

PRÜFBERICHT: P01639 – A01

Gelsenkirchen, 30. Mai 2007

Auftraggeber: PLASSON GmbH
Krudener Weg 29
46485 Wesel

Prüfauftrag Nr.: P01639

Bezeichnung des Prüfauftrags: Prüfung des PLASSON Schachtanschluss-
systems für Betonschächte

Bezeichnung des Auftraggebers: -

Datum des Auftrages: 06.09.2006

Dieser Prüfbericht besteht aus 23 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. C. Homey
(Projektleiterin)

Proben

Probenbezeichnung		Eingang am	Probenherstellung durch	Beschreibung der Probekörper
Lfd. Nr.	IKT (Prüfstelle) AG			
1	H1699-1, H1699-2, H1699-3, H1699-5, H1699-6, H1699-7	24.10.06	PLASSON GmbH	Der PLASSON LightFit Schachtanschluss aus Polyethylen wurde in einen Beton-schacht integriert angeliefert.

Durchgeführte Prüfungen

Anzahl	Prüfungsart	Prüfvorschrift	Prüfling Nr.	Prüflingsherstellung
3	Überprüfung der Abwinkelbarkeit des Schachtanschlusssystems in Kurzzeit-Versuchen	-	H1699-5, H1699-6, H1699-7	Zur Prüfung der Abwinkelbarkeit der Schachtanschlüsse wurden vom AG im IKT PE-Rohre über eine Elektroschweißmuffe mit den Adaptern verbunden.
3	Überprüfung der Abwinkelbarkeit des Schachtanschlusssystems in Langzeit-Versuchen	-	H1699-1, H1699-2, H1699-3	Zur Prüfung der Abwinkelbarkeit der Schachtanschlüsse wurden vom AG im IKT PE-Rohre über eine Elektroschweißmuffe mit den Adaptern verbunden.

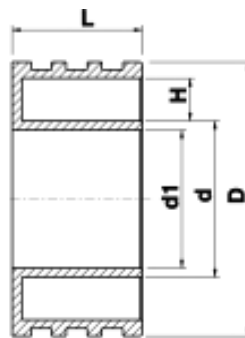
1 Veranlassung und Produktbeschreibung

Mit Datum vom 06. September 2006 beauftragte die PLASSON GmbH, Wesel, das IKT-Institut für Unterirdische Infrastruktur mit der Prüfung des PLASSON Schachtanschluss-systems (Schachtadapter). Hierbei handelt es sich um ein Formteil aus Polyethylen (PE), das bereits im Betonwerk in den Schacht eingebaut wird (Bild 1). An diesen Adapter kann dann auf der Baustelle ein PE-Rohr mit einer Schweißmuffe angeschlossen werden.

Mit den im IKT durchgeführten Langzeit-Versuchen sollte überprüft werden, welche Ab-winklungen mit dem PLASSON Schachtanschlusssystem möglich sind, ohne dass die Gebrauchsfähigkeit und die Dichtheit des Anschlusses beeinträchtigt werden. Um die Prüfparameter hierfür festzulegen, wurden zunächst in Vorversuchen Kurzzeit-Abwink-lungen durchgeführt.



a) Adapter für Betonschächte



b) Skizze des Adapters
(Seitenansicht)



c) In den Schacht integrierter und verankerter Adapter

Bild 1: PLASSON Schachtanschluss

2 Anforderungen der Normen und Regelwerke an Schachtanschlüsse

Anforderungen und Prüfungen sowie Regelvorschläge für die Planung und Ausführung von Schächten für erdverlegte Abwasserkanäle und -leitungen enthalten die Arbeitsblätter DWA-A 157 [1] und DWA-A 241 [2]. Da beim Anschluss von Rohren an Bauwerke unzulässige Zwängungsbeanspruchungen – beispielsweise durch unterschiedliche Setzungen von Schacht und Rohrleitung – auftreten können, wird im Arbeitsblatt DWA-A 157 [1] angegeben, dass bei Rohren mit Nennweiten bis DN1200 die Abwasserkanäle und -leitungen doppelgelenkig anzuschließen sind. „Im Einzelfall kann auf die Doppelgelenkigkeit verzichtet werden, wenn nachgewiesen wird, dass diese Einflüsse nicht auftreten oder von Schacht und Rohr schadlos aufgenommen werden können.“ Im Merkblatt DWA-M 158 [3] werden darüber hinaus Beispiele zur konstruktiven Ausführung von Schachtbauwerken gegeben.

Neben den o. g. Regelwerken sind auch in Normen die Anforderungen an Anschlüsse von Schächten festgelegt. Für Schächte aus **Betonfertigteilen** gelten dafür insbesondere die DIN EN 1917 [4] und die DIN V 4034-1 [5]. So gibt die DIN EN 1917 [4] unter 4.3.3.7 vor, dass die Winkeltoleranzen von Anschlüssen an vertikale Bauteile $\pm 3^\circ$ in der Horizontalen und die Toleranzen in der Höhe der Anschlüsse ± 15 mm ohne Gegengefälle zwischen etwaigem Ein- und Auslauf betragen müssen. Der Nachweis der Wasserdichtheit ist bis zu einer Abwinklung der Verbindungsrohre oder Passstücke von 12500/DN in Millimeter je Meter oder 50 Millimeter je Meter, je nachdem, welcher Wert kleiner ist, zu erbringen. Im Abschnitt 4.3.13 der DIN V 4034-1 [5] wird ergänzend zu DIN EN 1917 [4] angegeben, dass Anschlüsse dicht und in der Regel beidseitig doppelgelenkig gegenüber allen ankommenden und abgehenden Kanälen und Leitungen hergestellt werden müssen. Diese Anforderung gilt auch für nachträgliche Anschlüsse.

Für Anschlüsse an Schachtunterteile aus **Mauerwerk** gelten die Anforderungen und Prüfungen sowie Regelvorschläge der DIN 4034-10 [6]. Darin wird unter 4.7 allgemein formuliert, dass Anschlüsse dicht hergestellt werden müssen. „Ist der Anschluss von Kunststoffrohren vorgesehen, sind dafür geeignete Schachtfutter einzusetzen, Rohre aus anderen Werkstoffen können ebenfalls über zugehörige Schachtfutter angeschlossen werden.“ Die Dichtheitsprüfung ist dabei nach 9.2 der DIN 4033 [7] (ersetzt durch DIN EN 1610 [8]) durchzuführen. Angaben bezüglich aufzunehmender Mindestabwinklungen sind nicht aufgeführt.

