

# Intelligentes Grundwasser- management mit Prozess- leit- und Fernwirktechnik

*Ende 2011 haben die ersten Bauarbeiten für die neue U-Bahn-Linie Cityringen in Kopenhagen begonnen, 2018 soll die Strecke mit einer Länge von 15,5 km in Betrieb genommen werden. Für den mitten durch das historische Zentrum verlaufenden Tunnelschachtbau erhielt die Firma Hölscher Wasserbau aus Haren den Zuschlag. Für das hoch komplexe Infrastrukturprojekt wurde ein intelligentes Grundwassermanagement-System entwickelt. Die Fachleute von Hölscher setzen das AQASYS Prozessleitsystem und die Fernwirktechnik von Schraml als Steuerungs- und Monitoring-Werkzeug ein.*

Die Rahmenbedingungen für die Großbaustelle waren von Anfang an sehr anspruchsvoll, denn der Untergrund im Stadtzentrum, der geringe Platz für die Baustellen und die direkte Nähe zum Meer gaben ein enges Korsett für die Arbeiten vor. Ständig wechselndes Personal von unterschiedlichen Planungs- und Baufirmen, ein Rund-um-die-Uhr-Monitoring der Baustellen und der Umgang mit den Ansprüchen von Behörden und Bewohnern forderte allen Projektbeteiligten eine disziplinierte Planung, viel Fingerspitzengefühl, zuverlässige Produkte und vor allem ausgereiftes Engineering ab.

## Das Ziel: Absenkung des Grundwasser- pegels verhindern

Für den Bau der neuen Metrolinie wurden in 25 Metern Tiefe zwei Tunnelröhren und insgesamt 21 Schächte angelegt, die bis zu 40 Meter in den Kopenhagener Kalkstein reichen. Die Schächte werden für 17 neue U-Bahn-Stationen sowie für Sonderbauwerke und für den Start der Tunnelbohrmaschinen benötigt. Durch die massiven Baumaßnahmen wird der Grundwasserleiter (Aquifer) erheblich beeinflusst. Wegen der auf hölzernen Pfählen gebauten historischen Gebäude in der Kopenhagener Innenstadt war eine Lösung gefragt, die eine baubedingte Absenkung des Grundwasserpegels auf jeden Fall vermeidet. Hölscher Wasserbau hat dafür ein intelligentes Pegelmanagement-System realisiert, das aufbereitetes Grundwasser in den Aquifer zurückleitet (Re-Infiltration). So stellt es einen gleichbleibenden Grundwasserpegel außerhalb der Schächte sicher. Speziell von Hölscher entwickelte Wasseraufbereitungsanlagen

behandeln das beim Anlegen der Schächte und Tunnelröhren anfallende Grundwasser und Bauabwasser so, dass es nach der Aufbereitung in Trinkwasserqualität wieder ins Erdreich zurückgeleitet wird.

## Energieautarke GPRS-Datenlogger an über 600 Messpunkten

Im gesamten Baugebiet und damit quasi über die ganze Stadt verteilt sind über 600 Pegelmessstationen installiert, die die Grundwasserpegelstände in definierten Zeitabständen messen und an den Prozessleitserver übertragen (**Bild 1**). Dabei senden in Spitzenzeiten bis zu 400 Datenlogger ihre Ergebnisse gleichzeitig an die Zentrale. Der Großteil der Standorte für die Pegelmesser ist sehr schwer zugänglich, ohne externe Stromversorgung und oftmals abgeschirmt, wie zum Beispiel unter Gullideckeln, auf denen Autos parken. Die Anforderungen an die Geräte und an die Datenübertragung konnten energieautarke Datenlogger von Schraml erfüllen, die mit mindestens zwei Piezometer-Sensoren zur Pegelmessung ausgerüstet sind (**Bild 2**). Dank einer leistungsstarken Batterie kommen die Logger auch unter den erschwerten Bedingungen vor Ort mit hohen Übertragungsfrequenzen – bei den wichtigsten und für die Stadt kritischen sogenannten Masterpegeln alle 15 Minuten – lange ohne Batteriewechsel aus. Die gleiche Batterie versorgt auch die Piezometer-Sensoren mit Spannung. So ist der Datenlogger ein autarkes Monitoring-Gerät für die Pegelstände.

