

## PRÜFBERICHT: P02311

Gelsenkirchen, den 21. Juli 2008

**Auftraggeber:** **Betonwerk Bieren GmbH**  
**Frankenweg 100**  
**D-32549 Bad Oeynhausen**

**Prüfauftrag Nr.:** **P02311**

**Bezeichnung des Prüfauftrags:** **Dynamische Prüfung eines Schachtsystems**

**Datum des Auftrages:** **06.02.2008**

**Bezeichnung des Auftraggebers:** -

### **Dieser Bericht besteht aus 10 Seiten**

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Der Prüfbericht darf auszugsweise nur mit schriftlicher Genehmigung des IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur gGmbH vervielfältigt werden.

Dipl.-Ing. D. Homann  
(Leiter der Prüfstelle)

Dipl.-Ing. M. Liebscher  
(Projektleiter)

## Inhaltsverzeichnis:

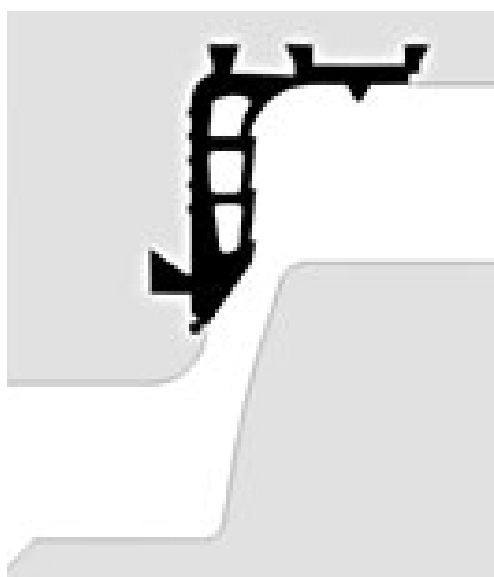
1	Veranlassung.....	2
2	Versuchsaufbau.....	3
3	Phase 1: Statische Vorbelastung .....	4
4	Phase 2: Dynamische Verkehrsbelastung.....	5
5	Phase 3: Statische Belastung bis zum Bruch.....	7
6	Zusammenfassung.....	8
7	Anhang .....	9

## 1 Veranlassung

Die Betonwerk Bieren GmbH beauftragte das IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur gGmbH mit der Prüfung des Schachtsystems „Top Seal Vario“ unter dynamischen Verkehrslasten (Bild 1). Kennzeichnend für dieses Schachtsystem nach DIN EN 1917 und DIN V 4034-1 ist eine einteilige, integrierte Dichtung mit einem in der Muffe eingebetteten Lastausgleichselement (vgl. Bild 1). Die Versuche dienten dazu, die Dauerhaftigkeit dieser Schachtverbindungen unter dynamischen Verkehrslasten nachzuweisen.

Das Prüfprogramm umfasste in Abstimmung mit dem Auftraggeber drei Phasen:

- Phase 1: Statische Erstbelastung
- Phase 2: Dynamische Verkehrsbelastung
- Phase 3: Statische Belastung bis zum Bruch

