

PRÜFBERICHT: P02374

Gelsenkirchen, 05. März 2009

Auftraggeber: Rehau AG + Co.
Ytterbium 4
91058 Erlangen

Prüfauftrag Nr.: P02374

Bezeichnung des Prüfauftrags: Außenwasserdruckprüfung
AWADUKT PP SN 10 RAUSISTO und
AWASCHACHT PP DN 1000

Bezeichnung des Auftraggebers: -

Dieser Prüfbericht besteht aus 20 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. Bennerscheidt
(Projektleiter)

Probenmaterial

Probenbezeichnung		Probenlieferung durch	Beschreibung der Probenkörper
IKT (Prüfstelle)	Auftraggeber		
H1832-10	-	AG	AWASCHACHT PP DN 1000: Schachtring mit aufgeschweißtem Deckel,
H1848-1	-	AG	AWADUKT PP SN 10 RAUSISTO: Rohre und Doppelsteckmuffe DN 200
H1855-1	-	AG	AWADUKT PP SN 10 RAUSISTO: Bogen DN 200
H1855-2	-	AG	Rohr DN 200 mit Sichtöffnung aus Plexiglas
H1866-1	-	AG	AWASCHACHT PP DN 1000: Schachtboden mit zwei Schachtfuttern und Elastomer-Dichtung
H1866-2	-	AG	AWADUKT PP SN 10 RAUSISTO: Rohre und Doppelsteckmuffe DN 200 mit Verschlussstellern

Anmerkung: PP = Polypropylen

Durchgeführte Prüfungen

Anzahl	Prüfungsart	Prüfvorschrift	Probekörper Nr.	Anmerkung
1	Langzeit - Vakuumprüfung	-	H1832-10 H1855-1, -2 H1866-1, -2	Montage der Komponenten durch das IKT
1	Langzeit - Außenwasserdruckprüfung	-	H1848-1	Montage der Komponenten durch das IKT
1	Kurzzeit - Außenwasserdruckprüfung	-	H1848-1	Montage der Komponenten durch das IKT

1 Veranlassung und Zielstellung

Abwasserkanäle müssen grundsätzlich dicht sein und die Exfiltration von Abwasser sowie die Infiltration von anstehendem Grundwasser verhindern. Insbesondere die Infiltration von Grundwasser, das dann als Fremdwasser bezeichnet wird, ist heute häufig der Anlass zur Erneuerung oder Sanierung von Kanälen. Fremdwasser reduziert die Reinigungsleistung von Kläranlagen und führt dazu, dass Regenüberlaufbecken in Mischwassernetzen häufiger einstauen und ungeklärtes Abwasser in Fließgewässer ableiten.

Die „Fremdwasserdichtheit“ moderner Abwassersysteme, also die Dichtheit gegenüber Außenwasserdruck durch anstehendes Grundwasser, ist somit von besonderer Bedeutung. Beispielsweise wird in DIN 4060 (vgl. [1]) gefordert, dass Rohrverbindungen erdverlegter Kanäle, Leitungen und Schächte bei einem inneren und äußeren Überdruck von 0 bar bis 0,5 bar dauerhaft dicht sein müssen. Eine Prüfung von Rohrverbindungen unter Außenwasserdruck ist nach [1] dann vorzunehmen, wenn konstruktionsbedingt dieser Belastungsfall ausschlaggebend ist. Die maximale Prüfdauer beträgt nach [1] 15 Minuten bei einem Druck von 0,5 bar.

Vor diesem Hintergrund beauftragte die Rehau AG + Co das IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur gGmbH, das Kanalrohr-System AWADUKT PP SN 10 RAUSISTO und den AWASCHACHT PP DN 1000 in Langzeitprüfungen gegenüber Außenwasserdruck zu prüfen. Darüber hinaus führte das IKT bereits 2007 im Rahmen eines Forschungsprojektes [3] Prüfungen am Kanalrohr-System AWADUKT PP SN 10 RAUSISTO durch, die nachfolgend ebenfalls dargestellt werden (Abschn. 5).

2 REHAU Kanalrohr- und Schachtsystem aus PP

Das AWADUKT PP SN10 RAUSISTO-Kanalrohrsystem besteht aus Polypropylen (PP) und ist nach Herstellerangaben speziell für Abwasserleitungen konzipiert (vgl. [2]). Dieses Vollwand-Rohrsystem ist kompatibel mit dem AWASCHACHT PP DN 1000 und zeichnet sich nach Angaben der REHAU AG + Co unter anderem durch hohe Belastbarkeit (SN10) aus. Die Rohre des Kanalrohrsystems AWADUKT PP SN 10 RAUSISTO werden mit Hilfe von Doppelsteckmuffen verbunden (vgl. Abb. 1 A).

Das Schachtsystem AWASCHACHT PP DN 1000 aus Polypropylen (PP) setzt sich aus Konus, Schachtringen und –boden zusammen (vgl. Abb. 1 B), die mit elastomeren Schachtelementdichtungen verbunden werden. Es ist nach Angaben des Herstellers geeignet für Schwerlastverkehr bis SLW 60 (vgl. [2]).



A



B

Abb. 1: REHAU Kanalrohr- und Schachtsysteme aus PP.

A Doppelsteckmuffe des AWADUKT PP SN10 RAUSISTO Rohrsystems.

B AWASCHACHT PP DN 1000 bestehend aus Konus, Schachtringen und Schachtboden.

3 Prüfgegenstand

Abweichend von dem in Abb. 1 dargestellten Schachtsystem lieferte die Rehau AG + Co dem IKT für die Prüfungen einen Schachtboden mit zwei integrierten Schachtmuffen und einen Schachtring mit einem angeschweißten und ausgesteiften Deckel des AWASCHACHT PP DN 1000. Darüber hinaus erhielt das IKT muffenlose Rohre, Doppelsteckmuffen und Verschlusssteller des AWADUKT PP SN10 RAUSISTO-Kanalrohrsystems DN 200. Zur visuellen Kontrolle der Wasserdichtheit im Rohrrinnern wurde von der Rehau AG + Co ein Rohr DN 200 mit Sichtöffnung aus Plexiglas hergestellt und angeliefert.