Die kompakten und robusten Datenlogger FWD 900 von Schraml lassen sich schnell montieren und demon-

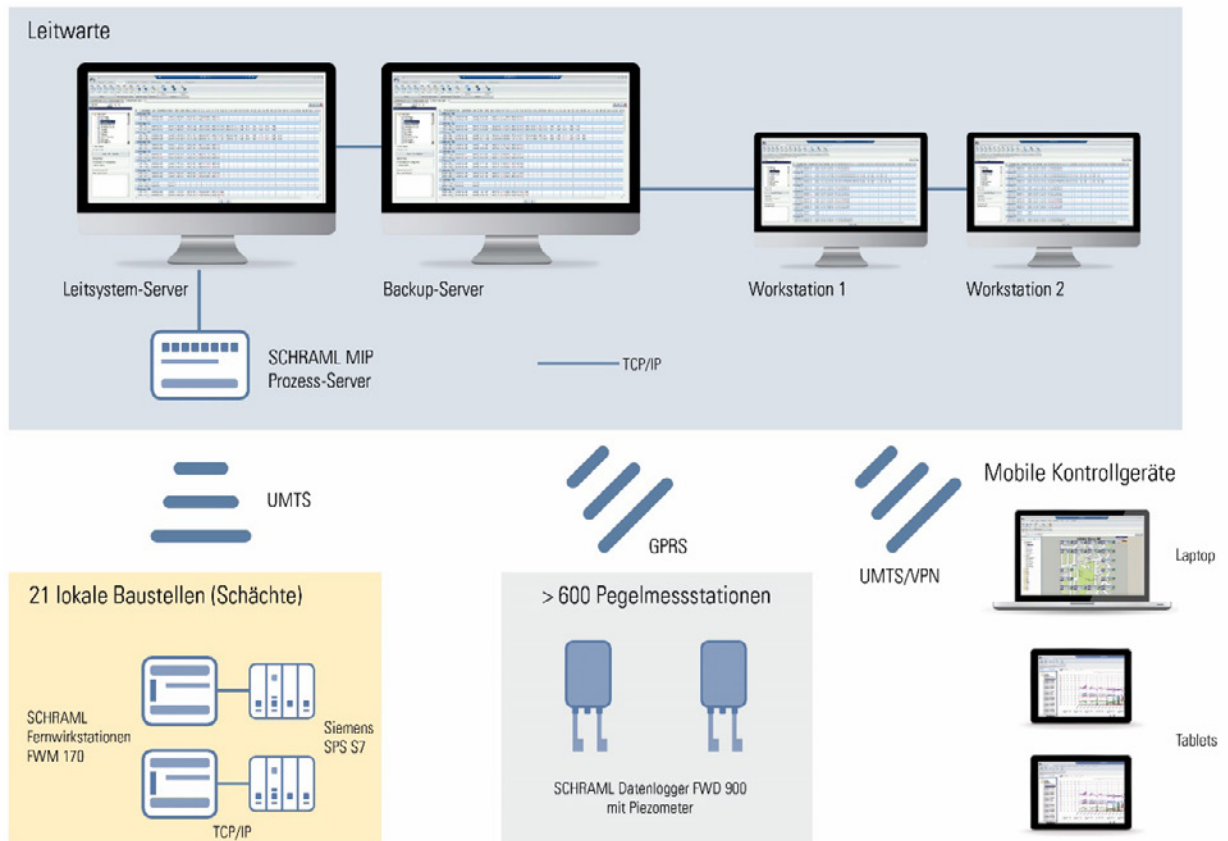


Bild 1: Systemgrafik Prozessleitsystem und Fernwirktechnik für den Bau der Kopenhagener Cityring-Metrolinie



Bild 2: Schraml Datenlogger FWD 900

tieren, was für die ständig im Umbau befindliche Großbaustelle ein wichtiges Kriterium ist. Dank IP67-Schutzart trotzten die Datenlogger selbst den extrem feuchten Konditionen an ihren Einsatzplätzen im Kopenhagener Untergrund. Der Datenlogger wird im zentralen Prozessleitsystem konfiguriert und auch Änderungen des Übertragungszyklus und der Skalierung werden so vorgenommen. Die Datenübertragung erfolgt über integrierte GPRS-Modems direkt zum zentralen AQASYS Prozessleitsystem von Schraml. Sollte die Verbindung einmal länger unterbrochen sein, speichert der Datenlogger die gemessenen Werte zwischen und überträgt sie an die Zentrale, sobald die Verbindung wieder steht.