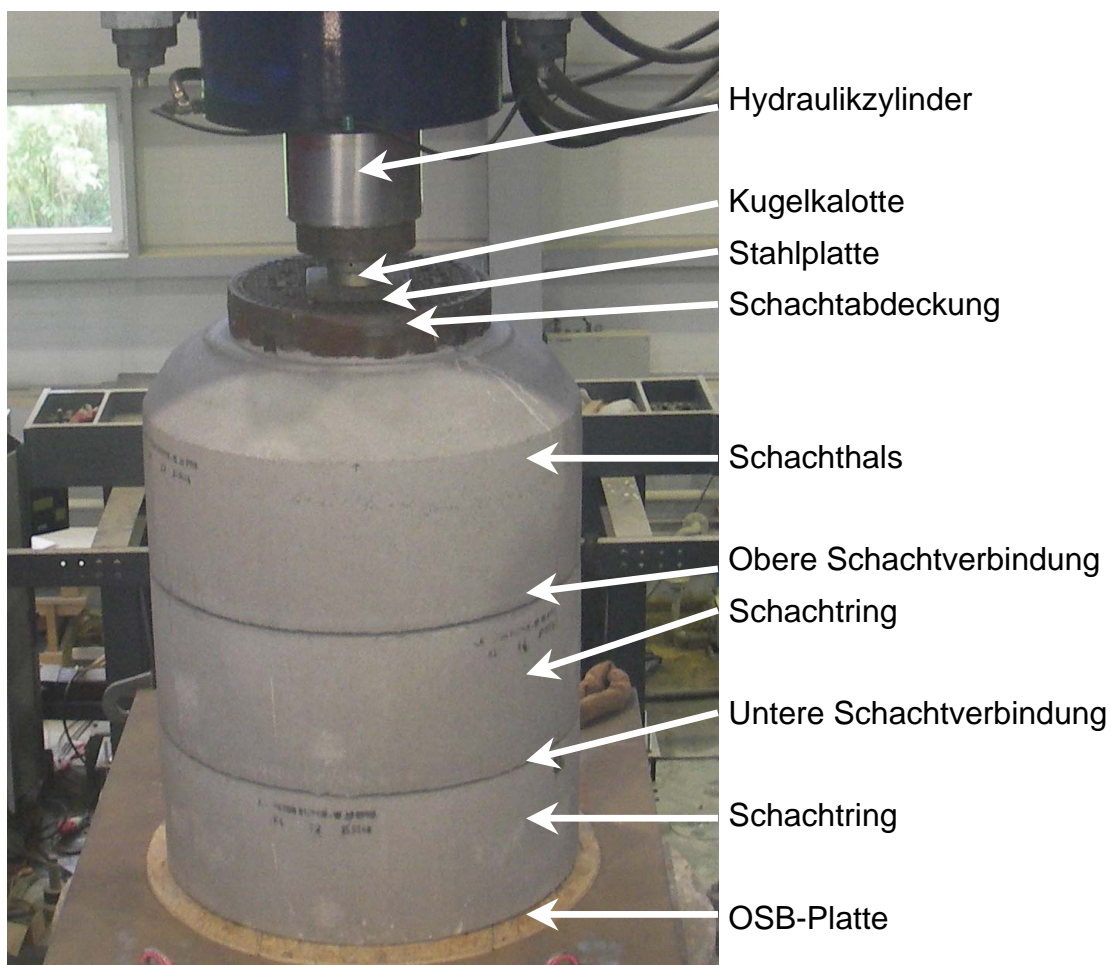


**Bild 1** Dicht- und Lastübertragungssystem „Top Seal Vario“

## 2 Versuchsaufbau

Am 7.5.2008 wurden zwei Schachtringe 1000/500/150 und ein Schachthals 1000/600/150 vom System „Top Seal Vario“ mit dem zugehörigen Gleitmittel im IKT angeliefert. Unter Verwendung des Spezialgleitmittels fügten die Mitarbeiter des IKT die Schachtteile zusammen und positionierten sie auf einer Stahlplatte unter dem hydraulischen Prüfzylinder. Eine Zwischenlage aus OSB-Holz sicherte eine gleichmäßige Kraftverteilung zwischen Schachtring und Stahlplatte. Für die Lateinleitung am Schachthals diente eine, mit geeignetem Mörtel montierte Schachtabdeckung vom Typ D400 der Fa. Meier Guss. In Anlehnung an DIN EN 1917, Anhang B wurde dann auf der Schachtabdeckung in Schachttachse eine Stahlplatte mit den Abmessungen 300 x 300 mm und einer Dicke von 30mm positioniert und über eine Kugelkalotte die Vertikalkraft in den Schacht eingeleitet (Bild 2).

Insgesamt sechs Wegaufnehmer mit einem Nennmessbereich von 25mm, die in den Drittelpunkten am oberen und unteren Ende des ersten Schachtringes von außen an Stahlwinkeln montiert waren (Bild 3), zeigten die Verformungen in der oberen und unteren Lastübertragungsfuge kontinuierlich an.



**Bild 2** Versuchsaufbau für die Schachtprüfung



*Bild 3 Wegaufnehmer zur Messung der Verformung in den Schachtverbindungen*

In der nachfolgend dargestellten Auswertung werden jeweils die Mittelwerte der Wegaufnehmer einer Schachtverbindung zur Bewertung herangezogen. Die Einzelwerte sind im Anhang dargestellt.

