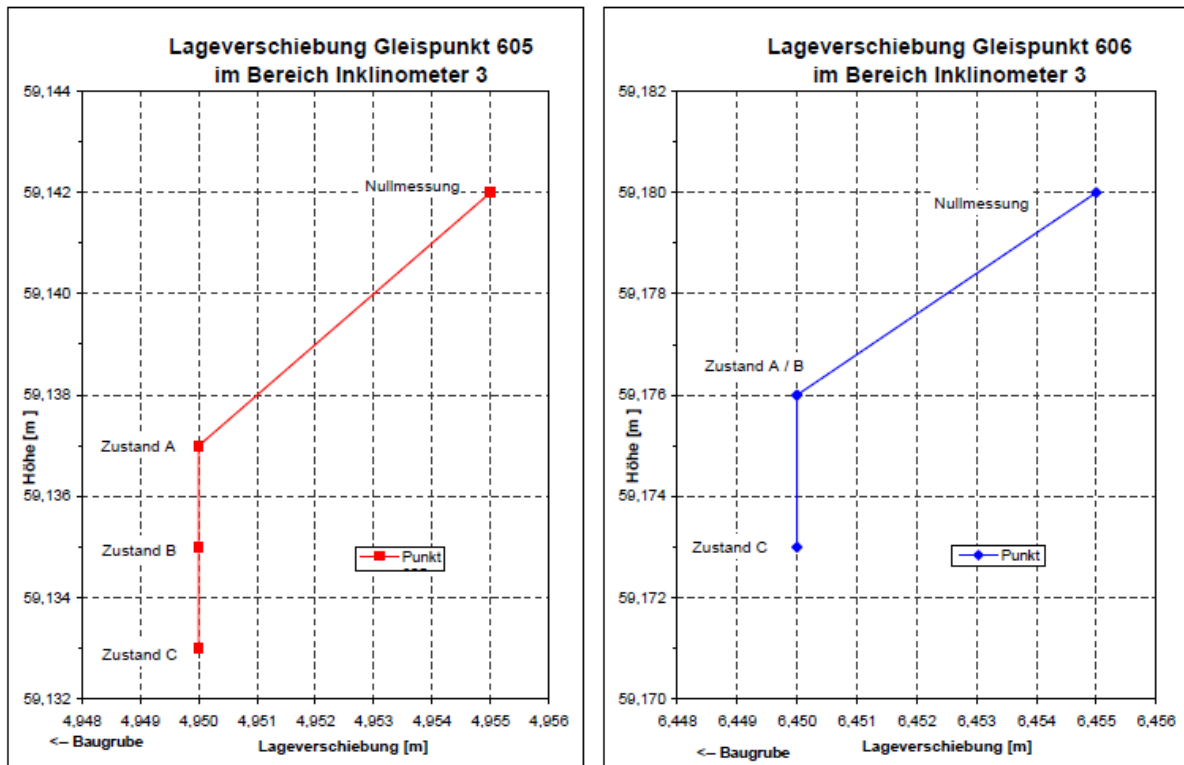


Bild 9: Gleismessungen

- Die gemessenen Setzungen lagen im Bereich der erwarteten Setzungen bei ca. 9 mm.
- Die größten Verformungen traten mit jeweils 5 mm (horizontal und vertikal) vor bzw. im Aushubzustand A auf.
- In den weiteren Aushubzuständen traten nur noch Setzungen auf. Diese lagen mit insgesamt 4 mm unterhalb der Setzung aus dem Aushubzustand A.

## 4.4 Ankerkraftmessungen

Die Messungen der Ankerkräfte zeigten den erwarteten Verlauf.

- Innerhalb der einzelnen Aushubphasen traten geringfügige Entspannungen der Anker auf.
- Nach der Festlegung der folgenden Ankerlagen und dem weiteren Aushub kam es in den oberen Lagen zu dem erwarteten Rückgang der Ankerlasten.
- Bei drei Ankerlagen wurde in der obersten Ankerlage beim Endaushub keine weitere Reduzierung der Last festgestellt.

### 5. Ergebnisse

- Die Messungen bestätigen die erwarteten geringen Auswirkungen der Baugrubenherstellung auf den Gleiskörper.
- Der Verlauf der Wandverformungen entspricht allerdings nicht den Berechnungen.
- Hier wurde die Kopfverformung deutlich über- und die Verformung des Erdauflagers unterschätzt.
- Während der Herstellung der Pfähle kam es offensichtlich schon zu Verschiebungen des Gleises.
- Auch wenn die Kopfverformung überschätzt wurde traten, hierdurch, in Verbindung mit der Bohrpfahlherstellung, die größten Verschiebungen und Setzungen auf.
- Aufgrund der steifen Baugrubenwände kommt es eher zu einer Parallelverschiebung der kompletten Wand als zu einer der Momentenlinie ähnlichen Verformung der Wand.

### 6. Erkenntnisse

- Die Herstellung von Bohrpfählen neben setzungsempfindlichen Bauwerken ist mit größter Sorgfalt auszuführen, um Auflockerungen zu vermeiden.
- Im Bereich der Schlitzwände konnten keine Setzungen bzw. Risse in der Fahrbahn festgestellt werden. Dies wird auf die permanente Stützung der Erdwandung zurück geführt.
- Die oberste Ankerlage ist so hoch wie möglich anzuordnen, um schädliche Kopfverformungen zu vermeiden.
- Für die durchgeführten Berechnungen konnten die Grundlagen, Annahmen und Berechnungsweisen bestätigt werden.
- Die Schlitz- als auch die Bohrpfahlwand haben sich steifer verhalten als rechnerisch berücksichtigt wurde.
- Auch wenn das Fußauflager unverschieblich gerechnet wurde, traten hierdurch keine größeren Verschiebungen auf.
- Rissbildungen unterhalb der Bewehrung traten, wie durch die Messungen als auch durch die Fördermengen der Restwasserhaltung bestätigt wurde, nicht auf.

7. Ausführung



Bild 10: Kellerräume mit Verfüllmaterial



Bild 11: verfüllte Kellerräume



Bild 12: Ausbetoniert Hohlräume

## Messen im Bauwesen 2010



Bild 13: Bohrfahlherstellung



Bild 14: ausgehobene Baugrube