Anforderungen an Schächte aus **Kunststoff** sind in DIN EN 14802 [9] geregelt. Speziell für Schächte aus PE-HD gilt darüber hinaus die DIN 19537-3 [10]. Hier wird lediglich die Prüfung des Fertigschachts mit Anschlussstücken nach DIN 4033 [7] (ersetzt durch DIN EN 1610 [8]) gefordert.

Auch bei Schächten aus **glasfaserverstärktem Kunststoff**, für die die Anforderungen in DIN 19565-5 [11] formuliert sind, hat die Prüfung der Anschlüsse nach DIN 4033 [7] (ersetzt durch DIN EN 1610 [8]) zu erfolgen. Die Überprüfung der Dichtheit unter Berücksichtigung von Mindestabwinklungen ist hierin nicht geregelt.

In der DIN EN 1610 [8] wird gefordert, „Gelenkverbindungen in die Wand einzubauen oder so dicht wie möglich an der Außenwand des Bauwerks anzuordnen, es sei denn, Rohrleitung und Bauwerk bilden bautechnisch eine Einheit auf festem Fundament“. Eine detaillierte Beschreibung der gelenkigen Ausführung, wie beispielsweise unter Angabe der erforderlichen Abwinklung, ist darin nicht enthalten. Es wird lediglich ergänzt, dass zusätzliche Gelenkigkeit durch den Einbau kurzer Rohre oder Gelenkstücke ermöglicht werden darf.

Im Gegensatz dazu werden beispielsweise in DIN 4060 [12] für Rohrverbindungen mit Elastomerdichtungen die in Tabelle 1 aufgeführten Anforderungen an diese Verbindungen bezüglich der erforderlichen Abwinklungen definiert. Diese sind abhängig von der Nennweite der Rohre.

Tabelle 1: Erforderliche Abwinklung nach DIN 4060 [12]

DN	Abwinklung in mm/m Baulänge
100 bis 200	50
> 200 bis 500	30
> 500 bis 1000	20
> 1000 bis 1600	10
> 1600	Nach Vereinbarung

DIN EN 476 [13] für Schwerkraftentwässerungssysteme ist eine weitere Norm, in der minimal aufnehmbare Abwinklungen festgelegt sind. Diese enthält Tabelle 2.

Tabelle 2: Erforderliche Abwinklung nach DIN EN 476 [13]

DN	Abwinklung in mm/m Baulänge
< 300	30
> 300 bis 600	20
> 600 bis 1000	10
> 1000	$10 \times \frac{1000}{\text{DN}}$ mm

Die für Steinzeugrohre und Formstücke sowie Rohrverbindungen für Abwasserleitungen und -kanäle gültige Norm DIN EN 295-3 [14] schreibt die in Tabelle 3 angegebenen Abwinklungen vor.

Tabelle 3: Erforderliche Abwinklung nach DIN EN 295-3 [14]

DN	Abwinklung in mm/m Baulänge
100 bis 200	80
> 225 bis 500	30
> 600 bis 800	20
> 800	10

3 Vorversuche (Kurzzeit-Abwinklung)

3.1 Vorgehensweise

An drei PLASSON Schachtanschlussystemen (Schachtadapter), die der Auftraggeber (AG) in Betonschachtunterteilen eingebaut hatte, wurde die maximale Abwinklung bestimmt, bei der die Dichtheit der Anschlüsse noch gegeben ist. Ziel dieser Versuche war es, die Eingangswerte für die Langzeit-Abwinklung festzulegen. Hierfür wurden vom AG Polyethylen-Rohrabschnitte von 1,50 m Länge, 400,0 mm Außendurchmesser und 354,6 mm Innendurchmesser über eine Elektroschweißmuffe mit dem Schachtadapter verbunden.



Bild 2: Entfernung der Oxidhaut Bild 3: Rohr mit aufgesteckter Schweißmuffe



Bild 4: Einschieben der Rohres mit aufgesteckter Muffe in den Adapter

Bild 5: Elektroschweißung des Schachtanschlusses

Zur Gewährleistung einer homogenen Verbindung zwischen Rohr und Schweißmuffe entfernten die Mitarbeiter der PLASSON GmbH zunächst im Bereich der Fügeflächen die Oxidhaut auf der Rohroberfläche (Bild 2). Anschließend steckten sie die Elektroschweiß-

muffe auf das vorbereitete Rohrende (Bild 3), schoben das Rohr mit der Schweißmuffe in den Adapter (Bild 4) und verschweißten es durch Elektroschweißung (Bild 5).

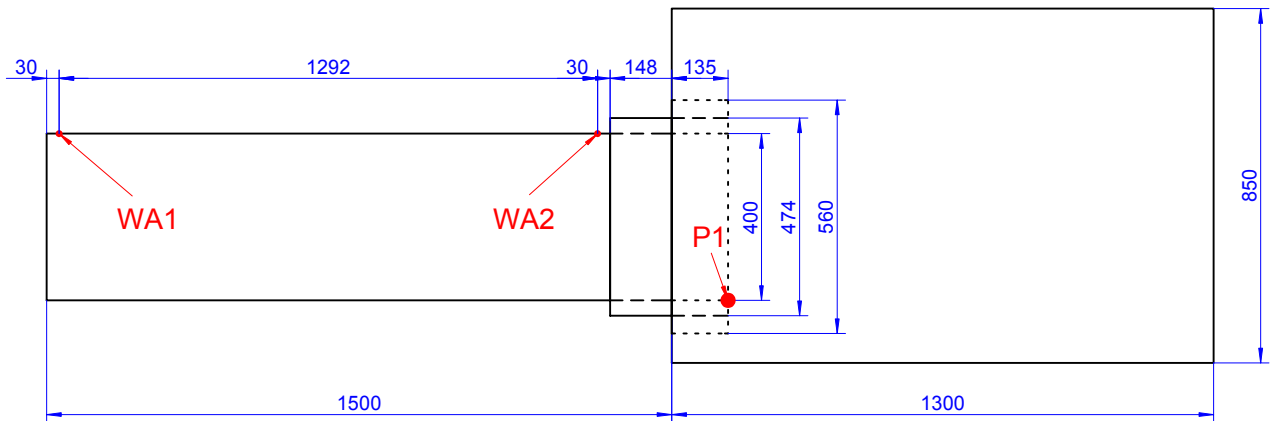
Die Kurzzeit-Abwinklung der PE-Rohre erfolgte in Absprache mit dem AG stufenweise, in Schritten von 13 mm/m bis 34 mm/m bzw. $0,7^\circ$ bis $1,9^\circ$, in vertikaler Richtung bis zum Versagen des Anschlusssystems. Durch Gewichte, die über Styroporkissen die Rohroberseite belasteten, wurde die jeweilige Abwinklungsstufe eingestellt (Bild 6) und mit Hilfe entsprechender Wegaufnehmer kontrolliert (Bild 7).