### **3 Phase 1: Statische Vorbelastung**

Zunächst erfolgte eine statische Erstbelastung des Schachtbauwerks, welche weggeregelt aufgebracht wurde. Ziel dieser Vorbelastung war es, den vollständigen Kraftschluss in den Schachtverbindungen sicherzustellen. Darüber hinaus dienen die Messwerte der Wegaufnehmer nach vollständiger Entlastung als Nullwerte für die dynamische Belastung in der Phase 2. Um die Lasten der nachfolgenden dynamischen Versuchsreihe nicht zu überschreiten, wurde die Maximalkraft im Rahmen der Vorversuche auf 100 kN begrenzt (vgl. Phase 2). Die statische Erstbelastung erfolgte in zwei Stufen:

1. Belastung bis 50 kN mit nachfolgender, vollständiger Entlastung
2. Belastung bis 100 kN mit nachfolgender, vollständiger Entlastung

Die Ergebnisse der Versuche sind im Bild 4 dargestellt. Es zeigte sich, dass die Belastung bis 100 kN lediglich geringfügige, bleibende Verformungen von im Mittel 0,12 mm zur Folge hat.

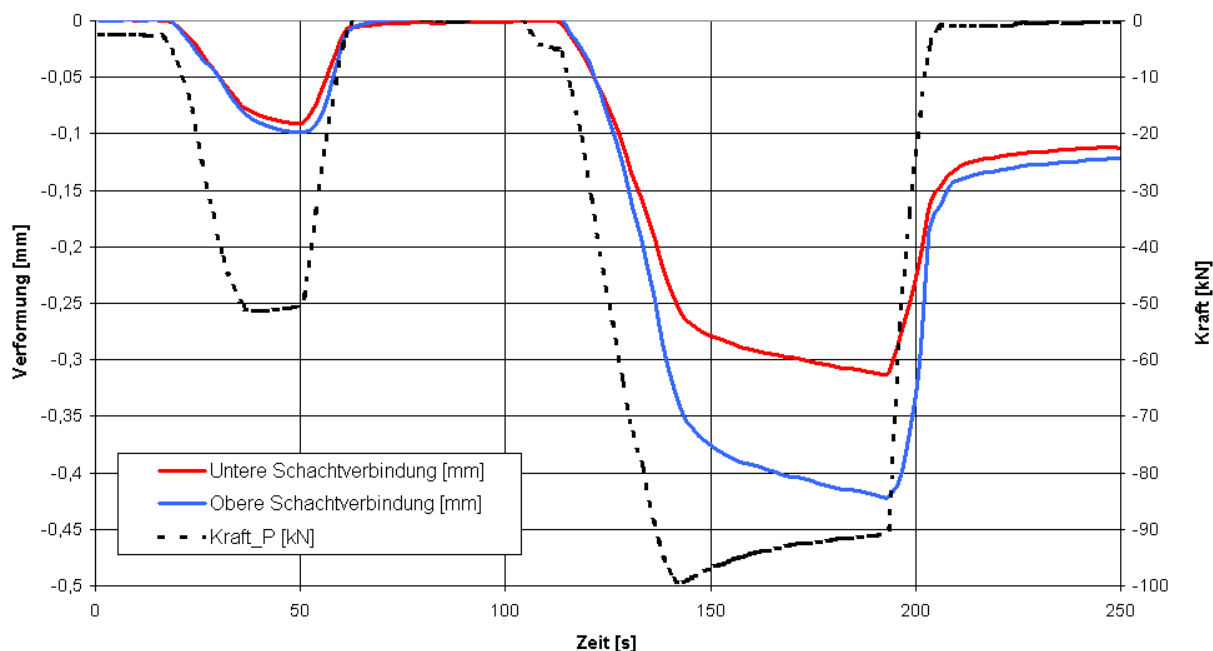


Bild 4 Statische Vorbelastung – Messergebnisse (Mittelwerte)

#### 4 Phase 2: Dynamische Verkehrsbelastung

Die dynamische Prüfung an dem Schachtsystem soll durch zyklisches Aufbringen von vertikalen Lasten das Überfahren des Schachtdeckels durch Lastkraftwagen simulieren. Unter dem 4000 kN-Portal wurde der Schacht mit 4 Mio. Lastwechseln bei einer Frequenz von 5 Hz belastet. Die aufgebrauchte Radlast betrug nach Vorgaben des Auftraggebers  $F = 100 \text{ kN}$  (10 to).

