PRÜFBERICHT: P02375

Gelsenkirchen, 21. Oktober 2008

Auftraggeber:	**Rehau AG + Co** **Ytterbium 4** **91058 Erlangen**
Prüfauftrag Nr.:	**P02375**
Bezeichnung des Prüfauftrags:	**AWADOCK NEW GENERATION -** **Dichtheit bei erhöhten Bohrlochtoleranzen**
Bezeichnung des Auftraggebers:	**Bestell-Nr. 226 / 4537267629/31.03.2008**
Datum des Auftrages:	**31.03.2008**

Dieser Prüfbericht besteht aus 12 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		Eingang am	Probenlieferung durch	Beschreibung der Probenkörper
IKT (Prüfstelle)	Auftraggeber			
H1832-1 bis -9		02.04.2008	AG	9 Anschlusssysteme AWADOCK NEW GENERATION, Typ A, mit Quelldichtung Q-TE-C, zum Anschluss von PVC und PP-Rohren DN160 an Beton- und Stahlbetonrohre DN 300
H1837-1	-	09.04.2008	AG	1 Stahlbetonrohr DN 300, inkl. 3 Bohrungen 200 mm +2/-1 mm
H1837-2	-	09.04.2008	AG	1 Stahlbetonrohr DN 300, inkl. 3 Bohrungen 204 mm
H1837-3	-	09.04.2008	AG	1 Stahlbetonrohr DN 300, inkl. 3 Bohrungen 200 mm +2/-1 mm mit einer Abweichung der Bohrachse um 5°

Durchgeführte Prüfungen

Anzahl	Prüfungsart	Prüfvorschrift	Probekörper Nr.	Prüfkörperherstellung
3	Wasserdichtheitsprüfung an AWADOCK-Anschlusssystemen mit Standardbohrungen innerhalb der Bohrloch-toleranzen von 200 + 2/ -1 mm	In Anlehnung an den IKT-Warentest „Hausanschlussstuzen“	H1832-1 bis -3 mit H1837-1	Einbau der AWADOCK-Anschlusssysteme durch Mitarbeiter der Rehau AG+Co in Betonrohr H1837-1
3	Wasserdichtheitsprüfung an AWADOCK-Anschlusssystemen, die mit vergrößerten Bohrlochdurchmessern von 204mm eingebaut wurden	In Anlehnung an den IKT-Warentest „Hausanschlussstuzen“	H1832-4 bis -6 mit H1837-2	Einbau der AWADOCK-Anschlusssysteme durch Mitarbeiter der Rehau AG+Co in Betonrohr H1837-2
3	Wasserdichtheitsprüfung an AWADOCK-Anschlusssystemen, bei einer Abweichung der Bohrachse von der radialen Richtung um 5°	In Anlehnung an den IKT-Warentest „Hausanschlussstuzen“	H1832-7 bis -9 mit H1837-3	Einbau der AWADOCK-Anschlusssysteme durch Mitarbeiter der Rehau AG+Co in Betonrohr H1837-3

1 Veranlassung und Zielstellung

Die Rehau AG + Co hat ihr bestehendes Anschlusssystem AWADOCK jetzt mit einer zusätzlichen Quelldichtung ausgestattet und unter der Bezeichnung AWADOCK NEW GENERATION auf den Markt gebracht. Diese Quelldichtung besteht nach Herstellerangaben aus quellfähigem, thermoplastischem Elastomer-Composite und soll die Dichtheit des Anschlusses auch bei unzulässig großen Bohrlochdurchmessern, Schrägbohrungen sowie unebenen Bohrlochlaibungen sicherstellen.

Vor diesem Hintergrund beauftragte die Rehau GmbH + Co das IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur gGmbH, das neu entwickelte Anschlusssystem „AWADOCK NEW GENERATION“ bei erhöhten Bohrlochdurchmessern sowie bei einer Schrägbohrung um 5° in Stahlbetonrohren nach den Prüfkriterien des IKT-Warentest „Hausanschluss-Stutzen“ auf Wasserdichtheit zu prüfen.

