

PRÜFBERICHT: P05895

Gelsenkirchen, den 2. Dezember 2015

Auftraggeber: zarmuTEC GmbH & Co. KG
Am Kritzelgarten 4
57234 Wilnsdorf

Prüfauftrag Nr: P05895

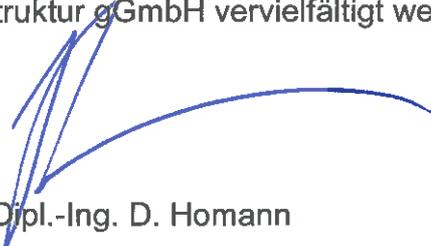
Bezeichnung des Prüfauftrags: Prüfung der maximalen Belastbarkeit von
Abwasserschächten mit und ohne Adapter-
ring

Datum des Auftrages: 08.07.2015

Bezeichnung des Auftraggebers: Schachtkopfsanierung mit Adapterring

Dieser Bericht besteht aus 11 Seiten

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


Dipl.-Ing. D. Homann
(Prüfstellenleiter)


Dipl.-Ing. M. Liebscher
(Projektleiter)

Inhaltsverzeichnis:

1 VERANLASSUNG	2
2 PRÜFPROGRAMM UND VERSUCHSAUFBAU.....	4
3 PRÜFERGEBNISSE.....	7
4 ZUSAMMENFASSUNG.....	10

1 Veranlassung

Die ca. 13,5 Mill. Abwasserschächte im deutschen Kanalnetz sind überwiegend nach den Baugrundsätzen der DIN 4034-2 errichtet worden. Es handelt sich um Schächte, die vor 1990 gebaut wurden und somit keine konstruktiven Verschiebesicherungsmerkmale im Schachtkopf, also oberhalb der Konusoberfläche aufweisen. Zwischen Konusoberfläche und Ausgleichsring bzw. zwischen Konus und Schachtabdeckung besteht eine „glatte Fuge“. Zudem weisen die Ausgleichsringe nach DIN 4034-2 im Vergleich zu denen nach DIN V 4034-1 eine geringere Wanddicke auf.

Das Schachtbauwerk ist dauerhaft hohen dynamischen, vertikalen und horizontalen Kräften ausgesetzt. Diese können zu erheblichen Schäden an Abdeckungen und Rahmen, Rissbildungen und Verschiebungen führen (*vergleiche Ergebnisse der DWA Studie 2009, „Zustand der Kanalisation in Deutschland“*).

Die nach der DIN EN 1917 und DIN V 4034-1 hergestellten Baukomponenten im Schachtkopfbereich sind sowohl verschiebesicher ausgebildet als auch mit vergrößerter Wanddicke konstruiert. Zudem werden die Bauteile güteüberwacht. Nicht zuletzt deshalb müssen neu errichtete Abwasserschächte DIN EN 1917 und DIN V 4034-1 entsprechen.

Im Sanierungsfall wird häufig aus wirtschaftlichen oder technischen Gründen lediglich der Schachtkopf erneuert. Dann ist eine kraftschlüssige und verschiebesichere Verbindung des Konus nach alter Bauart mit den aufgehenden Bauteilen nicht gewährleistet.