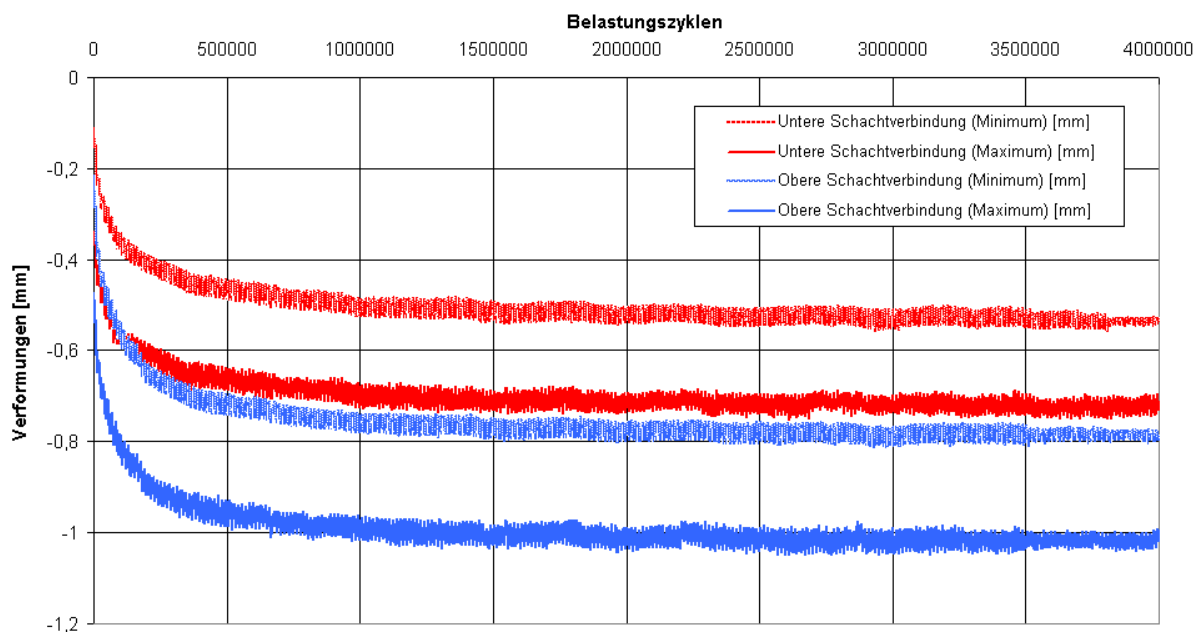
Die Randbedingungen der Versuche sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1 Randbedingungen der dynamischen Schachtsystemprüfung

Anzahl Lastwechsel:	4.000.000
Belastungsfrequenz:	5 Hertz
Schwingungsform:	Sinus
Lasteinleitung:	Zentrisch über Stahlplatte 300x300x30 mm
Oberlast:	$F_O = 100 \text{ kN}$
Unterlast:	$F_u = 15 \text{ kN}$ (Versuchstechnischer unterer Grenzwert)

Ausgangszustand der kraftgeregelten, dynamischen Versuche ist die sehr geringe, bleibende Verformung nach Abschluss der statischen Erstbelastung. Daher wurden die Wegaufnehmer im unbelasteten Zustand am Ende der Phase I auf Null gesetzt.

Bild 5 zeigt die Versuchsergebnisse der dynamischen Belastung. Dargestellt sind jeweils die aufgezeichneten Maximal- und Minimalverformungen der drei Wegaufnehmer einer Schachtverbindung als Mittelwert, d.h. die Bandbreite der aufgezeichneten Verformungen. Dabei tritt die Maximalverformung bei einer Belastung von 100 kN und die Minimalverformung bei einer Belastung von 15 kN auf.