Mit den Komponenten der Kanalrohr- und Schachtsystems wurden durch Mitarbeiter des IKT die folgenden zwei Versuchsstrecken aufgebaut:

1. **Lang- und Kurzzeit Außenwasserdruck-Prüfung einer Rohrverbindung:**

Rohrverbindung AWADUKT PP SN 10 RAUSISTO, bestehend aus zwei Rohrschnitten und einer Doppelsteckmuffe DN 200

2. **Langzeit-Vakuumprüfung an einem Schacht-Rohr-System:**

Schacht-Rohrsystem bestehend aus

- zwei Doppelsteckmuffen und zwei Kurzrohren AWADUKT PP SN10 RAUSISTO, DN 200,
- einem Bogen KGB 87°/DN 200 AWADUKT PP SN10 RAUSISTO mit Spitzende und Steckmuffe,
- einem Schachtboden und einem Schachtring, einschl. Schachtverbindung und zwei Schachtmuffen DN 200, des AWASCHACHT PP DN 1000.

4 Durchgeführte Prüfungen

4.1 Langzeit- und Kurzzeit-Außenwasserdruckprüfung einer Rohrverbindung

Für die Prüfung der Dichtheit unter Außenwasserdruck einer Rohrverbindung AWADUKT PP SN10 RAUSISTO wurde ein Rohrabschnitt, bestehend aus zwei muffenlosen Rohren und einer Doppelsteckmuffe der Nennweite DN 200, in eine spezielle Außenwasserdruck-Prüfeinrichtung eingebaut (s.a. Abb. 2). Diese Prüfeinrichtung ermöglicht es, in einem Ringraum um das zu prüfende Rohr, einschließlich Rohrverbindung, Wasser zu füllen und einen Druck von bis zu ca. 5 bar aufzubringen.

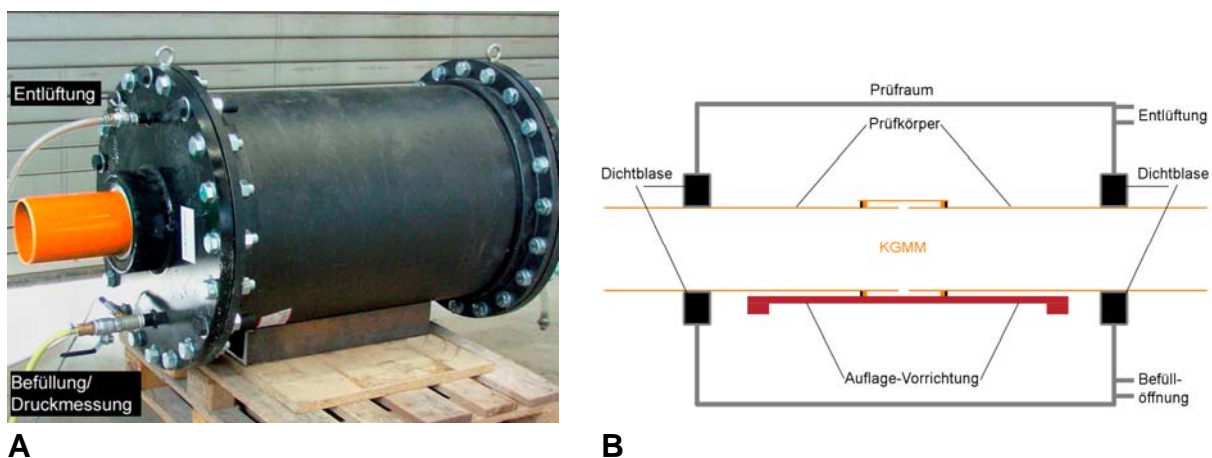


Abb. 2: Außenwasserdruck-Prüfeinrichtung.
A Versuchs Aufbau mit eingebautem Rohr.
B Lage des zu prüfenden Rohres in der Prüfeinrichtung (Skizze).

Für die **Langzeit-Prüfung** ist der Ringraum über einen Schlauch mit einem Freispiegelgefäß verbunden, das auf der Kranbahn der Versuchshalle in über 11 m Höhe aufgestellt wird, so dass nach dem Entlüften des Ringraumes ein Prüfdruck von 1,1 bar in der Prüfeinrichtung vorliegt. Der Außenwasserdruck wird für die Langzeitprüfung über 1.000 Stunden aufrecht erhalten.

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn über den gesamten Prüfzeitraum, während dessen der Außenwasserdruck ansteht, kein Wasser, z.B. infolge eines Versagens der Rohrverbindung, in das Rohrinnere eintritt.

Tabelle 1: Parameter der Langzeit-Außenwasserdruckprüfung

Art der Prüfung	Druck im Prüf- raum	Prüfmedium	Prüfzeit	Beurteilung Dichtheit
Außenwasser- druckprüfung	1,1 bar	Wasser	1.000 h	Visuell

Für die **Kurzzeit-Prüfung** wird der Ringraum der Prüfeinrichtung im Abschluss an die Langzeitprüfung mit dem Wasserversorgungsnetz verbunden. Ausgehend von einem Anfangsdruck von 1,5 bar wird der Prüfdruck um jeweils 0,5 bar nach Ablauf von 5 Minuten bis zum Versagen der Rohrverbindung erhöht.

Tabelle 2: Parameter der Kurzzeit-Außenwasserdruckprüfung

Art der Prüfung	Druck im Prüf- raum	Prüfmedium	Prüfzeit	Beurteilung Dichtheit
Außenwasser- druckprüfung	Bis zu Versa- gen der Rohr- verbindung	Wasser	-	Visuell

Ergebnisse

Langzeitprüfung

Bei der Langzeitprüfung mit 1,1 bar Außenwasserdruck trat während der gesamten Versuchsdauer von 1.000 Stunden kein Wasser in das Rohrinne ein. Die geprüften Rohre und die Rohrverbindung des AWADUKT PP SN 10 RAUSISTO Kanalrohrsystems DN200 haben die Prüfung somit bestanden.

Tabelle 3: Ergebnisse der Langzeit-Außenwasserdruckprüfung

Prüfungsdauer	Prüfdruck	Prüfergebnis
1.000 Stunden	1,1 bar	dicht

Kurzzeitprüfung

Der Prüfdruck beim Start der Kurzzeitprüfung betrug 1,5 bar und konnte im Verlauf des Versuchs bis auf 3,0 bar erhöht werden, ohne dass Wasser sichtbar in das Rohr eintrat. Ab 3,5 bar führten dann die zunehmenden Verformungen des Rohres zu einer Undichtigkeit der Rohrverbindung mit sichtbarem Wassereintritt in das Rohr.