Die Dichtheit der drei PLASSON Schachtanschlüsse wurde in Anlehnung an DIN EN 1610 [8] mit dem Prüfmedium Wasser bei einem Prüfdruck von 0,5 bar vor Versuchsbeginn und jeweils nach dem Einstellen einer Abwinklungsstufe überprüft. Da die Probekörper oberirdisch und von allen Seiten zugänglich aufgebaut waren, wurde als Dichtheitskriterium keine zulässige Wasserzugabe nach DIN EN 1610 [8], sondern eine visuelle Kontrolle der Schachtanschlüsse gewählt. Die Schachtanschlüsse werden als dicht bewertet, sofern kein Wasser sichtbar aus den Probekörpern austritt. Eine Durchfeuchtung des Betons ist zulässig.



Bild 6: Versuchsaufbau im IKT

Durch die Positionierung von zwei Wegaufnehmern am Rohrende und unmittelbar vor der Schweißmuffe am Schachtanschluss konnte die Abwinklung messtechnisch überwacht werden.



P1 : angenommener Drehpunkt für die Abwinklung

WA1: Wegaufnehmer am Rohrende

WA2: Wegaufnehmer am Schachtadapter vor der Schweißmuffe

Bild 7: Systemskizze mit Lage der Wegaufnehmer WA1 und WA2

3.2 Ergebnisse der Vorversuche

Alle drei PLASSON Schachtanschlüsse H1699-5, H1699-6 und H1699-7 waren bei einer Dichtheitsprüfung vor Beginn der Abwinklungen dicht. In den anschließenden Kurzzeit-Abwinklungen zeigte sich, dass bei den Probekörpern zum Teil auf unterschiedlichen Verformungsstufen erste Undichtigkeiten auftraten.

Die größte Abwinklung erreichte Schachtanschluss H1699-5. Hier war die Wasserdichtigkeit bis zu einer Abwinklung von 79 mm/m bzw. $4,5^\circ$ (127 mm am Rohrende) noch gegeben. Nach dem Erreichen dieser Abwinklungsstufe wurde eine leichte Durchfeuchtung im Beton unter dem PE-Adapter festgestellt. Unmittelbar nach einer Steigerung der Abwinklung auf 96 mm/m bzw. $5,5^\circ$ (155 mm am Rohrende) versagte der Schachtanschluss (Bild 8).



Bild 8: Schachtanschluss H1699-5: Abwinklung von 96 mm/m bzw. 5,5° (155 mm am Rohrende), Versagen der PE-Verbindung, starker Wasseraustritt

Schachtanschluss H1699-6 war bis zu einer Abwinklung von 34 mm/m bzw. 2,0° (55 mm am Rohrende) dicht. Ab einer Abwinklung von 66 mm/m bzw. 3,8° (107 mm am Rohrende) lag hier ein erkennbarer Wasseraustritt durch den Beton unterhalb des PLASSON Schachtanschlusses in Form von Tropfen vor (Bild 9). Nach einer weiteren Steigerung der Abwinklung auf 81 mm/m bzw. 4,6° (129 mm am Rohrende) vermehrte sich der Wasseraustritt, der sich nun tropfend am Übergang von Beton zum PLASSON Schachtanschluss über den gesamten Umfang erstreckte. Ab einer Abwinklung von 99 mm/m bzw. 5,7° (159 mm am Rohrende) traten Risse im Beton auf, die darüber hinaus einen Wasseraustritt durch die Schachtwand verursachten. Nach einer weiteren Steigerung der Abwinklung auf über 99 mm/m bzw. 5,7° vergrößerten sich diese Risse. Bei einer Abwinklung von etwa 121 mm/m bzw. 6,9° (194 mm am Rohrende) versagte schließlich der PLASSON Schachtanschluss (Bild 10).



Bild 9: Schachtanschluss H1699-6: Abwinklung von 66 mm/m bzw. 3,8° (107 mm am Rohrende), leichte Durchfeuchtung bis leicht tropfender Wasseraustritt durch die Schachtwand



Bild 10: Schachtanschluss H1699-6: Abwinklung von 121 mm/m bzw. 6,9° (194 mm am Rohrende), Versagen des PLASSON Schachtanschlusses

Sehr ähnliche Ergebnisse lieferte der Schachtanschluss H1699-7, der bis zu einer Abwinklung von 33 mm/m bzw. 1,9° (53 mm am Rohrende) dicht war. Ab einer Abwinklung von 65 mm/m bzw. 3,7° (105 mm am Rohrende) kam es auch hier zu einem sichtbaren Wasseraustritt. Ebenso wie bei dem Anschluss H1699-6 trat bei dieser Abwinklungsstufe Wasser durch den Beton unterhalb des Schachtanschlusses in Form von Tropfen aus. Nach dem Erreichen der Abwinklungsstufe von 80 mm/m bzw. 4,6° (128 mm am Rohrende) vermehrte sich die Tropfenbildung. Eine Steigerung der Abwinklung auf 97 mm/m bzw. 5,5° (156 mm am Rohrende) führte zu einer Rissbildung im Beton, so dass das Wasser nun auch durch die Betonwand austrat (Bild 11). In der nächsten Abwinklungsstufe von 113 mm/m bzw. 6,4° (181 mm am Rohrende) vergrößerten sich die Risse, so dass fließender Wasseraustritt über den gesamten Umfang am Übergang zum PLASSON Schachtanschluss zu erkennen war (Bild 12). Bei einer weiteren Steigerung der Abwinklung nahm die Rissbildung weiter zu und der Wasseraustritt erhöhte sich. Ein Herausbrechen des PLASSON Schachtanschlusses wurde nicht festgestellt.