**Bild 5**    *Dynamische Verkehrsbelastung – Messergebnisse Mittelwerte*

Die größte gemessene Verformung unter Maximalkraft nach 4 Mio. Lastwechseln betrug im Mittel 1 mm in der oberen Schachtverbindung, allerdings wurde dieser Wert bereits nach ca. 2 Mio. Lastwechseln erreicht. Das gleiche gilt für die untere Schachtverbindung. Auch hier wurde die größte gemessene Verformung von 0,72 mm bereits nach ca. 2 Mio. Lastwechseln erreicht, sodass die Versuchsdauer als ausreichend angesehen werden kann. Der Verformungszuwachs infolge der dynamischen Belastung, der im Verlauf der 4 Mio. Lastwechsel nahezu vollständig abgeklungen war, betrug in beiden Schachtverbindungen etwa 0,5 mm. Die Bandbreite der Verformung, d.h. der Abstand zwischen Minimal- und Maximalwert, lag nach 4 Mio. Lastwechseln in beiden Schachtverbindungen bei etwa 0,22 mm und blieb bereits nach 500 Lastwechseln nahezu konstant. Dieser Wert entspricht näherungsweise dem elastischen Verformungsanteil der Lastübertragungselemente für die hier aufgebrachte Vertikallast.

### 5 Phase 3: Statische Belastung bis zum Bruch

Nach der dynamischen Verkehrsbelastung wurde das Schachtsystem statisch bis zum Bruch belastet. Der Bruch des Konus und des oberen Schachtringes trat bei 760 kN auf und lag somit deutlich über dem geforderten Mindestwert nach DIN EN 1917 von 300 kN.