Nach einer Verringerung des Prüfdruckes auf atmosphärisches Niveau (kein Überdruck), konnte die Dichtheit der Rohrverbindung bei 1,1 bar Außenwasserdruck erneut nachgewiesen werden.

Tabelle 4: Ergebnisse der Kurzzeit- Außenwasserdruckprüfung

Zeit	Prüfdruck [bar]	Beobachtung
14:15	1,5	Kein Wassereintritt
14:20	2,0	Kein Wassereintritt
14:25	2,5	Kein Wassereintritt
14:30	3,0	Kein Wassereintritt
14:35	3,5	Wassereintritt und Verformung
14:40	Umgebungsdruck	Rückverformung der Rohrverbindung
14:45	1,1	Kein Wassereintritt

Abb. 3 zeigt die verformte Rohrverbindung nach dem Versagen bei einem Wasseraußen-
druck von bis zu 3,5 bar.



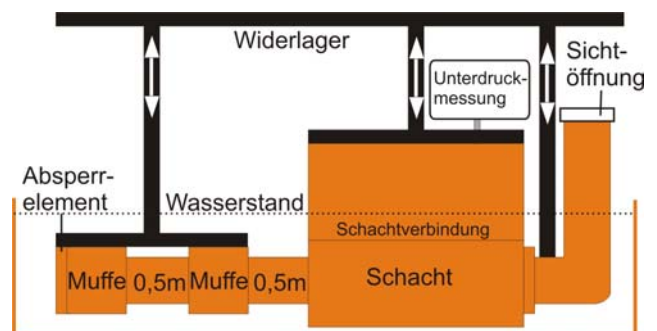
Abb. 3: Verformung der geprüften Rohrverbindung nach Einwirkung eines Prüfdrucks zwischen 3,0 und 3,5 bar.

4.2 Langzeit-Vakuumprüfung an einem Schacht-Rohr-System

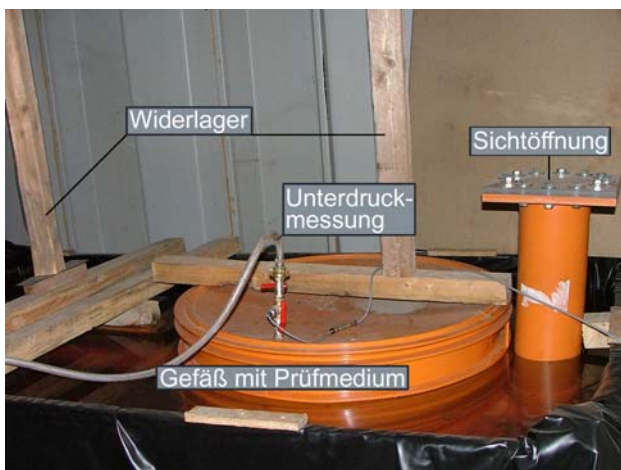
Da eine Langzeit-Außenwasserdruckprüfung an Schächten aufgrund der Abmessungen nur mit sehr hohem Aufwand möglich ist, wurde eine Langzeit-Vakuumprüfung gewählt. Für diese Langzeit-Vakuumprüfung des Schacht-Rohr-Systems, bestehend aus AWA-SCHACHT PP DN 1000 und AWADUKT PP SN 10 RAUSISTO Kanalrohrsystem, wurde der in Abb. 4 A dargestellte Versuchsaufbau in ein Wasserbecken gestellt und zunächst mit einer Widerlagerkonstruktion gegen Auftrieb gesichert (vgl. Abb. 4 B und C). Alle Schacht- und Rohrverbindungen waren während des Versuchs mit rot gefärbtem Wasser bedeckt (vgl. Abb. 4 D, blau markierter Bereich kennzeichnet benetzte Fläche).



A



B



C



D

Abb. 4: Langzeit-Vakuumprüfung des Schacht-Rohr-Systems:

- A Prüfkörper Schacht-Rohr-Systeme.
- B Versuchsaufbau (Skizze).
- C Schacht-Rohr-System im Wasserbecken.
- D Wasserbenetzte Fläche des Prüfkörpers.

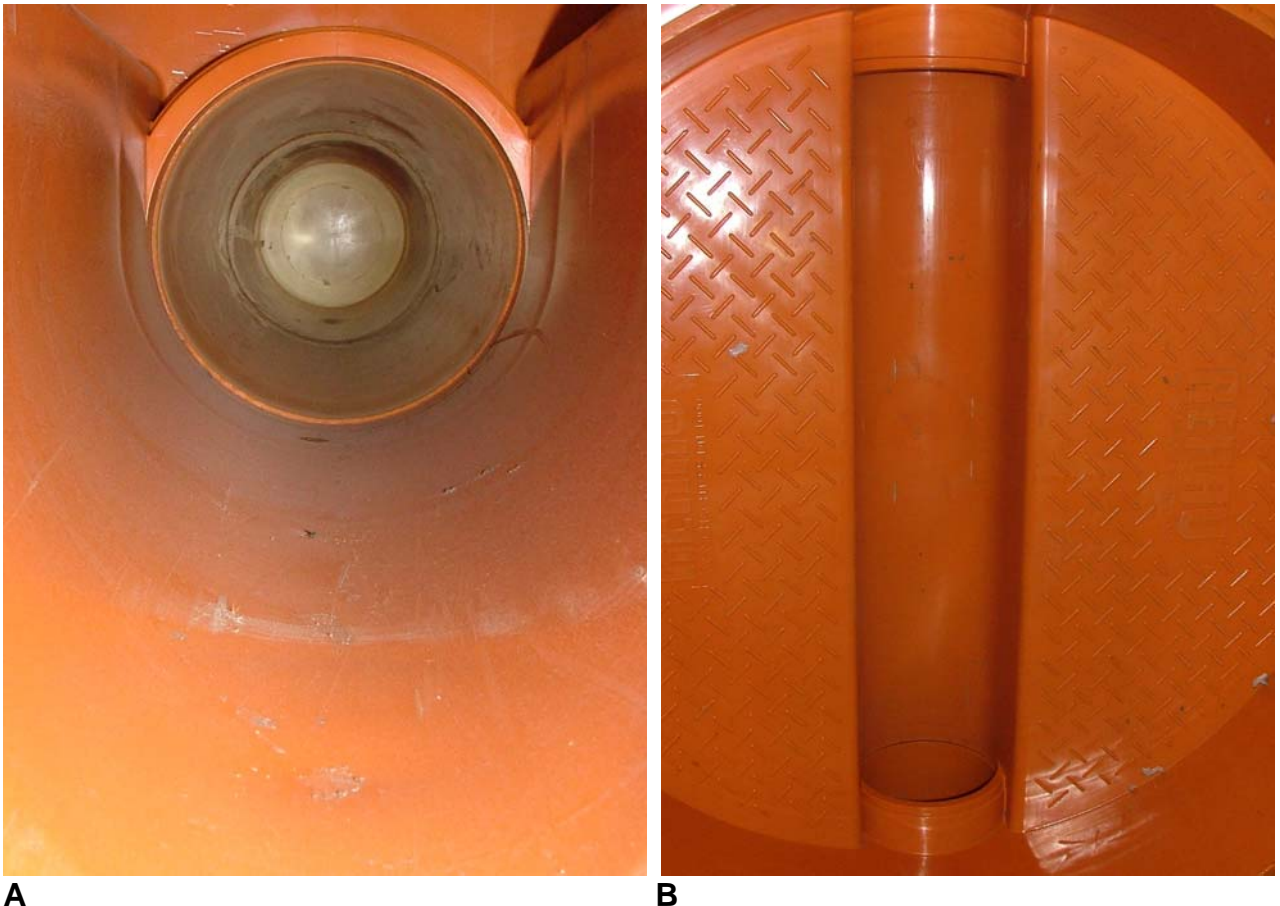
Da nahezu der gesamte Prüfkörper unterhalb des Wasserspiegels lag, konnte als Prüfkriterien für die Dichtheit gegenüber Außenwasserdruck ein visuell erkennbarer Wassereintritt gewählt werden. Das Wasser war mit Rhodamin rot gefärbt, um einen Wassereintritt in das Schacht-Rohr-System deutlich erkennbar zu machen. Die Sichtöffnung (vgl. Abb. 4 D) ermöglichte eine Kontrolle während der Langzeitprüfung über 1.000 Stunden. Für die Prüfung wurde im Schacht-Rohr-System ein Vakuum von -0,8 bar aufgebracht, so dass die Druckdifferenz zwischen Schachtinnenraum und Umgebung einer Wassersäule von ca. 8 m entsprach. Der Unterdruck im Schacht wurde durch eine Messwerterfassung kontinuierlich kontrolliert.