Bild 11: Schachtanschluss H1699-7: Abwinklung von 97 mm/m bzw. 5,5° (156 mm am Rohrende), Rissbildung im Beton und tropfender Wasseraustritt durch den Beton



Bild 12: Schachtanschluss H1699-7: Abwinklung von 113 mm/m bzw. 6,4° (181 mm am Rohrende), Rissvergrößerung und stark fließender Wasseraustritt durch den Beton sowie am Übergang zum PE-Adapter über den gesamten Umfang

Die gemessenen Verschiebungen des Rohres am Rohrende und unmittelbar vor der Schweißmuffe am Schachtanschluss sind in den folgenden Grafiken dargestellt (Bild 13 bis Bild 15).

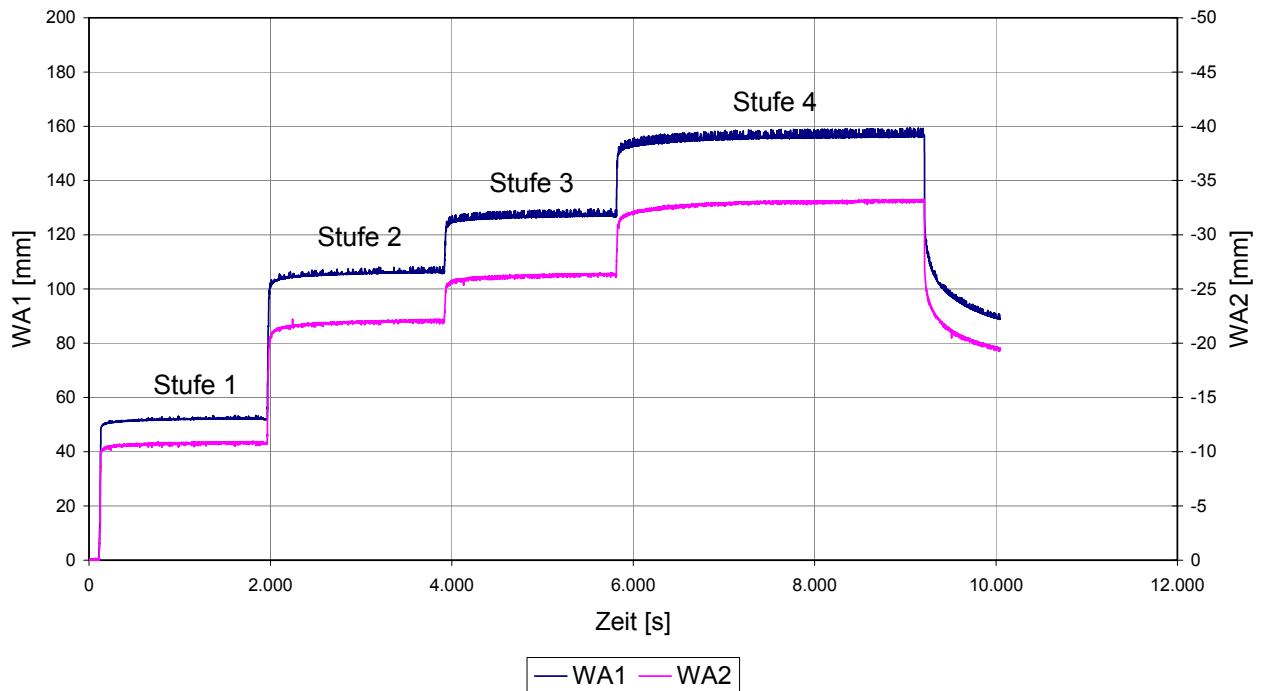


Bild 13: Verformungen am Rohrende (WA1) und vor der Schweißmuffe (WA2) des PLASSON Schachtanschlusses H1699-5

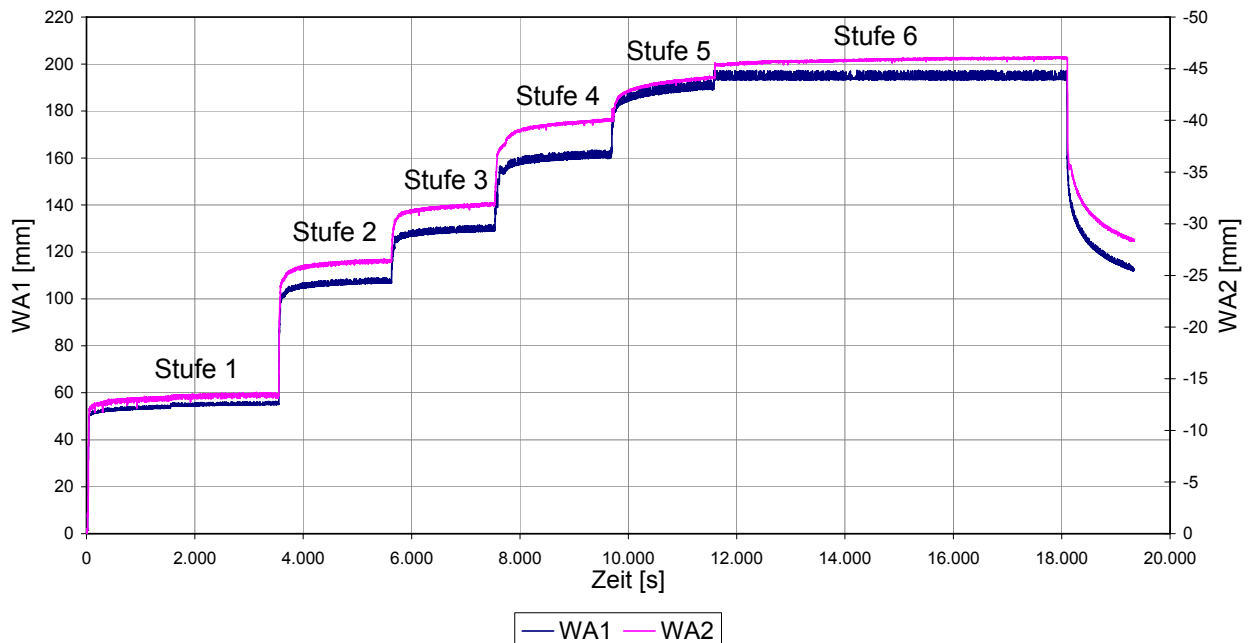


Bild 14: Verformungen am Rohrende (WA1) und vor der Schweißmuffe (WA2) des PLASSON Schachtanschlusses H1699-6