Die Vorgaben zur Herstellung der Bohrung auf der Baustelle von ∅ 200 +2/ -1 mm, senkrecht zur Bohrwand gebohrt, bleiben allerdings unverändert bestehen.

2 Anschlusssystem AWADOCK NEW GENERATION mit Quelldichtung Q-TE-C

Das AWADOCK-Anschlusssystem besteht aus einer Einschraubkrone mit konischem Außengewinde aus Polypropylen (grün) und einer Elastomerdichtung (schwarz) mit konischem Innengewinde. Bei dem Anschlusssystem AWADOCK NEW GENERATION ist in einer Nut der Elastomerdichtung eine weitere, quellfähige Dichtung (grün) eingelegt, die durch Wasserzutritt aktiviert wird und als zusätzliche Sicherheit bei unebenen Lochlaibungen oder versehentlicher Überschreitung der Bohrlochtoleranzen dienen soll.

Abb. 1: Anschlusssystem AWADOCK NEW GENERATION

Die Dichtwirkung im Bohrloch des Beton- bzw. Stahlbetonrohres wird zunächst - wie bei dem bisherigen AWADOCK-Anschlusssystem - durch den Anpressdruck des Elastomers gegen die Bohrlochlaibung erzielt, der durch das Eindrehen der Einschraubkrone in die Elastomerdichtung entsteht. Die zusätzliche Quelldichtung wird erst dann vollständig aktiviert, wenn sie mindestens 48 Stunden mit Wasser in Kontakt war. Um den praxisgerechten Einbau auf der Baustelle zu ermöglichen, ist die Dichtung darüber hinaus so eingestellt, dass erst nach 10 bis 24 Stunden Wasserkontakt eine spürbare Quellung beginnt. Damit soll sichergestellt werden, dass die Dichtung nicht unbeabsichtigt vor dem Einbau, z.B. infolge feuchter Lagerung auf der Baustelle, quillt.

3 Prüfgegenstand

Die Rehau AG + Co lieferte dem IKT neun Anschlusssysteme AWADOCK NEW GENERATION der Nennweite DN160, Typ A und drei Stahlbetonrohre der Nennweite DN300, die bereits jeweils drei Bohrungen für die Hausanschlusssysteme enthielten. Die Bohrungen in den drei Stahlbetonrohren waren vom Auftrageber bewusst mit unterschiedlichen Bohrlochtoleranzen ausgeführt worden.

1. Im ersten Stahlbetonrohr (H1837-1) waren die Bohrungen unter Einhaltung der Toleranzen nach Herstellerangaben der Fa. Rehau eingebaut worden. Die Bohrungen hatten somit einen Soll-Durchmesser von 200 +2/-1 mm und werden als Standardbohrungen bezeichnet. Bei einer Bohrung (H1832-3) wurde allerdings eine unebene Lochlaibung mit Riefen festgestellt. In diese Bohrungen wurden die AWADOCK-Anschlusssysteme H1832-1 bis -3 eingebaut.

2. Die Bohrungen im zweiten Stahlbetonrohr (H1837-2) lagen mit einem Soll-Durchmesser von 204 mm außerhalb des zulässigen Toleranzbereiches, der 200 +2/-1 mm beträgt. Hierdurch sollte der Einfluss von unrunden Bohrkronen nachgestellt werden, der in der Baupraxis auftreten kann. Hier kamen die AWADOCK-Anschlusssysteme H1832 4 bis -6 zum Einsatz.

3. Im dritten Stahlbetonrohr (H1837-3) waren die Bohrlöcher mit einem Soll-Durchmesser innerhalb der zulässigen Toleranzen, aber bewusst mit einer Abweichung der Bohrachse von der radialen Richtung um 5° gebohrt worden. Hierdurch sollte der Fall der „Schrägbohrung“ nachgestellt werden, der ebenfalls bei der praktischen Anwendung im Rohrleitungsgraben auftreten kann. In diesem Rohr wurden die AWADOCK-Anschlusssysteme H1832-7 bis -9 eingebaut.