Tabelle 5: Parameter der Innenunterdruckprüfung

Art der Prüfung	Druck im Prüf- raum	Prüfmedium	Prüfzeit	Beurteilung Dichtheit
Vakuumprüfung	-0,8 bar	Wasser, rot gefärbt	1.000 h	Visuell

Ergebnisse

Nach einer Prüfzeit von 1.000 Stunden wurde die Langzeit-Vakuumprüfung beendet und die Prüfeinrichtung durch Abheben des Schachtringes mit angeschweißtem Deckel geöffnet. Abb. 5 zeigt einen Blick in den Schacht und die angeschlossenen Rohre.



A

B

Abb. 5: Blick in das Schacht-Rohr-System nach Abschluss der 1.000 h Langzeit-Vakuumprüfung.

A Rohrstrecke DN 200 aus PP.

B Schachtsohle.

Während der gesamten Versuchsdauer von 1.000 Stunden konnte an keiner Stelle im Schacht oder in den angeschlossenen Rohren ein Wassereintritt in das Schacht-Rohr-System festgestellt werden. Alle Verbindungen des Schachtes sowie die Schachtmuffen und Rohrverbindungen waren dicht.

Tabelle 6: Ergebnis der Vakuumprüfung

Prüfungsdauer	Prüfdruck	Prüfergebnis
1.000 Stunden	-0,8 bar	dicht

5 IKT Untersuchungen des AWADUKT PP SN 10 RAUSISTO Rohrsystems DN 160

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Wurzeleinwuchs in Abwasserleitungen und Kanäle – Ergänzungsvorhaben“ [3], das vom Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW (MUNLV NRW) gefördert wurde, untersuchte das IKT die Eigenschaften unterschiedlicher Rohrverbindungstypen für Hausanschlussleitungen in Hinblick auf die Wurzelfestigkeit. Untersuchungsschwerpunkte waren die Ermittlung von Anpressdrücken in Rohrverbindungen sowie die Dichtheit gegenüber Außenwasserdruck. Zu den untersuchten Rohrverbindungssystemen gehörte u.a. das AWADUKT PP SN 10 RAUSISTO DN 160 der Rehau AG + Co.

Nachfolgend werden die Forschungsergebnisse

1. der Untersuchungen des Anpressdrucks ohne Scherlast,
2. der Untersuchungen des Anpressdrucks unter Einwirkung einer Scherlast nach DIN 4060 sowie
3. der Untersuchungen des Widerstandes der Rohrverbindung gegenüber Wasser-
außendruck

für das AWADUKT PP SN10 RAUSISTO DN 160 Rohrverbindungssystem dargestellt.

5.1 Untersuchungen zur Ermittlung des Anpressdrucks

Die Anforderungen und Prüfungen an Rohrverbindungen von Abwasserkanälen und -leitungen mit Elastomerdichtungen sind in DIN 4060 [1] beschrieben. Eine der dort genannten Prüfungen ist die sogenannte Scherlastprüfung, bei der das Zehnfache der Nennweite in Newton auf die Rohrverbindung aufzubringen und dann die Dichtheit der Rohrverbindung nachzuweisen ist. Die Scherlastbeständigkeit der ausgewählten Rohrverbindungen wurde in Anlehnung an die Versuchsanordnung nach DIN 4060 unter Einsatz von Druckmessfolien untersucht. Für die Untersuchungen wurde ein Versuchstand verwendet, bei dem die Prüflasten durch eine Kombination aus Auflagegewichten und Hebelmechanismus auf die Rohrverbindung übertragen werden (vgl. Abb. 6).

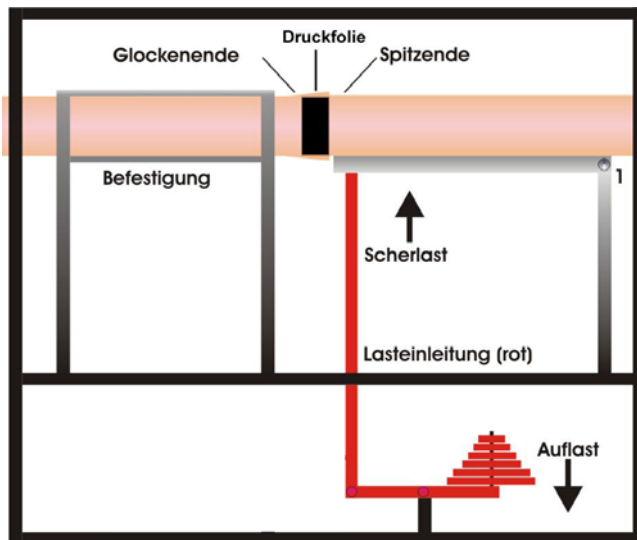


Abb. 6: Schematische Darstellung des Scherlastversuchs. 1 Drehpunkt des Spitzendes.