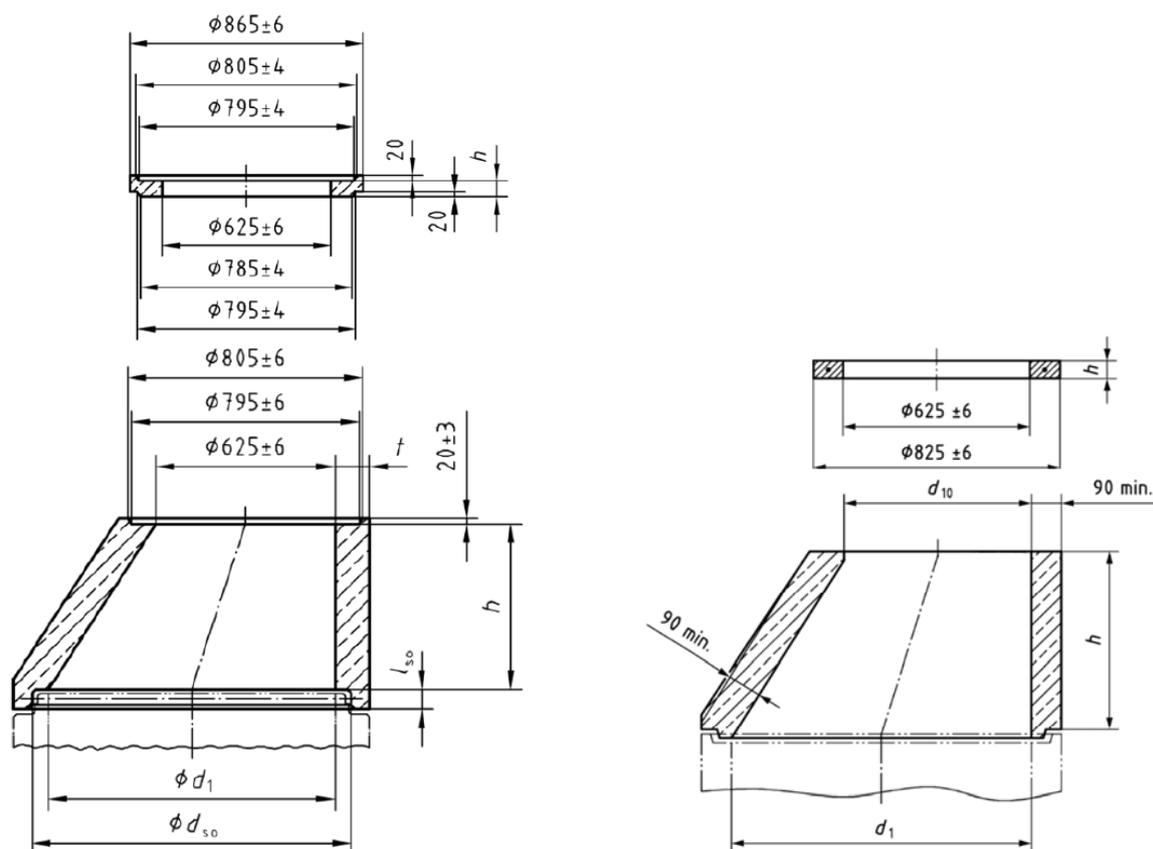


Bild 1 Schachtkonus und Ausgleichsring mit Verschiebesicherung
(nach DIN V 4034-1, links)
Schachtkonus und Ausgleichring ohne Verschiebesicherung
(nach DIN 4034-2, rechts)

Die Firma zarmuTEC GmbH & Co. KG hat nun ein Bauteil entwickelt, welches die Komponenten nach alter Bauart (entsprechend DIN 4034-2) kraftschlüssig mit den Komponenten der DIN V 4034-1 verbindet. Dieser Adapterring verhindert eine horizontale Verschiebung zwischen Schachtkonus und Ausgleichsring. Er wird zwischen dem Konus (nach DIN 4034-2, glatte Oberfläche) ohne Verschiebesicherung und den Ausgleichsringen (nach DIN V 4034-1) mit Verschiebesicherung oder direkt unter dem Rahmen der Abdeckung eingebaut. Es handelt sich hierbei um einen Ring aus Gusseisen, welcher in einem Mörtelbett unmittelbar auf dem Konus verlegt wird und durch die Anordnung eines Steges eine horizontale Verschiebung der angrenzenden Bauteile gegeneinander verhindert (Bild 2). Alternativ kann der Einbau auch mit Vergussmörtel erfolgen.

Zur Prüfung der Funktionsweise dieser Adapterringe wurden vergleichende Versuche an Schachtbauteilen mit und ohne Adapterring durchgeführt. Hierbei wurden Schachtbauwerke, bestehend aus Konus, Ausgleichsringen und Schachtrahmen mit Deckel, im oberen Bereich vertikalen und horizontalen Lasten ausgesetzt und die maximal aufnehmbaren Kräfte ermittelt.



*Bild 2 links: Ansicht des Adapterringes
rechts: Einbau eines Adapterringes auf einen glatten Konus ohne Verschiebesicherung*

2 Prüfprogramm und Versuchsaufbau

Im Rahmen der hier durchgeführten Versuche wurden zwei Lastkonstellationen untersucht.

Zunächst eine vertikale Verkehrsbelastung in Verbindung mit der zugehörigen horizontalen Bremslast auf der Abdeckung. Die aufgebrachten Belastungen wurden in Anlehnung an DIN EN 1991 gewählt. Hier werden 60 % der Radlast als Bremslast angenommen. Bei einer Radlast von 120 kN beträgt die Bremslast also 72 kN.