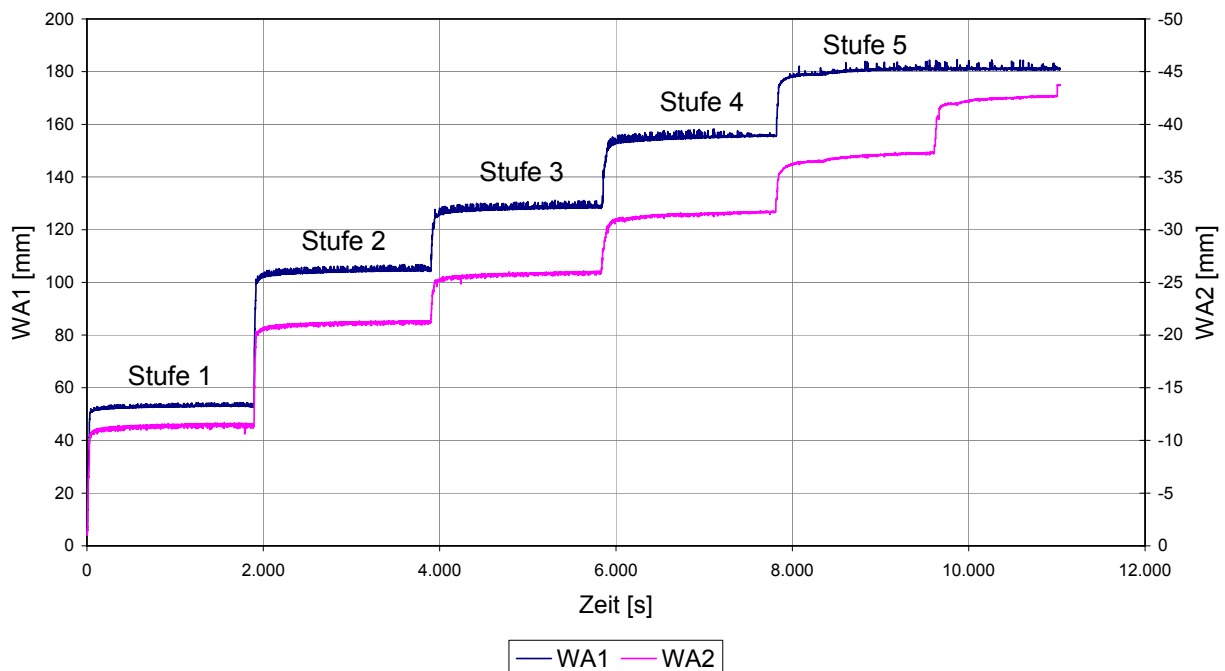


Bild 15: Verformungen am Rohrende (WA1) und vor der Schweißmuffe (WA2) des PLASSON Schachtanschlusses H1699-7

Um abzuschätzen, ob es innerhalb des Schachtanschlusssystemes zu einer Verformung infolge der Abwinklung kommt und das Rohr in Längsrichtung nahezu unverformt bleibt oder ob ggf. eine Einspannung vorliegt und die Verschiebung am freien Rohrende zu einer Durchbiegung des Rohres in Längsrichtung führt, wurden die Verdrehwinkel der Rohrachse an den beiden Messstellen der Wegaufnahme bestimmt (s. a. Gleichung 1).

$$\text{Verdrehwinkel } \varphi_i = \arctan \left(\frac{\text{Vertikalverschiebung } W_i}{\text{Abstand } W_{i_P1}} \right) \quad \text{Gleichung (1)}$$

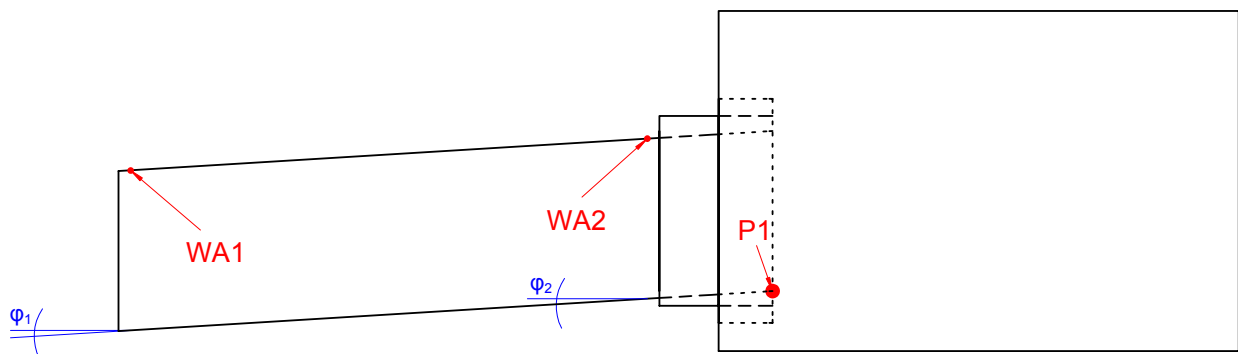


Bild 16: Verdrehwinkel an den Stellen WA1 und WA2

Die in Tabelle 4 angegebenen, nach Gleichung (1) berechneten Verdrehwinkel φ_1 und φ_2 sind nahezu gleich und deuten darauf hin, dass das Rohr nicht mit einer Verformung sondern mit einer Verdrehung um den angenommen Drehpunkt P1 reagiert. Die aufgetragenen Verdrehungen müssen infolgedessen durch Verformungen im Schachtadapter aufgenommen worden sein.