Für die Bestimmung der Anpressdrücke sowie der korrespondierenden Dichtflächen wurden die mit Druckmessfolien bestückten Rohrverbindungen im Scherlastversuchsstand untersucht (Abb. 6). Die Position der Druckfolie ist in Abb. 7 A und B dargestellt. Eine in den Scherlastversuchsstand eingebaute Rohrverbindung mit Druckfolie zeigt Abb. 7 C. Die Druckfolien wurden auf dem Spitzende befestigt, zusammen mit dem Spitzende in die Muffe eingeschoben und in den Scherlastversuchsstand eingebaut.

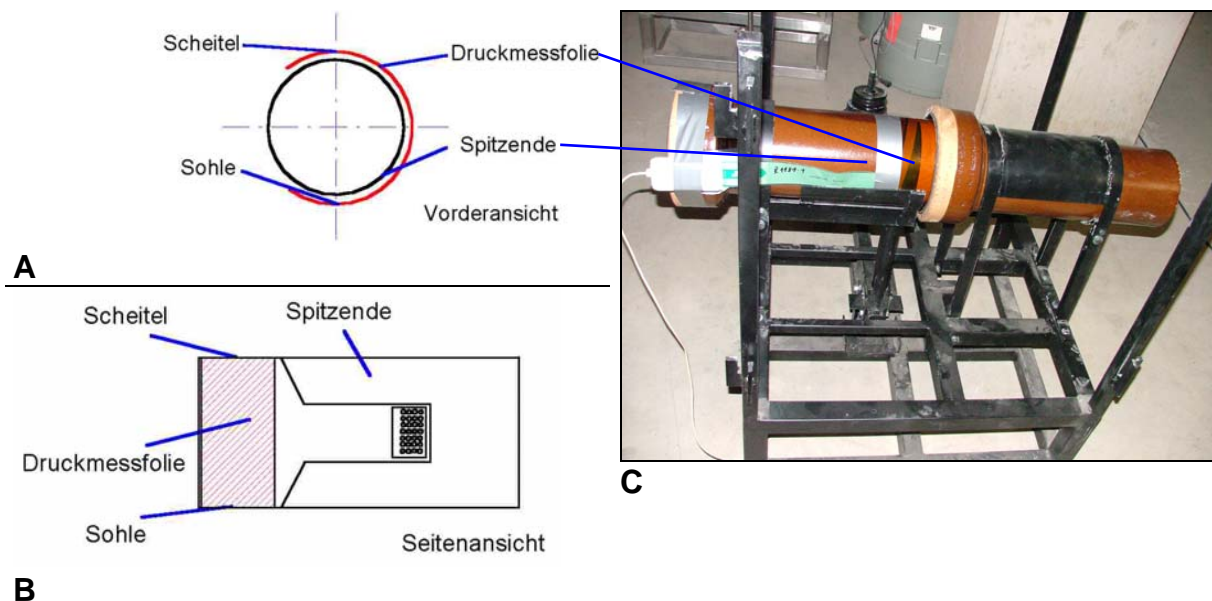


Abb. 7: Beispiel für die Messung des Anpressdruckes bei Einwirken einer Scherlast.
A Druckfolie auf dem Spitzende einer Rohrverbindung, Querschnitt. **B** Druckfolie auf dem Spitzende einer Rohrverbindung, Ansicht. **C** In den Scherlastversuchsstand eingebaute Rohrverbindung aus Keramik.

Die Druckfolien messen ausschnittsweise die am Kreisring wirkende Anpressdruckverteilung zwischen Spitzende und Elastomerdichtung. Die eingesetzten Druckfolien haben eine aktive Druckfläche von 306 x 82,5 mm und können so die Anpressdrücke vom Kämpfer bis zur Sohle der Rohrverbindungen erfassen. Die Folien sind nach Herstellerangaben für Drücke bis 34,5 bar (500 psi) ausgelegt und wurden vor den Prüfungen kalibriert. Die aktive Druckfläche wird in einer Matrix von 44 x 34 Messpunkten aufgelöst. Das bedeutet, bezogen auf die Druckfolienbreite von 306 mm, eine Auflösung von $306 \text{ mm} / 44 = 6,95 \text{ mm}$ und für die Druckfolientiefe von 82,5 mm eine Auflösung von $82,5 \text{ mm} / 34 = 2,43 \text{ mm}$. Die Anpressflächentiefe wird somit mit einer Auflösung von 2,43 mm gemessen und ergibt sich aus der Summe aller Messzellen, die den messbaren Schwellenwert von 0,1 bar überschreiten (vgl. [4]). Der an einer Stelle des Rohrumfangs über die Anpressflächentiefe minimal messbare Anpressdruck wurde als „maßgeblicher Anpressdruck“ definiert. Als kritische Bereiche der Rohrverbindung sind dann diejenigen Bereiche des Rohrumfangs zu bewerten, an denen der maßgebliche Anpressdruck vergleichsweise gering ist.

Die Versuche mit dem AWADUKT PP SN 10 RAUSISTO Rohrverbindungen DN 160 wurden jeweils mit Scherlasten in Höhe von $10 \times \text{DN}$ durchgeführt. Die Messdaten wurden dann hinsichtlich Anpressdruckverteilung, kritischer Verbindungsbereiche und **maßgeblicher Anpressdrücke** bzw. **Anpressflächentiefe** ausgewertet.

Die in Abb. 8 dargestellte Farbskala spiegelt die gemessenen Druckwerte wider.



Abb. 8: Farblegende zur Darstellung und Zuordnung der Druckmesswerte (vgl. auch Druckmessung in Abb. 9).

Ergebnisse

Bei den in [3] untersuchten sieben Kunststoff-Rohrverbindungen ergaben sich Bandbreiten der maßgeblichen Anpressdrücke unter Scherlast von 3,1 bar bis 6,3 bar sowie eine Bandbreite der mittleren Anpressflächentiefen von 4,9 mm bis 12,2 mm.