### Pumpen, Aufbereitung, Reinfiltration: voll automatisiert

An den 21 lokalen Baustellen des Kopenhagener Metro-rings steuern SPSen automatisch die Brunnenpumpen und Wasseraufbereitungs- und Reinfiltrationsanlagen. Fernwirk-knoten speichern die von den SPSen gemessenen Daten zwischen und übernehmen die Datenübertragung per ständiger UMTS-Leitung an den zentralen Server. Die Aggregate können über Eingaben von Steuer- und Regelwerten direkt im AQASYS Prozessleitsystem beeinflusst werden. So werden beispielsweise Absenktziele für den Grundwasserspiegel im zentralen System vorgegeben und in Echtzeit via Fernwirk-knoten und SPS an die Brunnenpumpen übertragen. Das Personal kann aber auch direkt an der Baustelle oder bei Bereitschaftsdiensten von unterwegs über mobile Geräte wie Tablets und Smartphones mit dem AQASYS Webclient auf das System zugreifen, aktuelle Werte prüfen und steuernd einwirken. Damit ist eine ortsunabhängige Rund-um-die-Uhr-Kontrolle durch das Wartungspersonal sichergestellt.

Die Fernalarmierungsfunktion des Prozessleitsystems stellt sicher, dass bei Fehlfunktionen wie Pumpenstörungen und Netzausfällen und bei Grenzwertverletzungen wie



Bild 3: Eine Ganglinie als Visualisierung von zeitlichen Verläufen

#	Description	Dim.	Sum	Mean	Dim.	Min.	Time	Max.	Time	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-2	
<b>Datalogger 101</b>																																
1	P11-318_1	mDVR	M 4.68	mDVR	4.64	2.00	4.74	0.15	4.71	4.60	4.67	4.58	4.65																			
2	P11-318_2	mDVR	M 4.58	mDVR	4.58	2.15	4.59	1.30	4.58	4.50	4.58	4.58	4.58																			
<b>Datalogger 102</b>																																
3	P11-317_1	mDVR	M 4.47	mDVR	4.43	0.00	4.52	13.00	4.51	4.49	4.48	4.48	4.46	4.45	4.45	4.44	4.43	4.44	4.45	4.47	4.51	4.48	4.48									
4	P11-317_2	mDVR	M 4.45	mDVR	4.43	0.45	4.47	13.00	4.45	4.46	4.46	4.46	4.46	4.45	4.44	4.44	4.43	4.44	4.44	4.44	4.44	4.44	4.46	4.46								
<b>Datalogger 103</b>																																
5	P11-316_1	mDVR	M 4.65	mDVR	4.25	13.30	4.74	1.00	4.69	4.65	4.72	4.69	4.73	4.71	4.66	4.65	4.69	4.61	4.64	4.59	4.73	4.42	4.65	4.64								
6	P11-316_2	mDVR	M 4.69	mDVR	4.81	13.45	4.72	13.00	4.69	4.69	4.71	4.71	4.71	4.71	4.71	4.68	4.71	4.68	4.68	4.67	4.71	4.64	4.68	4.68								
<b>Datalogger 104</b>																																
7	P11-315_1	mDVR	M 4.27	mDVR	4	1.45	4.36	2.45	4.26	4.2	4.33	4.25	4.33																			
8	P11-315_2	mDVR	M 4.08	mDVR	4.06	0.30	4.09	5.00	4.07	4.08	4.08	4.09	4.09																			
<b>Datalogger 105</b>																																
9	P11-323_1	mDVR	M 4.7	mDVR	4.67	0.30	4.73	3.45	4.69	4.69	4.7	4.72	4.72																			
10	P11-323_2	mDVR	M 5.06	mDVR	5.06	0.15	5.06	0.15	5.09	5.06	5.06	5.06	5.06																			
<b>Datalogger 106</b>																																
11	P11-305_1	mDVR	M 3.92	mDVR	3.77	1.45	4.01	0.30	3.93	3.97	3.99	3.99	3.98																			
12	P11-305_2	mDVR	M 4.55	mDVR	4.55	0.15	4.55	3.45	4.55	4.55	4.55	4.55	4.55																			
<b>Datalogger 107</b>																																
13	P11-313_1	mDVR	M 4.79	mDVR	4.73	1.45	4.89	0.30	4.83	4.78	4.8	4.77	4.78																			
14	P11-313_2	mDVR	M 4.83	mDVR	4.82	1.45	4.84	0.30	4.84	4.83	4.83	4.83	4.82																			
<b>Datalogger 108</b>																																
15	P11-309_1	mDVR	M	mDVR																												
16	P11-309_2	mDVR	M	mDVR																												
<b>Datalogger 109</b>																																
17	P11-312_1	mDVR	M 4.89	mDVR	4.6	1.45	4.82	0.30	4.76	4.68	4.71	4.67	4.66	4.66																		
18	P11-312_2	mDVR	M 4.39	mDVR	4.39	2.00	4.39	0.15	4.39	4.39	4.39	4.39	4.39																			