Anschließend wurde bei den verschiedenen Probekörpern eine reine Horizontalbelastung auf den Ausgleichsring bzw. auf den Schachtrahmen zur Ermittlung der maximalen Belastbarkeit der Verschiebesicherung aufgebracht.

Um verschiedene In-situ-Situationen zu erfassen, wurde der Schachtrahmen zum einen direkt auf den Konus und zum anderen auf zwei verbaute Ausgleichsringe in ein Mörtelbett gesetzt.

Es wurden Aufbauten sowohl mit Adapterring als auch ohne Adapterring und mit und ohne Verschiebesicherung, also nach DIN V 4034-1 und DIN 4034-2, untersucht. Pro Versuchsaufbau wurden zwei Versuche durchgeführt. Die auftretenden Kräfte und Verschiebewege wurden erfasst.

Es wurden insgesamt zwölf Probekörper hergestellt. Eine Übersicht der hergestellten Probekörper ist der Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1 Übersicht der hergestellten Probekörper

Lfd. Nr.	Schacht Nr.	Konus nach DIN4034-2/DIN V4034-1	Adapterring	Ausgleichsringe nach DIN 4034-2/DIN V 4034-1	Schachtrahmen
1	1-1	Ohne Verschiebesicherung (DIN 4034-2)	Ohne	Keine	Beton/Guss
2	1-2	Ohne Verschiebesicherung (DIN 4034-2)	Ohne	Keine	Beton/Guss
3	4-1	Ohne Verschiebesicherung (DIN 4034-2)	Ohne	2 Stück (DIN 4034-2) ohne Verschiebesicherung	Beton/Guss
4	4-2	Ohne Verschiebesicherung (DIN 4034-2)	Ohne	2 Stück (DIN 4034-2) ohne Verschiebesicherung	Beton/Guss
5	3-1	Mit Verschiebesicherung (DIN V 4034-1)	Ohne	Keine	Beton/Guss
6	3-2	Mit Verschiebesicherung (DIN V 4034-1)	Ohne	Keine	Beton/Guss
7	6-1	Mit Verschiebesicherung (DIN V 4034-1)	Ohne	2 Stück (DIN 4034-1) mit Verschiebesicherung	Beton/Guss
8	6-2	Mit Verschiebesicherung (DIN V 4034-1)	Ohne	2 Stück (DIN V 4034-1) mit Verschiebesicherung	Beton/Guss
9	2-1	Ohne Verschiebesicherung (DIN 4034-2)	Mit	Keine	Beton/Guss
10	2-2	Ohne Verschiebesicherung (DIN 4034-2)	Mit	Keine	Beton/Guss
11	5-1	Ohne Verschiebesicherung (DIN 4034-2)	Mit	2 Stück (DIN V 4034-1) mit Verschiebesicherung	Beton/Guss
12	5-2	Ohne Verschiebesicherung (DIN 4034-2)	Mit	2 Stück (DIN V 4034-1) mit Verschiebesicherung	Beton/Guss

Die Herstellung der Probekörper wird im Folgenden exemplarisch dargestellt. Für alle Fugen kam der Pagel Blitzmörtel VB-P10 zum Einsatz, welcher in einem Zwangsmischer nach Herstellerangaben gemischt wurde. Nach dem Auftragen des Mörtels auf den Schachtkonus wurde der Adapterring aufgesetzt (Bild 3). Anschließend wurden die Ausgleichsringe und der Rahmen der Schachtabdeckung verbaut (Bild 4).



Bild 3 Auftragen des Mörtels auf den Schachtkonus (links); Aufsetzen des Adapterringes (mitte); Fertig aufgesetzter Adapterring (rechts,)



Bild 4 Aufsetzen eines Ausgleichsringes mit Verschiebesicherung auf den Adapterring (links); Aufsetzen des Rahmens der Schachtabdeckung auf einen Ausgleichsring mit Verschiebesicherung (rechts)

Zur Durchführung der Versuche wurden die hergestellten Probekörper unter dem 1000 KN-Portal des IKT positioniert. Die vertikale Belastung wurde über einen fest installierten Hydraulikzylinder eingeleitet. Für die horizontale Belastung wurde ein über eine Handpumpe betriebener Hydraulikzylinder verwendet. Der prinzipielle Versuchsaufbau für die kombinierte Rad- und Bremslast ist Bild 5 zu entnehmen.