Tabelle 4: Verdrehwinkel der angeschlossenen Rohre

Prüfkörper-Bez.	Verformungsstufe-Nr.	Vertikalverschiebung an der Stelle WA1 [mm]	Vertikalverschiebung an der Stelle WA2 [mm]	Verdrehwinkel φ_1 an der Stelle WA1 [Grad]	Verdrehwinkel φ_2 an der Stelle WA2 [Grad]
H1699-5	1	52	11	1,9	1,8
	2	106	22	3,8	3,7
	3	127	26	4,5	4,4
	4	155	33	5,5	5,5
H1699-6	1	55	13	2,0	2,0
	2	107	26	3,8	3,8
	3	129	32	4,6	4,6
	4	159	40	5,7	5,7
	5	189	44	6,7	6,4
	6	194	46	6,9	6,7
H1699-7	1	53	11	1,9	1,9
	2	105	21	3,7	3,5
	3	128	26	4,6	4,3
	4	156	31	5,5	5,2
	5	181	37	6,4	6,1

3.3 Resümee der Vorversuche

Zwei der untersuchten PLASSON Schachtanschlussysteme liefern in den durchgeführten Kurzzeit-Abwinklungen sehr ähnliche Versuchsergebnisse. Die Proben H1699-6 und H1699-7 sind bis zu einer Abwinklung von 33 mm/m bzw. 34 mm/m oder entsprechend 1,9° bzw. 2,0° dicht (53 mm bzw. 55 mm am Rohrende). Der dritte PLASSON Schachtanschluss H1699-5 erreicht dagegen eine Abwinklung von 79 mm/m bzw. 4,5° (127 mm am Rohrende), bei der die Dichtheit noch gegeben ist. Da bei den Vorversuchen mit 33 mm/m bzw. 34 mm/m oder entsprechend 1,9° bzw. 2,0° Abwinklung ein Wasseraustritt in Form von Tropfen lediglich durch den Beton unterhalb des Schachtanschlusses vorlag, wurden die nachfolgenden Langzeit-Versuche in Absprache mit dem AG mit einer Abwinklung der angeschlossenen Rohre von 62 mm/m bzw. 3,6° (100 mm am Rohrende) durchgeführt.

4 Langzeit-Abwinklung des PLASSON Schachtanschlusssystem

4.1 Vorgehensweise

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Kurzzeit-Abwinklungen wurden drei weitere PLASSON Schachtanschlusssysteme (Schachtadapter) im Auftrag der PLASSON GmbH bezüglich ihres Langzeitverhaltens über einen Zeitraum von drei Monaten getestet. Der Versuchsaufbau erfolgte entsprechend dem Aufbau der Vorversuche (vgl. Abschn. 3.1) (Bild 17). Vor dem Aufbringen der Abwinklungen wurden die drei Anschlüsse H1699-1, H1699-2 und H1699-3 zunächst wieder in Anlehnung an DIN EN 1610 [8] bei einem Prüfdruck von 0,5 bar und mit den bereits beschriebenen Dichtheitskriterien auf Wasserdichtheit geprüft.

Anschließend wurden die Langzeit-Versuche an den drei Schachtadaptern in Absprache mit dem AG mit einer Abwinklung der angeschlossenen Rohre von 62 mm/m bzw. 3,6° (100 mm am Rohrende) durchgeführt. Die Abwinklung erfolgte dabei in drei Schritten, mit Verschiebungen des Rohrendes um 40 mm, 30 mm und weiteren 30 mm, wobei zwischen dem Aufbringen jeder Abwinklungsstufe 24 Stunden vergingen (Bild 18 und Bild 19). Bei der Probe H1699-3 wurde zusätzlich am Rohrende eine Kraftmessdose montiert (Bild 20), mit der die Rückstellkraft über die gesamte Versuchsdauer aufgezeichnet werden konnte. Unmittelbar nach dem Erreichen der erforderlichen Abwinklung von 62 mm/m bzw. 3,6° (100 mm am Rohrende) wurden die Schachtanbindungen erneut auf Dichtheit geprüft. Die Langzeitversuche begannen in der 50. KW 2006 und endeten in der 10. KW 2007.



Bild 17: Versuchsaufbau Langzeit-Versuche



Bild 19: Erste Abwinklung des Rohres am Anschluss H1699-3



Bild 18: Kontrolle der Verschiebung am Rohrende



Bild 20: Kraftmessdose am Rohrende

4.2 Ergebnisse

Vor Beginn der Langzeit-Versuche durchgeführte Dichtheitsprüfungen bestätigten die Dichtheit der PLASSON Schachtanschlusssysteme H1699-1, H1699-2 und H1699-3. Auch unmittelbar nach dem Aufbringen der Abwinklung von 62 mm/m bzw. 3,6° waren alle Schächte mit den PLASSON Schachtanschlüssen dicht. Bei den Schachtanschlüssen H1699-1 und H1699-3 konnte kein Wasseraustritt und keine Durchfeuchtung des Betons festgestellt werden. Lediglich im Beton der Schachtwand unterhalb des Schachtanschlusses H1699-2 war eine geringfügige Durchfeuchtung erkennbar (Bild 21).



Bild 21: Feuchtigkeit im Beton unter dem Schachtanschluss H1699-2 bei Beginn der Langzeit-Abwinklungen

Nach Ablauf der dreimonatigen Abwinklung wurden die PLASSON Schachtanschlüsse zunächst visuell vom Schachtinneren aus begutachtet. Bild 22 zeigt die Stellen im Schachtanschluss, die bei der Inspektion fotografisch festgehalten wurden und in Bild 23 und Bild 24 dargestellt sind.