Bild 4: Messwertbericht im QASYS Prozessleitsystem

Pegelstandsunterschreitungen umgehend und automatisch das Personal per SMS alarmiert wird. Komfortabel können regelmäßig geplante Wartungsvorgänge wie zum Beispiel das Rückspülen der Wasseraufbereitungsanlagen mit einem einfachen Klick vom Prozessleitsystem aus angestoßen und durchgeführt werden. Für die Dokumentationsanforderungen des Projektteams und der Behörden von Kopenhagen ist die lückenlose

und mit Zeitstempeln versehene Archivierung aller Daten im Prozessleitsystem wichtig (Bild 3). Die Mitarbeiter an den Leitsystem-Arbeitsplätzen bekommen die wichtigsten Betriebszustände der 21 Stationen übersichtlich als Prozessbilder und Ganglinien dargestellt. Jeder einzelne Betriebsdatenpunkt kann außerdem in frei gestaltbaren Berichten und Tabellen angezeigt werden. Alle Daten können zur weiteren Bearbeitung und Auswertung exportiert werden (Bild 4).

### Hohe Daten- und Alarmierungssicherheit auch bei Rechnerausfall

Eine wichtige Rolle kommt dem MIP Prozess-Server von Schraml zu, der bei einem Ausfall des Leitserverns alle kritischen Aufgaben des Prozessleitsystems auch für längere Zeit übernimmt (*Bild 5*). So kann eine lückenlose Alarmierung und Datenspeicherung über den MIP Prozess-Server sichergestellt werden, bis das Leitsystem wieder zur Verfügung steht.

### Präzise Überwachung und Steuerung

Das intelligente Grundwassermanagement von Hölischer Wasserbau hat sich seit dem Start im Jahr 2012 bewährt und gewährleistet seitdem eine sichere Grundwasserversorgung in diesem anspruchsvollen Infrastrukturprojekt. Die Toleranzen im Grundwasserstand an der Kopenhagener Großbaustelle liegen im Zentimeterbereich. Dazu beigetragen hat maßgeblich auch die Prozessleit- und Fernwirktechnik, die eine präzise (Fern-)Überwachung der zahlreichen Pegelmessstellen und eine sichere Steuerung der vielen sich ständig verändernden Anlagenkomponenten ermöglicht hat.

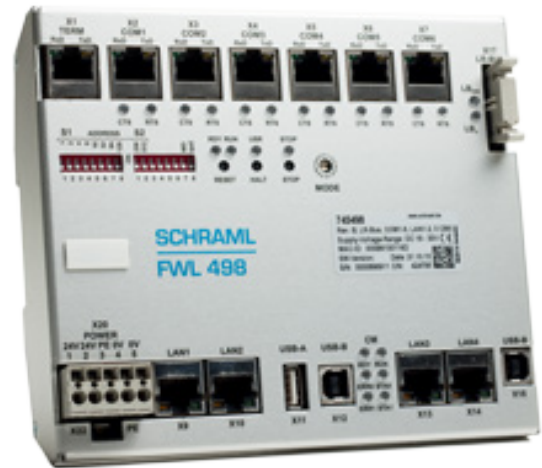


Bild 5: Prozess-Server MIP FWL 498 von Schraml

### AUTOR

- ▶ **VERA SCHUH**  
Schraml GmbH  
83620 Vagen  
Tel.: +49 8062 7071 16  
vera.schuh@schraml.de