Um die Abmessungen der Bohrungen in den angelieferten Stahlbetonrohen zu überprüfen, wurden die Durchmesser aller neun Bohrlöcher jeweils an vier Punkten des Umfangs im IKT vermessen (vgl. Abb. 2). Die Ergebnisse der Vermessungen sind in Tabelle 1 dargestellt.

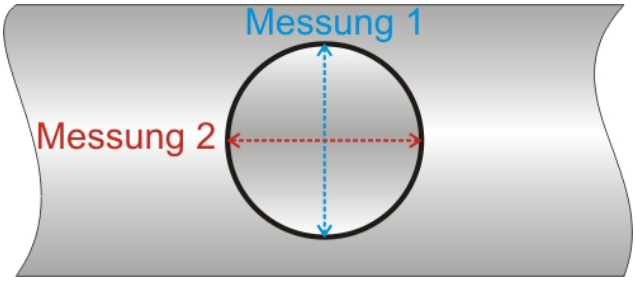

Abb. 2: Vorgehensweise bei der Vermessung der Bohrungen.

Tabelle 1: Vermessung der Bohrungen in den Stahlbetonrohren

1. Standardbohrungen (200 +2/-1 mm)

Durchmesser [mm], außen			Durchmesser [mm], innen		
I.	1	202,84	I.	1	202,60
	2	202,52		2	202,15
II.	1	201,89	II.	1	201,98
	2	202,63		2	201,49
III.	1	201,89	III.	1	201,86
	2	201,75		2	202,30

2. Bohrung mit größerem Durchmesser (204 mm)

Durchmesser [mm], außen			Durchmesser [mm], innen		
I.	1	205,06	I.	1	204,75
	2	205,20		2	205,18
II.	1	205,10	II.	1	204,61
	2	204,98		2	205,12
III.	1	205,12	III.	1	204,94
	2	204,98		2	204,98

3. Schrägbohrung mit 5° Abweichung der Bohrachse von der radialen Richtung

Durchmesser [mm], außen			Durchmesser [mm], innen		
I.	1	201,85	I.	1	201,71
	2	201,87		2	201,55
II.	1	202,13	II.	1	202,03
	2	201,49		2	201,48
III.	1	202,79	III.	1	202,81
	2	202,23		2	202,86

Einbau der Anschlusssysteme AWADOCK NEW GENERATION

Die Anschlusssysteme AWADOCK NEW GENERATION wurden von Mitarbeitern der Firma Rehau eingebaut. Hierfür werden die Elastomerdichtungen in die Bohrungen des Stahlbetonrohrs eingesetzt und mit Gleitmittel bestrichen. Anschließend wird die Einschraubkrone aus PP mit Hilfe des Montageschlüssels in die Dichtung eingedreht (Abb. 3 und Abb. 5).

Abb. 3: Anschlussdichtung.

Abb. 4: Eindrehen der Einschraubkrone mit Hilfe des Montageschlüssels nach Auftragen des Gleitmittels.

Abb. 5: Eingebautes Anschlusssystem AWADOCK NEW GENERATION.

4 Dichtheitskriterien in Anlehnung an den IKT-Warentest „Hausanschluss-Stutzen“

Für die Dichtheitsprüfung mit Wasser als Prüfmedium in Anlehnung an den IKT-Warentest „Hausanschluss-Stutzen“ werden die Rohrenden verschlossen und die AWADOCK-Anschlusssysteme mit Verschlusstellern versehen. Der bestehende Prüfraum wird mit Wasser befüllt und entlüftet. Der Prüfdruck beträgt 0,6 bar, bei einer Prüfzeit von 30 Minuten. Die AWADOCK-Anschlusssysteme werden als dicht bewertet, sofern innerhalb der Prüfzeit kein visuell erkennbarer Wasseraustritt feststellbar ist (s.a. Tabelle 2).