Die maßgeblichen Anpressdrücke unter Scherlast für die AWADUKT PP SN 10 RAUSISTO Rohrverbindung DN 160 der Rehau AG + Co. betragen im Mittel 6,3 bar. Die korrespondierende mittlere Anpressflächentiefe betrug 8,1 mm.

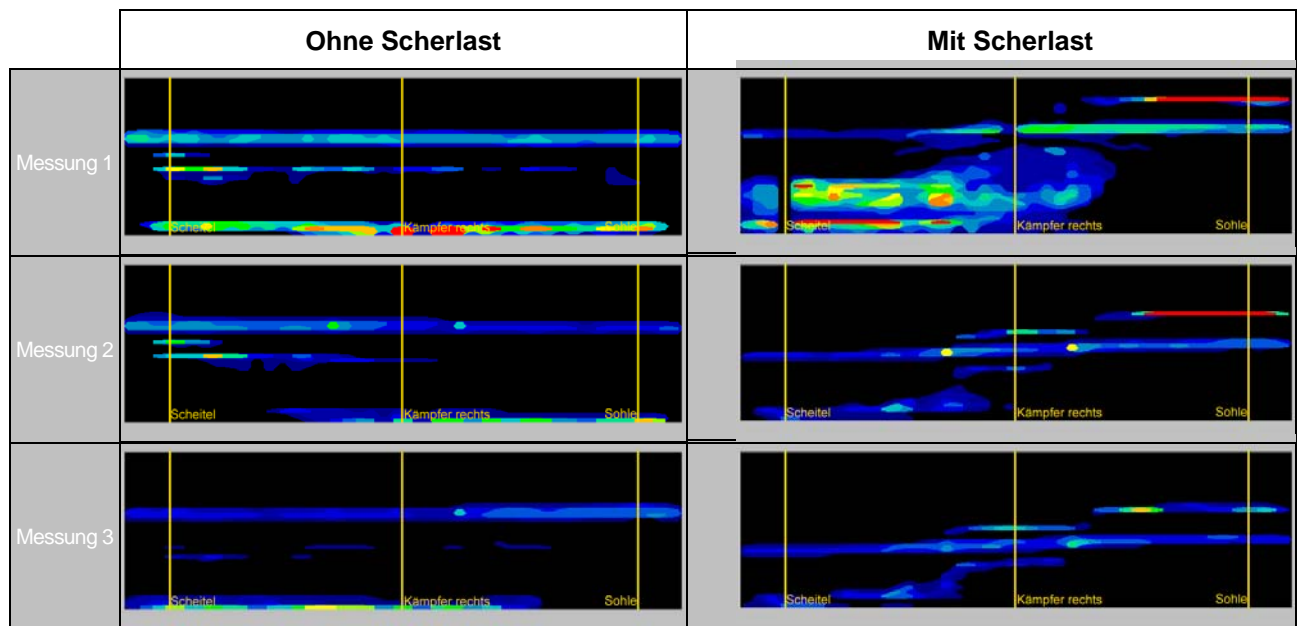


Abb. 9: Messung des Anpressdruckes mittels einer Druckfolie. Rohrverbindung Rehau AWADUKT PP SN 10 RAUSISTO DN 160 ohne Scherlast und mit Scherlast nach DIN [1]. Maßgeblicher Anpressdruck im Bereich der Rohrsohle: Messung 1) ohne Scherlast-Wirkung **9,1 bar**, mit Scherlast-Wirkung **8,9 bar** Messung 2) ohne Scherlast-Wirkung **3,7 bar**, mit Scherlast-Wirkung **3,4 bar**, Messung 3) ohne Scherlast-Wirkung **6,6 bar**, mit Scherlast-Wirkung **6,5 bar**. Mittelwerte des Anpressdruckes ohne Scherlast **6,5 bar**, mit Scherlast **6,3 bar**.

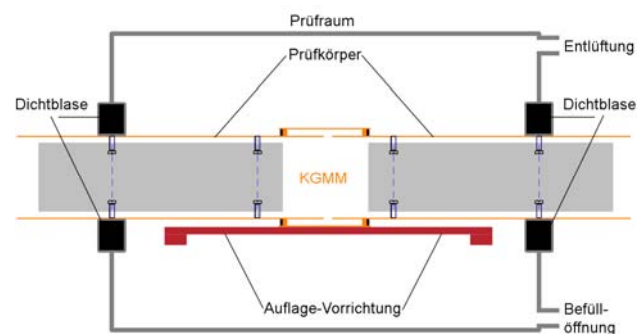
5.2 Wasseraußendruckprüfung am AWADUKT PP SN 10 RAUSISTO

Für die Untersuchungen wurde die in Abb. 2 dargestellte Wasseraußendruck-Prüfvorrichtung verwendet. Im Rahmen dieser Wasseraußendruckversuche sollte der maximale Druck ermittelt werden, bei dem die Dichtung versagt. Vor diesem Hintergrund wurden die Rohre so ausgesteift, dass ein Beulen der Rohre erst bei deutlich höheren Drücken als dem anstehenden Wasserdruck zu erwarten war und dennoch die lokale Verformungsfähigkeit im betrachteten Verbindungsbereich (Ringspalt/Ringraum) weitgehend erhalten blieb.

Unter Einsatz der in Abb. 10 A und B dargestellten Stützvorrichtungen wurden die zu prüfenden biegeweichen Rohre in jeweils zwei Ebenen ausgesteift. Eine Stützvorrichtung besteht jeweils aus einem Stahlrohr und zweimal sechs Schrauben, die in zwei Ebenen von Innen zugänglich in das Rohr geschraubt sind. Die Schrauben steifen die zu prüfenden Rohre durch formschlüssigen Kontakt mit deren Innenwand aus. Die beiden Stützvorrichtungen wurden so positioniert, dass die eine Aussteifungsebene im Bereich der von außen abdichtenden Dichtblasen (vgl. Abb. 2) positioniert wurde. Die Lage der zweiten Aussteifungsebene im freien Rohr ergab sich dann automatisch durch den Abstand der Aussteifungen.



A



B

Abb. 10: **A** Stützvorrichtung zur Vermeidung von Formveränderungen (Beulen) während der Untersuchung von Kunststoffrohren (nicht eingebaut, nicht verspannt). **B:** Schema der Innendruckprüfanlage mit einem eingebauten Prüfkörper mit Stützvorrichtungen (grau).