Bild 5 Versuchsaufbau Rad- und Bremslast: Übersicht (links); Vertikale Kräfteinleitung mit Rollenlager und horizontale Kräfteinleitung mit Handzylinder (rechts)

Zur Einleitung der vertikalen Belastung wurde ein Rollenlager eingesetzt, um eine Horizontalverschiebung zu ermöglichen. Die Horizontalbelastung wurde über einen auf dem Beton-Guss-Deckel montierten Winkel über den handpumpenbetriebenen Hydraulikzylinder eingeleitet.

Für die reine Scherbelastung wurde für eine bessere Lastverteilung eine V-förmige Stahlkonstruktion mit elastomerer Unterlage verwendet (Bild 6). Die vertikale Lasteinleitungs-konstruktion mit Rollenlagern diente lediglich als Abhebesicherung zur Gewährleistung einer reinen Scherbelastung.



Bild 6 Versuchsaufbau für reine Scherbelastung: Horizontale Krafteinleitung mit Lastverteilung und vertikale Abhebesicherung mit Rollenlager

3 Prüfergebnisse

Zunächst wurden die Prüfungen der kombinierten Rad- und Bremslast durchgeführt. Da alle Systeme für diesen Anwendungsfall bemessen und konstruiert sind, konnten hierbei erwartungsgemäß an keinem der Probekörper Beschädigungen infolge der Belastung festgestellt werden.

Anders verhielt es sich bei den reinen Scherversuchen. Hier waren erheblich unterschiedliche Verhaltensweisen zu beobachten. Diese stehen in direktem Zusammenhang mit dem verwendeten **System**:

System ohne Verschiebesicherung

Bei dem System ohne Verschiebesicherung, also bei den Prüfkörpern bestehend aus den Komponenten der DIN 4034-2, kam es bei direkt aufgesetztem Schachtrahmen im Mittel bei 55 KN zum Scherversagen.

Beim Einsatz von Ausgleichsringen ohne Verschiebesicherung erhöhte sich die Bruchlast auf etwa 80 KN.

Bild 7 zeigt die Versagensart dieser beiden Systemvarianten.



Bild 7 System ohne Verschiebesicherung:
Scherbruch in der Fuge Konus-Schachtrahmen i.M. bei 55 KN (links) und
Scherbruch in der Fuge Konus-Ausgleichsring i.M. bei 80 KN (rechts)

System mit Verschiebesicherung

Bei dem System mit Verschiebesicherung, also bei den Prüfkörpern bestehend aus den Komponenten der DIN EN 1917 und der DIN V 4034-1, kam es bei direkt aufgesetztem Schachtrahmen im Mittel bei 90 KN zum Scherversagen. Hierbei kam es zum Ausbruch der als Verschiebesicherung vorgesehenen umlaufenden Betonkante.

Beim Einsatz von Ausgleichsringen mit Verschiebesicherung trat auch bei einer Scherkraft von etwa 132 KN kein Versagen auf.

Bild 8 zeigt exemplarisch die Versagensart der Systemvariante mit Verschiebesicherung.



Bild 8 System mit Verschiebesicherung:
Scherbruch in der Fuge Konus-Schachtrahmen bei i.M. 90 KN (links)
und Kein Versagen der Fuge Konus-Ausgleichsring bei 132KN (rechts)

System mit Adapterring

Bei dem System mit Adapterring kam es sowohl bei direkt aufgesetztem Schachtrahmen als auch beim Einsatz von Ausgleichsringen mit Verschiebesicherung selbst bei einer aufgetragenen Scherkraft von 132 KN nicht zum Versagen.

Es zeigt sich also, dass das System mit Adapterring nahezu die doppelte Scherkraftbelastung aufnimmt, als ein System ohne Verschiebesicherung nach DIN 4034-2.

Darüber hinaus nimmt das System mit Adapterring im Fall des direkt aufgesetzten Schachtrahmens sogar größere Scherkraftbelastungen auf als das System nach DIN EN1917 und DIN V 4034-1.

Bild 9 zeigt den Versuchsaufbau System mit Adapterring in den beiden Systemvarianten mit und ohne Ausgleichsringen.