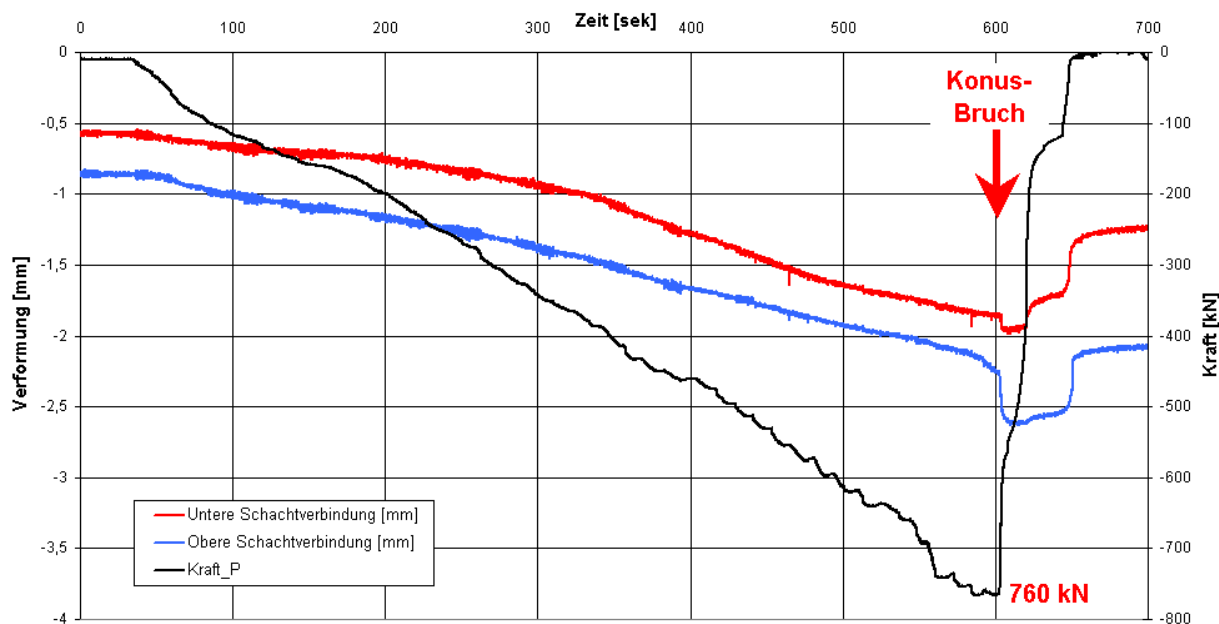


Bild 6 Statische Belastung (wegeregelt) bis zum Versagen des Schachtsystems

## 6 Zusammenfassung

Die Betonwerk Bieren GmbH beauftragte das IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur gGmbH mit der Prüfung des Schachtsystems „Top Seal Vario“ unter dynamischen Verkehrslasten. Entsprechend dem zwischen IKT und Auftraggeber abgestimmten Prüfprogramm erfolgte zunächst eine statische Erstbelastung des Schachtes, um den vollständigen Kraftschluss zwischen den Schachtelementen sicherzustellen. Aus der Belastung bis 100 kN ergaben sich hierbei bleibende Verformungen nach der Entlastung von lediglich 0,12 mm und Maximalverformungen während des Versuches von etwa 0,5 mm

Anschließend wurde das Schachtsystem dynamisch mit einer Oberlast von 100 kN und einer Unterlast von 15 kN mit einer Frequenz von 5 Hz durch 4 Mio. Lastwechsel belastet. Infolge dieser Belastung nahm die Verformung in den Schachtverbindungen um ca. 0,5 mm zu, sodass im Mittel Maximalverformungen unter Last (100 kN) von 1 mm auftraten. Die Bandbreite der Verformungen zwischen Ober- und Unterlast lag bei etwa 0,22 mm. Optisch konnten keinerlei Beschädigungen infolge der dynamischen Belastung festgestellt werden.

Abschließend wurde die Last statisch bis zum Bruch gesteigert. Hier wurde eine Maximalkraft von 760 kN erreicht, bevor es zum Versagen des Schachthalses kam.