Die Innendruckprüfanlage wurde mit Hilfe des Wasserversorgungsnetzes mit einem Druck von bis zu etwa 5 bar beaufschlagt. Der Druck wurde stufenweise um jeweils 1 bar erhöht (vgl. Abb. 15).

Ergebnisse der Außendruck-Untersuchung



Abb.11: Rohrverbindung Rehau AWADUKT PP SN 10 RAUSISTO DN 160, bei einem Außenüberdruck von **1,0 bar**. Kein Wassereintritt.

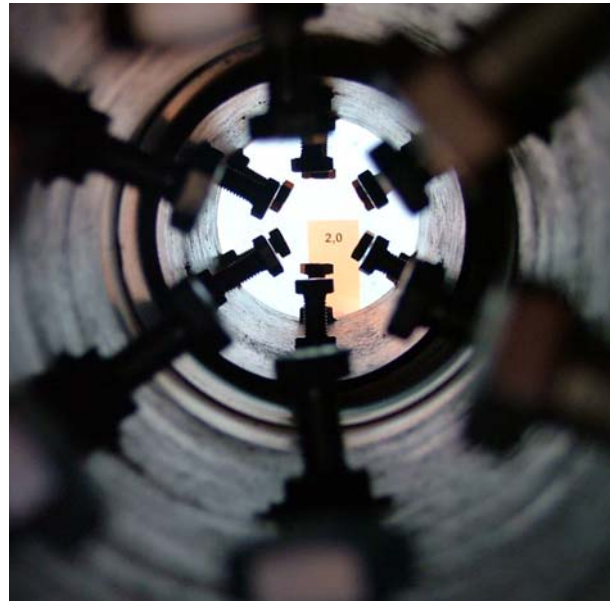


Abb.12: Rohrverbindung Rehau AWADUKT PP SN 10 RAUSISTO DN 160, bei einem Außenüberdruck von **2,0 bar**. Kein Wassereintritt.

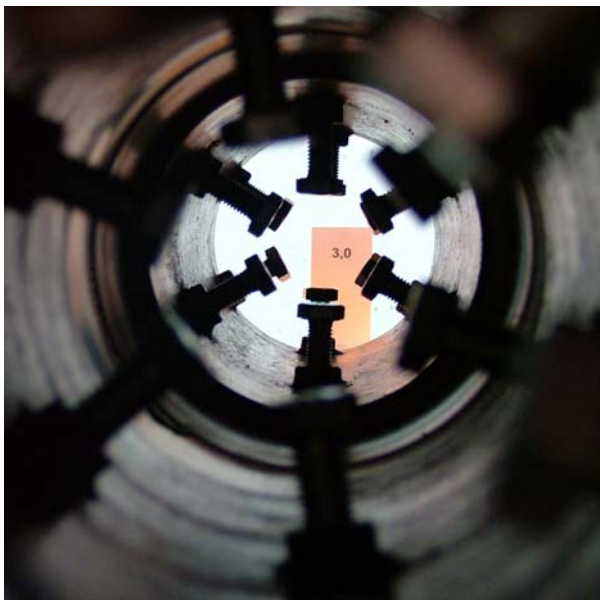


Abb.13: Rohrverbindung Rehau AWADUKT PP SN 10 RAUSISTO DN 160, bei einem Außenüberdruck von **3,0 bar**. Kein Wassereintritt.

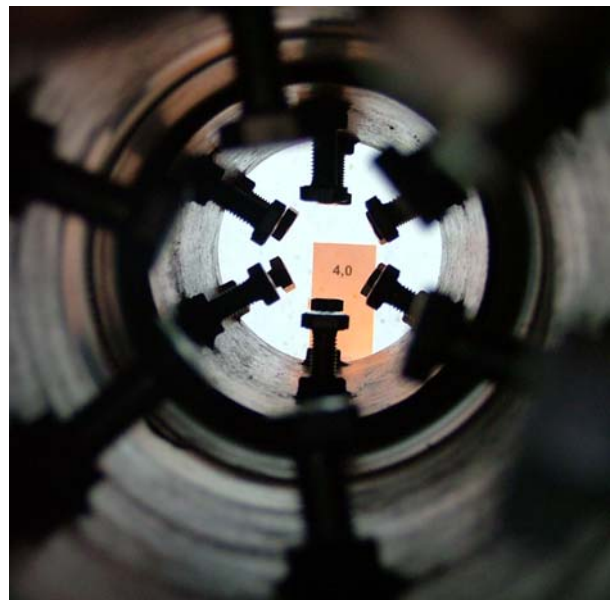


Abb.14: Rohrverbindung Rehau AWADUKT PP SN 10 RAUSISTO DN 160, bei einem Außenüberdruck von **4,0 bar**. Kein Wassereintritt.

Bei den Rohrverbindungen DN160 vom Typ Rehau AWADUKT PP SN 10 RAUSISTO wurde bei einem Außenwasserdruck von 4,86 bar (gemittelter Wert) kein Wassereintritt bzw. kein Versagen des Dichtelementes festgestellt. Bei den Rohrverbindungen dieses Typs war im Verlauf der Druckerhöhung keine Verformung erkennbar.

Tabelle 7: Rohrverbindungen vom Typ Rehau AWADUKT PP SN 10 RAUSISTO. Kein Versagen der Rohrverbindung.

Produktbezeichnung	Rohrverbindung 1	Rohrverbindung 2	Rohrverbindung 3	Mittelwert
AWADUKT PP SN 10 RAUSISTO DN 160	4,90 bar	4,86 bar	4,82 bar	4,86 bar

Anmerkung: Die Höchstwerte geben den Höchstdruck des Wasserversorgungsnetzes wieder.