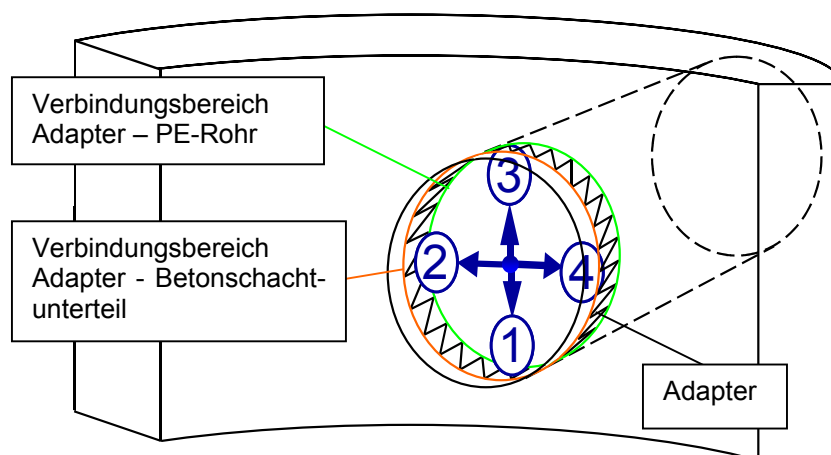


Bild 22: Übersichtsskizze

Es zeigte sich, dass zwischen dem PLASSON Schachtanschluss und dem Betonschacht im Scheitel ein Spalt von bis zu 20 mm entstanden war, der über den Umfang zur Sohle hin auf Null ausläuft (Bild 23). In der Sohle hingegen lag der Schachtanschluss eng am Beton des Schachtes an.

Im Verbindungsbereich zwischen dem Schachtanschluss und dem PE-Rohr betrug die gemessene Spaltgröße im Scheitel etwa 5 mm, während sich in der Sohle bei den Probekörpern H1699-1 und -3 kein Spalt gebildet hatte (Bild 24). Dagegen trat beim Probekörper H1699-2 ein Spalt von 5 mm Breite über den gesamten Umfang auf.



1) Sohle



2) Linker Kämpfer



3) Scheitel



4) Rechter Kämpfer

Bild 23: Verbindungsbereich Adapter – Betonschachtunterteil



1) Sohle



2) Linker Kämpfer



3) Scheitel



4) Rechter Kämpfer

Bild 24: Verbindungsbereich Adapter - PE-Rohr

Diese festgestellten Verformungen des Schachtanschlusses deuten darauf hin, dass die Abwinklung der Rohre durch entsprechende Verformungen in dem PE-Formteil des Schachtanschlusses aufgenommen wurde (Bild 25). Zu diesem Ergebnis kommt auch eine FEM-Analyse, die im Auftrag der Firma PLASSON durchgeführt worden ist (Bild 26).



Bild 25: Verformungen am PLASSON Schachtanschluss, Blick auf den Scheitel des Anschlusses

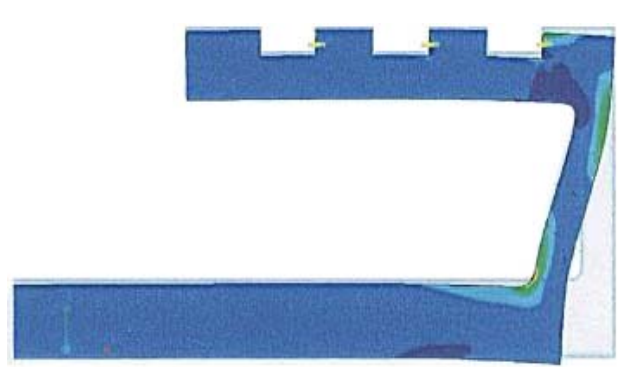


Bild 26: Verformung des Schachtanschlusses in der FEM-Analyse (Scheitel) (PLASSON Firmenformation)

Im Anschluss an die visuelle Begutachtung wurden erneut Dichtheitsprüfungen durchgeführt. Die Dichtheitsprüfungen am Ende der Langzeit-Abwinklung haben alle drei PLASSON Schachtanschlüsse bestanden. Bei den Schachtanschlüssen H1699-1 und H1699-3 konnte wiederum kein Wasseraustritt und keine Durchfeuchtung des Betons festgestellt werden. Im Beton der Schachtwand unter dem PLASSON Schachtanschluss H1699-2 war allerdings – wie bereits bei der Dichtheitsprüfung unmittelbar nach dem Aufbringen der Verformung – eine geringfügige Durchfeuchtung vorhanden.



Bild 27: Übergang vom Schacht zum PE-Adapter an der Rohrunterseite während der Dichtheitsprüfung nach dreimonatiger Beanspruchung

Die Rückstellkraft am Rohrende des angeschlossenen PE-Rohres, die während der gesamten Versuchsdauer kontinuierlich gemessen wurde, ist in Bild 28 über den gesamten Prüfzeitraum von drei Monaten dargestellt. Zum Zeitpunkt t_1 war die erste Abwinklungsstufe von 40 mm erreicht. 24 Stunden später erfolgte der zweite Abwinklungsschritt um weitere 30 mm (t_2). Nach weiteren 24 Stunden wurde das PE-Rohr schließlich auf insgesamt 100 mm abgewinkelt (t_3). Die Messkurve lässt erkennen, dass die Rückstellkraft unmittelbar nach dem Erreichen der jeweiligen Abwinklungsstufe exponentiell abnimmt. Nach der dritten Abwinklungsstufe nähert sich der Verlauf der Kraft über den Prüfzeitraum von 3 Monaten asymptotisch dem Wert der Kraft an, der unmittelbar vor dem Aufbringen der dritten Abwinklungsstufe vorlag ($t = 48$ h). Erwartungsgemäß relaxiert das eingesetzte Material, d. h. die im PE-Rohr unter der aufgezwungenen Verformung entstandene Spannung hat zeitabhängig abgenommen.