## 7 Anhang

### Darstellung der Einzelmesswerte der Wegaufnehmer in den Schachtverbindungen

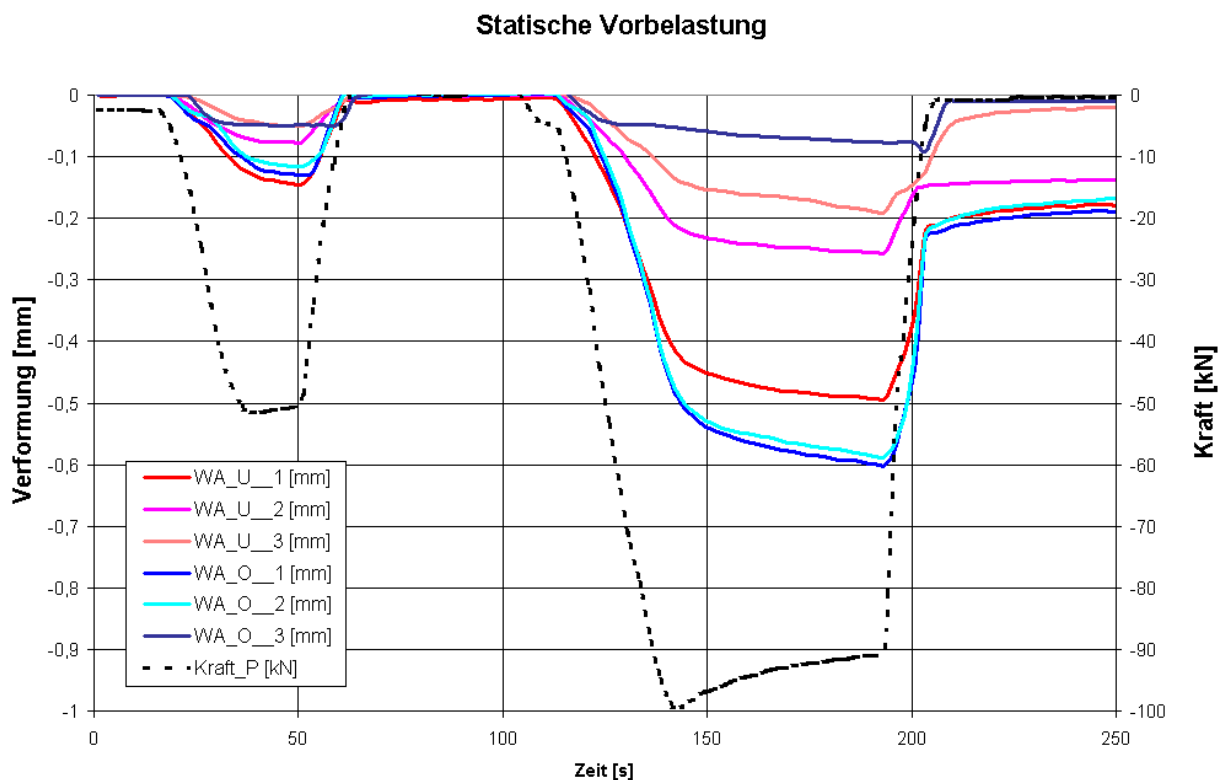


Bild A 1 Statische Erstbelastung – Grafische Darstellung der Messergebnisse

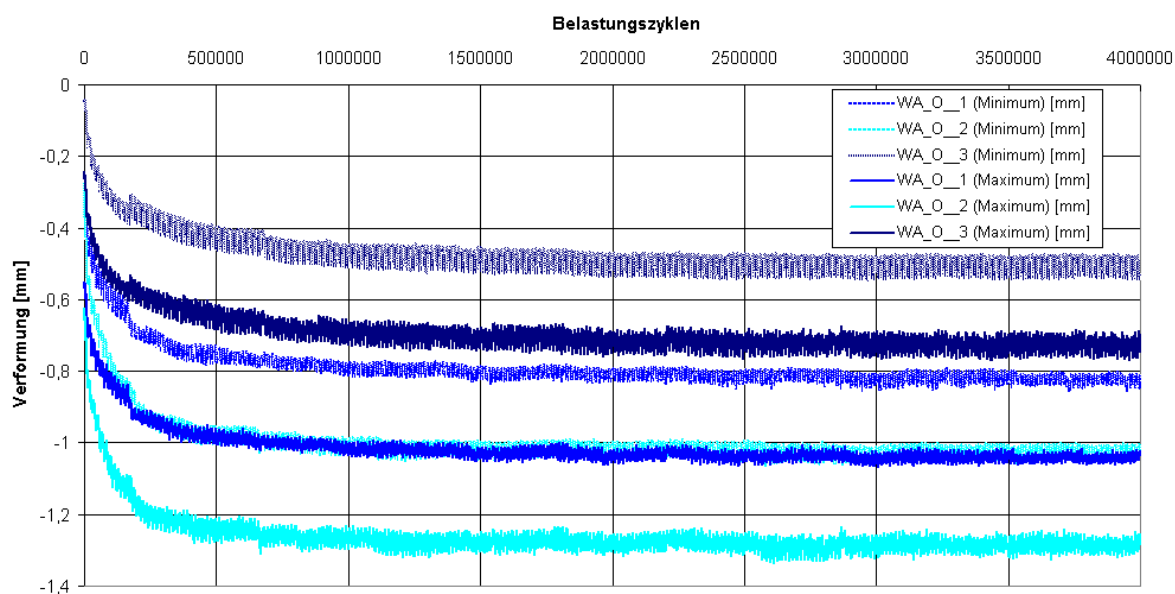