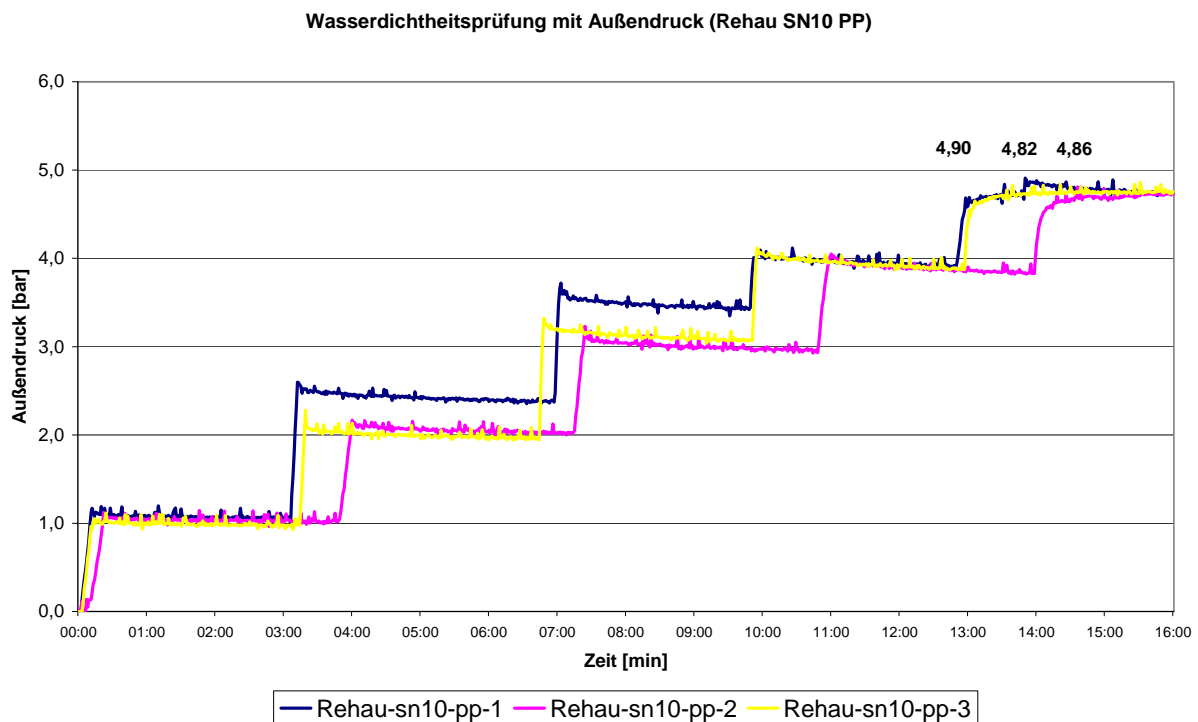


Abb. 15: Ergebnisse der Außendruckuntersuchungen an Rohrverbindungen vom Typ Rehau AWADUKT PP SN 10 RAUSISTO. Im Diagramm sind die Messwerte dreier Messungen aufgetragen. Die Höchstwerte geben den Höchstdruck des Wasserversorgungsnetzes wieder.

6 Fazit

An einer Rohrverbindung bestehend aus zwei Rohrabschnitten und einer Doppelsteckmuffe AWADUKT PP SN 10 RAUSISTO DN 200 wurde über einen Zeitraum von 1.000 h bei einem Prüfdruck von 1,1 bar eine **Langzeit-Außenwasserdruckprüfung** durchgeführt. Bei dieser Außendruckbelastung war die Rohrverbindung des AWADUKT PP SN10 RAUSISTO Kanalrohres dicht.

Bei der anschließend durchgeführten **Kurzzeit-Außenwasserdruckprüfung** wurde der Prüfdruck auf bis zu 3,5 bar (35 m Wassersäule) erhöht und die Grenzbelastung der Rohrverbindung ermittelt. Die Rohrverbindung AWADUKT PP SN10 RAUSISTO war bis zu Außenwasserdrücken von 3,0 bar dicht. Erst während einer Steigerung auf 3,5 bar traten Undichtigkeiten auf. Nach der Druckentlastung und anschließender erneuter kurzzeitige Erhöhung auf einen Außenwasserdruck von 1,1 bar erwies sich die vorher undichte Rohrverbindung DN 200 erneut als dicht.

Untersuchungen zum Anpressdruck an Rohrverbindungen AWADUKT PP SN 10 RAUSISTO, DN 160, die im Rahmen eines IKT-Forschungsvorhabens durchgeführt wurden (vgl. [3]), unterstreichen die Widerstandsfähigkeit dieser Rohrverbindung gegenüber Außenwasserdruck. Mit Hilfe von Druckfolien wurde zum Einen ein mittlerer Anpressdruck in der Rohrverbindung von 6,3 bar unter Scherlasteinwirkung ermittelt. Zum Anderen waren die gegen Beulen ausgesteiften AWADUKT PP SN 10 RAUSISTO DN 160 Rohrverbindungen bis zu einem Kurzzeit-Außenwasserdruck von im Mittel 4,86 bar dicht. Dies war der höchste einstellbare Prüfdruck des Wasserversorgungsnetzes.

Da eine Langzeit-Außenwasserdruckprüfung an Schächten aufgrund der Abmessungen nur mit sehr hohem Aufwand möglich ist, wurde eine Langzeit-Vakuumprüfung gewählt. Für diese **Langzeit-Vakuumprüfung des Schacht-Rohr-Systems**, bestehend aus AWASCHACHT PP DN 1000 und AWADUKT PP SN 10 RAUSISTO Kanalrohrsystem, wurde der Versuchsaufbau in ein Wasserbecken gestellt. Da nahezu der gesamte Prüfkörper unterhalb des Wasserspiegels lag, konnte als Prüfkriterien für die Dichtheit gegenüber Außenwasserdruck ein visuell erkennbarer Wassereintritt gewählt werden. Während der gesamten Versuchsdauer von 1.000 Stunden konnte an keiner Stelle im Schacht oder in den angeschlossenen Rohren ein Wassereintritt in das Schacht-Rohr-System festgestellt werden. Alle Verbindungen des Schachtes sowie die Schachtmuffen und Rohrverbindungen waren dicht.

Auf Grund der positiven Ergebnisse bei der 1.000 h Langzeit-Außenwasserdruckprüfung mit 1,1 bar und der 1.000 h Langzeit-Vakuumprüfung des Schacht-Rohr-Systems mit 0,8 bar Vakuum wurde das IKT-Prüfsiegel Nr. P02374 „Fremdwasserdicht“ vergeben.

7 Literatur

- [1] DIN 4060: Rohrverbindungen von Abwasserkanälen und –leitungen mit Elastomer-
dichtungen, 02 / 1998.
- [2] Produktinformationen der Firma Rehau; www.rehau.com
- [3] Stützel, Th.; Bosseler, B.; Bennerscheidt, C.; Schmiedener, H.; Streckenbach, M.:
„Wurzeleinwuchs in Abwasserleitungen und –kanäle - `Ergänzungsvorhaben““, Ab-
schlussbericht. IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur, Gelsenkirchen; Juni
2007
- [4] Firmeninformation der Firma Tekscan. www.tekscan.com