Tabelle 2: Dichtheitskriterien nach dem IKT-Warentest „Hausanschluss-Stutzen“*

Druck im Prüfraum	Prüfmedium	Beruhigungszeit und Quellzeit**	Prüfzeit	Beurteilung Dichtheit
0,6 bar	**Wasser**	**s.a. Tab. 3 bis 5**	**30 min**	**Optisch/ Wasser-austritt**

* IKT – Warentest „Hausanschluss-Stutzen“ (Juni 2002) unter www.ikt.de im Downloadbereich
** Abweichend von den Dichtheitskriterien nach dem IKT-Warentest „Hausanschluss-Stutzen“

Abweichend von den Dichtheitskriterien nach dem IKT-Warentest „Hausanschluss-Stutzen“ (Tabelle 2), war bei den Anschlusssystemen AWADOCK NEW GENERATION für die Aktivierung der Quelldichtung eine zusätzliche Quellzeit erforderlich, die zwischen den geprüften Anschlusssystemen variierte (s.a. Tabelle 3 bis Tabelle 5).

5 Prüfung

5.1 Durchführung der Dichtheitsprüfung

Die jeweils drei Anschlüsse in einem Stahlbetonrohr wurden gleichzeitig durch Befüllen des Rohres mit Wasser auf Dichtheit geprüft. Zwei, mit Spannbändern gesicherte Dichtscheiben an beiden Rohrenden dichteten den Prüfraum ab. Damit der Wasserdruck die mit Verschlusstellern versehenen Anschlusssysteme während der Dichtheitsprüfung nicht aus den Bohrungen drückt, wurden Holzbalken mit untergelegten Abstandshaltern gegen die Stahlbetonrohre verspannt und dienten so als Widerlager für die AWADOCK-Anschlüsse (Abb. 6).

Abb. 6: Sicherung der Anschlüsse gegen Herausdrücken.

Der Prüfdruck wurde mit Hilfe eines Freispiegelgefäßes aufgebracht (vgl. Abb. 7), das an einem Kran hängend auf die jeweilige Druckhöhe eingestellt werden konnte. Sofern bei einer Druckstufe ein Wasseraustritt am Anschluss erkennbar war, erfolgte keine weitere

Drucksteigerung, da zunächst die Reaktion der aktivierbaren Quelldichtung abgewartet werden musste. Erst wenn eine Abdichtung durch die Aktivierung der Quelldichtung erkennbar war, wurde die nächste Druckstufe angefahren. Nach Erreichen eines Wasserdrucks von 0,6 bar und sofern kein Wasseraustritt sichtbar war, startete dann die eigentliche Dichtheitsprüfung nach einer Beruhigungszeit von 5 Minuten für eine Prüfdauer von 30 Minuten. Die Prüfung gilt als bestanden, wenn nach Ablauf der Prüfzeit kein Wasseraustritt an den Anschlüssen visuell erkennbar ist.

Abb. 7: Vorrichtung zur Entlüftung des Prüfraumes über einen Kugelhahn.

Abb. 8: Aufbringen des Prüfruckes mit einem Freispiegelgefäß am Kran.

5.2 Ergebnisse der Dichtheitsprüfungen

5.2.1 Standardbohrung

Nach dem Befüllen des Prüfraums wurde der Druck an allen drei Anschlüssen auf 0,1 bar gesteigert. Nach einer Zeit von 10 Minuten war kein Wasseraustritt sichtbar, so dass der Prüfdruck von 0,6 bar aufgebracht wurde. In den ersten zwölf Minuten nach dem Einstellen des Prüfdrucks waren alle drei Anschlüsse dicht. Die erste Undichtigkeit zeigte sich nach 12 Minuten am Anschluss H1832-3. An diesem Anschluss wurde jedoch eine unebene Bohrlochlaibung in Verbindung mit einer Riefenbildung festgestellt (s. auch Abschnitt 3), so dass hier nicht ausgeschlossen werden kann, dass diese die Undichtigkeit begünstigt haben. Nach einer Quellzeit von 48 Stunden war der Anschluss H1832-3 dann dicht. Die Anschlüsse H1832-1 und H1832-2 zeigten während der gesamten Beanspruchung mit 0,6 bar Innendruck keine Undichtigkeiten. Die Einzelergebnisse sind in den folgenden Tabellen zusammengestellt.