Bild A 2 Dynamische Verkehrsbelastung – Messergebnisse obere Schachtverbindung

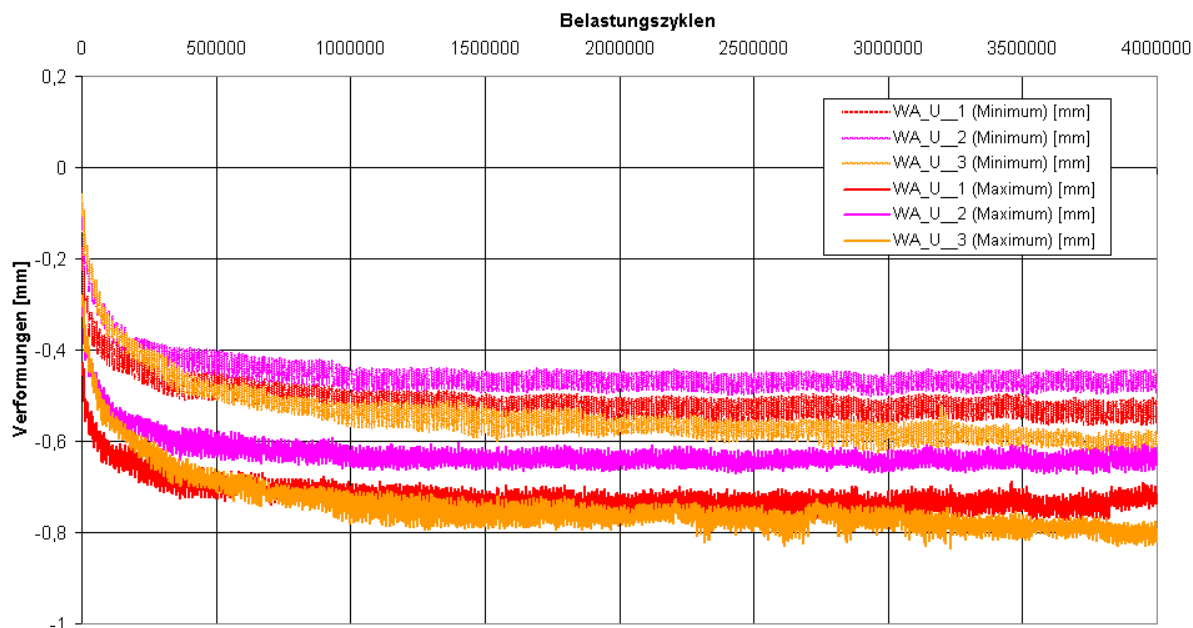


Bild A 3 Dynamische Verkehrsbelastung – Messergebnisse untere Schachtverbindung

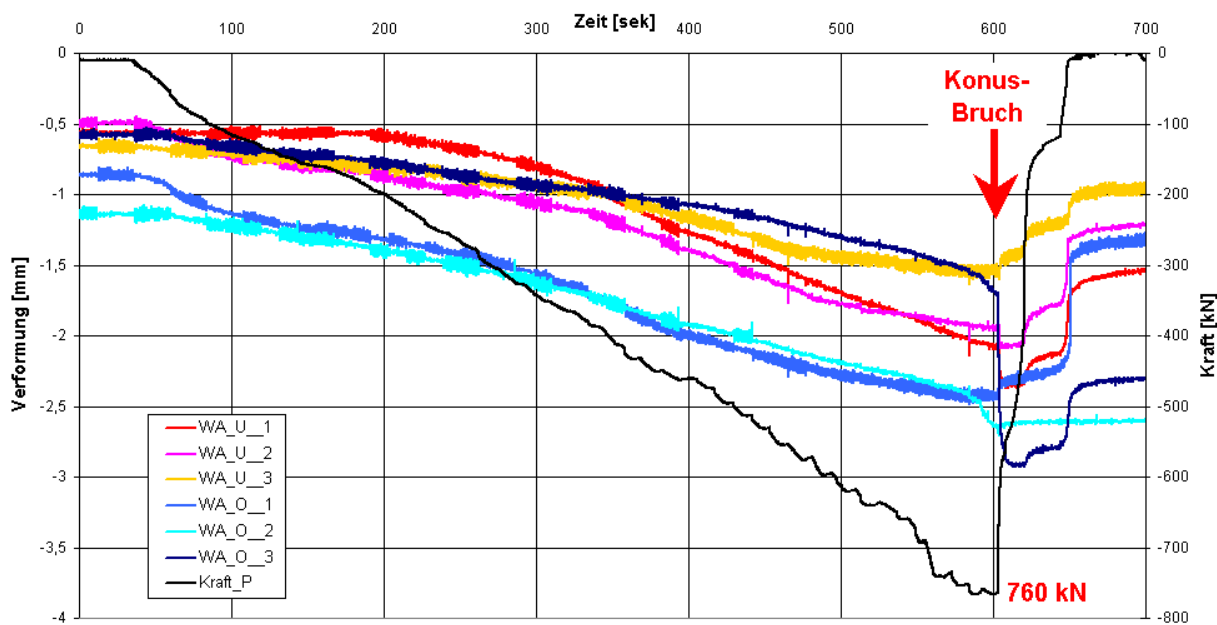


Bild A 4 Statische Belastung (wegeregelt) bis zum Versagen des Schachtsystems