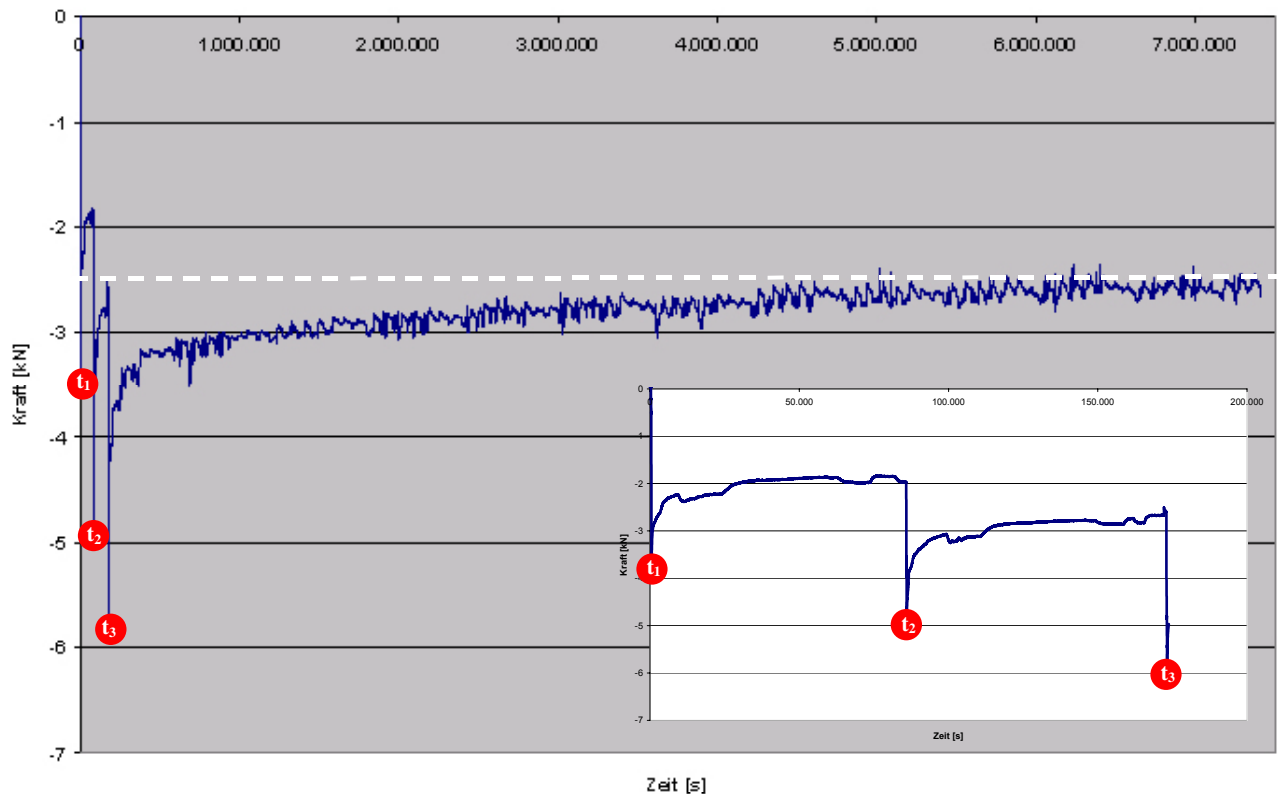


Bild 28: Rückstellkraft gemessen am Probekörper H1699-3

4.3 Fazit

Die drei PLASSON Schachtanschlusssysteme DN400 für Betonschächte haben nach einer Langzeit-Abwinklung von 62 mm/m bzw. 3,6° (100 mm am Rohrende) über einen Zeitraum von drei Monaten die Dichtheitsprüfung bestanden. Mit 62 mm/m bzw. 3,6° ist die hier geprüfte Abwinklung der PLASSON Schachtanschlüsse größer, als in den Normen und Regelwerken für andere Werkstoffe gefordert. Die größte dort angegebene Abwinklung für Rohranschlüsse DN400 beträgt 12500/DN \cong 31,25 mm/m (s. a. Abschnitt 2) und wird von dem PLASSON Schachtanschlusssystem nahezu um den Faktor 2 übertroffen.

Literatur

- [1] DWA-A 157: Bauwerke der Kanalisation; DWA-Regelwerk, November 2000.
- [2] DWA-A 241: Bauwerke der Kanalisation; DWA-Regelwerk, Mai 1998.
- [3] DWA-M 158: Bauwerke der Kanalisation – Beispiele; DWA-Regelwerk, März 2006.
- [4] DIN EN 1917: Einsteig- und Kontrollschächte aus Beton, Stahlfaserbeton und Stahlbeton; Beuth Verlag, Berlin, April 2003.
- [5] DIN V 4034-1: Schächte aus Beton-, Stahlfaserbeton- und Stahlbetonfertigteilen für Abwasserleitungen und -kanäle – Typ 1 und Typ 2; Teil 1: Anforderungen, Prüfungen und Bewertung der Konformität; Beuth Verlag, Berlin, August 2004.
- [6] DIN 4034-10: Schächte aus Beton- und Stahlbetonfertigteilen – Teil 10: Schachtunterteile aus Mauerwerk für erdverlegte Abwasserkanäle und -leitungen, Anforderungen und Prüfungen; Beuth Verlag, Berlin, Oktober 1995.
- [7] DIN 4033: Entwässerungskanäle und -leitungen – Richtlinien für die Ausführung; Beuth Verlag, Berlin, November 1979. Norm zurückgezogen und ersetzt durch DIN EN 1610 [8].
- [8] DIN EN 1610: Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen; Beuth Verlag, Berlin, Oktober 1997.
- [9] DIN EN 14802: Kunststoff-Rohrleitungssysteme – Kontrollschächte (Inspektionsöffnungen) und Einsteigschächte aus Thermoplasten – Bestimmung der Widerstandsfähigkeit gegen Belastungen der Oberfläche und Verkehrslasten; Beuth Verlag, Berlin, März 2006.
- [10] DIN 19537-3: Rohre, Formstücke und Schächte aus Polyethylen hoher Dichte (PE-HD) für Abwasserkanäle und -leitungen; Teil 3: Fertigschächte; Maße, Technische Lieferbedingungen; Beuth Verlag, Berlin, November 1990.
- [11] DIN 19565-5: Rohre, Formstücke und Schächte aus glasfaserverstärktem Polyesterharz (UP-GF) für erdverlegte Abwasserkanäle und -leitungen; Teil 5: Fertigschächte; Maße, Technische Lieferbedingungen; Beuth Verlag, Berlin, November 1990.

- [12] DIN 4060: Rohrverbindungen von Abwasserkanälen und -leitungen mit Elastomerdichtungen – Anforderungen und Prüfungen an Rohrverbindungen, die Elastomerdichtungen enthalten; Beuth Verlag, Berlin, Februar 1998.
- [13] DIN EN 476: Allgemeine Anforderungen an Bauteile für Abwasserkanäle und -leitungen für Schwerkraftentwässerungssysteme; Beuth Verlag, Berlin, August 1997.
- [14] DIN EN 295-3: Steinzeugrohre und Formstücke sowie Rohrverbindungen für Abwasserleitungen und -kanäle; Teil 3: Prüfverfahren; Beuth Verlag, Berlin, Februar 1999.