Tabelle 3: Standardbohrung: Ergebnisse der Dichtheitsprüfung

Standardbohrung				
		Anschluss Nr.		
Druckstufe	**Dauer**	**H1832-1**	**H1832-2**	**H1832-3**
Verhalten beim Aktivieren der Quelldichtung				
0,1 bar	**10 min**	Kein Wasseraustritt	Kein Wasseraustritt	Kein Wasseraustritt
0,6 bar	**48 h**	Kein Wasseraustritt	Kein Wasseraustritt	Wasseraustritt nach 12 Minuten*. Dicht nach 48 h
Ergebnis Dichtheitsprüfung mit Wasser				
0,6 bar	**30 min.**	**Dicht**	**Dicht**	**Dicht**

** unebene Bohrlochlaibung mit Riefenbildung*

Standardbohrung

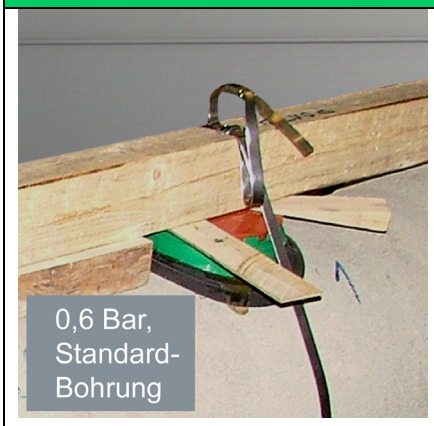

Abb. 9: Anschluss H1832-1, Druckstufe 0,6 bar.

Abb. 10: Anschluss H1832-2, Druckstufe 0,6 bar.

Abb. 11: Anschluss H1832-3, Druckstufe 0,6 bar. Dicht nach Quellzeit von 48 h.

5.2.2 Vergrößerter Bohrlochdurchmesser von 204 mm

Der Wasserdruck bei der Dichtheitsprüfung der drei Stahlbetonrohre mit vergrößertem Bohrlochdurchmesser wurde in Druckstufen von 0,1 bar aufgebracht. Bei einem Druck von 0,4 bar trat bei einem von drei Anschlüssen Wasser aus (H1832-4). Nach einer Quellzeit von zwei Stunden war dieser Anschluss dicht und die Druckstufe 0,5 bar konnte eingestellt werden. Hier trat dann Wasser über einen Zeitraum von 20 Minuten aus. Trotzdem wurde der Prüfdruck von 0,6 bar eingestellt. Die Dichtheit stellte sich bei dieser Druckstufe nach einer Quellzeit von ca. 3 Stunden ein.

Tabelle 4: Vergrößerter Bohrlochdurchmesser: Ergebnisse der Dichtheitsprüfung

Vergrößerter Bohrlochdurchmesser (204 mm)				
		Anschluss Nr.		
Druckstufe	**Dauer**	**H1832-4**	**H1832-5**	**H1832-6**
Verhalten beim Aktivieren der Quelldichtung				
0,1 bar	**2 min**	Kein Wasseraustritt	Kein Wasseraustritt	Kein Wasseraustritt
0,2 bar	**5 min**	Kein Wasseraustritt	Kein Wasseraustritt	Kein Wasseraustritt.
0,3 bar	**5 min**	Kein Wasseraustritt	Kein Wasseraustritt	Kein Wasseraustritt
0,4 bar	**2 h**	Wasseraustritt nach 2 Minuten (Abb. 12). Dicht nach 2 h	Kein Wasseraustritt	Kein Wasseraustritt
0,5 bar	**20 min**	Wasseraustritt nach 2 Minuten	Kein Wasseraustritt	Kein Wasseraustritt
0,6 bar	**3 h**	Wasseraustritt nach 2 Minuten (Abb. 13). Dicht nach 3 h	Kein Wasseraustritt	Kein Wasseraustritt
Ergebnis Dichtheitsprüfung mit Wasser				
0,6 bar	**30 min.**	**Dicht**	**Dicht**	**Dicht**

Vergrößerter Bohrlochdurchmesser (204 mm)	
Abb. 12: Druckstufe 0,4 bar: Anschluss H1832-4 (rechts), H1832-5 (Mitte) und H1832-6 (links).	Abb. 13: Druckstufe 0,6 bar, Anschluss H1832-4.