Bild 9 System mit Adapterring:
kein Versagen der Fugen Konus-Adapterring-Schachtrahmen bei 132 KN
(links) sowie der Fugen Konus-Adapterring-Ausgleichsringe-Schachtrahmen
bei 132 KN (rechts)

In Tabelle 2 sind die Ergebnisse der reinen Scherversuche zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 2 Zusammenstellung der Versuchsergebnisse (Scherversuche)

System	Aufbau	Maximale Scherlast in der Verbundfuge
Konus ohne Verschiebesicherung (DIN 4034-2)	Nur Schachtrahmen	Versagen bei 55 KN
	Zwei Ausgleichsringe (DIN 4034-2)	Versagen bei 80 KN
Konus mit Verschiebesicherung (DIN V 4034-1)	Nur Schachtrahmen	Versagen bei 90 KN
	Zwei Ausgleichsringe (DIN V 4034-1)	Kein Versagen > 132 KN
Konus ohne Verschiebesicherung (DIN 4034-2) mit Adapterring	Nur Schachtrahmen	Kein Versagen > 132 KN
	Zwei Ausgleichsringe (DIN V 4034-1)	Kein Versagen > 132 KN

4 Zusammenfassung

Schachtbauwerke im Kanalnetz sind dauerhaft hohen dynamischen, vertikalen und horizontalen Kräften ausgesetzt. Diese können zu erheblichen Schäden und auch zu horizontalen und vertikalen Verschiebungen der Schachtabdeckungen und Ausgleichsringe führen.

Hiervon sind insbesondere diejenigen Schachtbauwerke betroffen, die nach den Baugrundsätzen der DIN 4034-2, also vor 1990, errichtet worden sind. Diese weisen an der Bauwerksfuge zwischen Konusoberfläche und Ausgleichsring bzw. zwischen Konus und Schachtabdeckung keine konstruktiven Verschiebesicherungsmerkmale auf und sind mit einer vergleichsweise geringen Wanddicke ausgebildet. Vermutlich mehr als 80 % der Abwasserschächte in Deutschland sind derartig ausgebildet.

Die nach der DIN EN 1917 und DIN V 4034-1 hergestellten Baukomponenten im Schachtkopfbereich sind sowohl „verschiebesicher“ ausgebildet als auch mit vergrößerter Wanddicke konstruiert. Zudem werden die Bauteile güteüberwacht.

Mit dem Adapterring aus Gusseisen hat die Firma zarmuTEC GmbH & Co. KG eine technischen Lösung gefunden, mit der erstmals eine kraftschlüssige und gleichzeitig verschiebesichere Verbindung des Konus nach DIN 4034-2 mit Ausgleichsringen und/oder Schachtrahmen nach DIN V 4034-1 möglich ist.

Zur Prüfung der Wirksamkeit dieser Adapterringe wurden durch das IKT Versuche an Schachtbauteilen mit und ohne Adapterring durchgeführt. Hierbei wurde der obere Bereich eines Schachtbauwerkes, bestehend aus Konus, Ausgleichsrings und Schachtrahmen mit Deckel vertikalen und horizontalen Lasten ausgesetzt.

Bei dem System ohne Verschiebesicherung, also nach DIN 4034-2, kam es bei direkt aufgesetztem Schachtrahmen auf den Konus im Mittel bei 55 KN zum Scherversagen. Bei zusätzlich verbauten Ausgleichsrings auf dem Konus erhöhte sich die Bruchlast auf etwa 80 KN.

Bei dem System mit Verschiebesicherung nach DIN EN 1917 und DIN V 4034-1 kam es bei direkt aufgesetztem Schachtrahmen auf den Konus im Mittel bei 90 KN zum Scherversagen. Hierbei kam es zum Ausbruch der als Verschiebesicherung vorgesehenen umlaufenden Betonkante. Bei zusätzlich verbauten Ausgleichsrings auf dem Konus versagte das System auch bei 132 KN nicht.

Bei dem System mit Adapterring kam es sowohl bei direkt aufgesetztem Schachtrahmen als auch beim Einsatz von Ausgleichsrings mit Verschiebesicherung auf den Konus selbst bei einer aufgebrauchten Scherkraft von 132 KN nicht zum Versagen.

Das System mit Adapterring nimmt die aufgebrauchten vertikalen und horizontalen Kräfte in den durchgeführten Prüfungen sicher auf und bietet gegenüber den Systemen nach DIN 4034-2 und DIN EN 1917/DIN V 4034-1 zusätzliche Leistungsreserven.