5.2.3 Schrägbohrung mit 5° Abweichung der Bohrachse von der radialen Richtung

Der Druck wurde stufenweise von 0,2 bar über 0,3 bar auf 0,6 bar gesteigert. Bei einem Druck von 0,2 bar traten am Anschluss H1832-8 geringe Mengen Wasser aus. Daraufhin wurde der Druck für die Zeit von 5 Minuten auf 0,3 bar gesteigert. Es trat weiterhin Wasser am Anschluss H1832-8 aus. Daraufhin wurde zur Beschleunigung des Quellvorgangs der Wasserdruck auf den Prüfdruck von 0,6 bar gesteigert. Jetzt zeigten sich auch Undichtigkeiten am Anschluss H1832-9. Nach einer Quellzeit von ca. vier Stunden unter einem Druck von 0,6 bar konnte dann der Anschluss H1832-8 als dicht geprüft werden. Es trat kein Wasser mehr aus. Die Dichtheit des Anschlusses H1832-9 konnte nach einer Quellzeit von 16,5 h nachgewiesen werden.

Schrägbohrung um 5°		
Abb. 14: Anschluss H1832-7.	Abb. 15: Anschluss H1832-8.	Abb. 16: Anschluss H1832-9.

Tabelle 5: Schrägbohrung um 5°: Ergebnisse der Dichtheitsprüfung

Schrägbohrung um 5° zur radialen Richtung				
		Anschluss Nr.		
Druckstufe	**Dauer**	**H1832-7**	**H1832-8**	**H1832-9**
Verhalten beim Aktivieren der Quelldichtung				
0,2 bar	**5 min**	Kein Wasseraustritt	Wasseraustritt unmittelbar nach Druckaufbringung	Kein Wasseraustritt
0,3 bar	**5 min**	Kein Wasseraustritt	Wasseraustritt nach Druckaufbringung	Kein Wasseraustritt
0,6 bar	**16,5 h**	Kein Wasseraustritt (Abb. 14)	Wasseraustritt nach Druckaufbringung (Abb. 15). Dicht nach 4 h	Wasseraustritt nach Druckaufbringung (Abb. 16). Dicht nach 16,5 h
Ergebnis Dichtheitsprüfung mit Wasser				
0,6 bar	**30 min.**	**Dicht**	**Dicht**	**Dicht**

6 Fazit

Das neue Anschlusssystem AWADOCK NEW GENERATION der Rehau AG + Co verfügt jetzt, zusätzlich zu der bekannten Elastomerdichtung, über eine aktivierbare Quelldichtung und soll nach Herstellerangabe die Dichtheit des Anschlusses bei unzulässig großen Bohrlochdurchmessern, Schrägbohrungen sowie unebenen Bohrlochlaibungen sicherstellen. Diese zusätzliche Quelldichtung wird erst dann vollständig aktiviert, wenn sie mindestens 48 Stunden mit Wasser in Kontakt war.

Die durchgeführten Dichtheitsprüfungen an Anschlusssystemen AWADOCK NEW GENERATION in Stahlbetonrohren mit

1. Standardbohrlöchern 200 +2/-1 mm
2. Bohrlöchern mit größeren Durchmessern von 204 mm
3. Bohrlöchern mit 5° Abweichung der Bohrachse von der radialen Richtung

zeigen, dass in allen Fällen die Dichtheit nach einer Quellzeit von 48 Stunden und teilweise bereits nach einer kürzeren Quellzeit erzielt wird. Die Dichtheitsprüfung wurde mit den Prüfkriterien des IKT-Warentests „Hausanschluss-Stutzen“ durchgeführt. Die Vorgaben zur Herstellung der Bohrung auf der Baustelle von ∅ 200 +2/ -1 mm, senkrecht zur Bohrwand gebohrt, bleiben allerdings unverändert bestehen.