

# **Exemplarische Darstellung von entscheidungsorientiertem Grundwasser-Monitoring im innerstädtischen Bereich**

P. Nillert & J. Thierbach

## **1. Einleitung**

Entscheidungsorientiertes Grundwasser-Monitoring (GWM) im innerstädtischen Bereich in der hier beschriebenen Form impliziert die Möglichkeit und die Fähigkeit, auf Grundwasserverhältnisse Einfluss nehmen zu können, um bestimmte Ziele zu erreichen. Insofern bedarf es neben den Instrumentarien der Grundwasserüberwachung auch Einrichtungen zur Steuerung der Grundwasserverhältnisse – in der Regel hydrotechnische Anlagen zur Entnahme oder Infiltration von Wasser in Grundwasserleitern. Die Ziele und Maßnahmen eines entscheidungsorientierten Monitorings im städtischen Überwachungsgebiet dienen der Aufrechterhaltung bestimmter Grundwasserverhältnisse, welche für den Fortbestand schützenswerter Flora und Fauna oder auch Bausubstanz unerlässlich sind [1]. Die praktische Realisierung derartiger Einflussnahmen auf das Grundwasser vollzieht sich in den letzten Jahren in verschiedenen Formen von Grundwassermanagement und ist sowohl auf die Verhinderung unzulässiger Grundwasserspiegelsenkungen als auch die Vermeidung schädlicher Grundwasserhöchststände gerichtet.

Am Beispiel des Grundwassermanagements zur Einhaltung von Grundwassersollständen bei den Baumaßnahmen am Potsdamer Platz im Zentrum Berlins wird deutlich, wie baubedingte Grundwasserstandssenkungen minimiert und für städtische Grünflächen und Bausubstanz notwendige Grundwassersollstände aufrechterhalten werden.

Das entscheidungsorientierte GWM mit dem Ziel der Einhaltung stadtverträglicher Grundwasserverhältnisse im „Rudower Blumenviertel“ – einem Stadtteil im Südosten Berlins – demonstriert die Regulierung der natürlichen Grundwasserabflussverhältnisse zum Schutz der vorhandenen Bausubstanz vor unverträglich hohen Grundwasserständen bzw. vor „nassen Kellern“.

## **2. Einhaltung von GW-Sollständen bei Tiefbaumaßnahmen am Potsdamer Platz in Berlin zum Schutz des „Großen Tiergartens“**

### ***Konflikt und Zielstellung***

Europas größte innerstädtische Baustelle in den letzten 5 Jahren des 20. Jahrhunderts, die in vielerlei Hinsicht außergewöhnlich ist, befindet sich am Potsdamer Platz im Herzen Berlins. Sie zeichnet sich aus durch eine enge

räumliche, bauliche und funktionale Verknüpfung der einzelnen Großprojekte von fünf verschiedenen Investoren. Ihre stadtverträgliche Realisierung erfordert eine ausgeklügelte Baustellenlogistik in den Leistungsbereichen Erdaushubentsorgung, Betonversorgung, Stückgutlogistik, Baustellenabfallentsorgung und **Grundwassermanagement**.

Während der etwa 8-jährigen Bauzeit wurden maximal zu hebende Restgrundwassermengen von rund 12,5 Mio m<sup>3</sup> erwartet, die ergänzt werden von bis zu 1,5 Mio m<sup>3</sup> Lenzwasser, welches zur Trockenlegung von Trogbaugruben abgeführt werden muss [3]. Die durch die bis zu 20 m tiefen Baugruben bedingten Eingriffe der Bauherren in das normale Grundwasserabflussgeschehen, das durch etwa 3 m Grundwasserflurabstand gekennzeichnet ist, weckten in hohem Maße die Besorgnis der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie und veranlassten die Wasserbehörde von Berlin, ihre diesbezüglichen wasserrechtlichen Erlaubnisse an die Bauherren mit vielfältigen Auflagen und Restriktionen zu versehen. Die ursprünglich formulierten und im Laufe der Bauzeit weiterentwickelten Auflagen sollen insbesondere den Schutz des Grundwassers, sowie den Schutz vom Grundwasser abhängiger städtischer Grünflächen – hier speziell des Gartendenkmals Großer Tiergarten – und beeinflusster Bausubstanz Gewähr leisten. Zu den Auflagen der Wasserbehörde zählen z.B. folgende Forderungen:

- Einsatz grundwasserschonender Bauweisen wie Trogbauweise und Schildvortrieb (Böhme, Hrsg. 1996)
- Einhaltung maximaler Restleckageraten in Baugruben von 1,5 l/s je 1000 m<sup>2</sup> grundwasserbenetzter Baugrubenfläche
- **Einhaltung von Grundwasserständen** im gesamten angrenzenden Großen Tiergarten und anderen Grünflächen **zwischen 30 und 31 m über NN** durch bedarfsweise Wiederversickerung von Restgrundwasser aus den Baugruben
- Einhaltung bestimmter Wasser-Beschaffenheitsparameter wie z.B. pH-Wert, AOX, absetzbare Stoffe u.a. beim Abschlagen in den Landwehrkanal oder Wiederversickern in den Grundwasserleiter
- Vollständiges GWM im Beeinflussungsgebiet bis zu 0,1 m Grundwasserstandsänderung mit automatisch messenden und registrierenden Messsystemen, stündlichen Messungen, teils Funkdatenübertragung sowie organisierter Dokumentation und Beweissicherung

Die Organisation des Grundwasserschutzes wurde seitens der Behörde durch die Forderung nach einem von den Bauherren zu realisierenden **gemeinsamen Grundwassermanagement der Investoren** Gewähr leistet.

## ***Aufgaben des Grundwassermanagements bei großen Baumaßnahmen***

Zu den wesentlichen Aufgaben dieses Grundwassermanagements gehören die Konzipierung, Planung, am Baufortschritt sich orientierende fortgesetzte Planungspräzisierung sowie die Überwachung und Steuerung der das Grundwasser betreffenden Maßnahmen. Die Planung beinhaltet eine regelmäßig durchzuführende Grundwassermodellierung zur Prognose der künftigen hydrodynamischen Verhältnisse und Ermittlung geeigneter Steuerungsmaßnahmen, wie z.B.

- Infiltrationsraten und –lokalitäten,
- zeitliche Abstimmung oder Verschiebung einzelner Baumaßnahmen.

Die tatsächliche Steuerung der Grundwasserverhältnisse erfolgt keineswegs immer planmäßig, sondern meist ereignisorientiert anhand tatsächlich gemessener Zustandsgrößen – konkret der Grundwasserstände. Die Ableitung und Verteilung gehobenen Rest-, Lenz- und Grundwassers geschieht unter regelmäßiger, teils kontinuierlicher Kontrolle der Wasserbeschaffenheit im Förderstrom der Transportleitungen.

Zur Systemzustandsüberwachung wurde in dem ca. 4 km<sup>2</sup> großen Überwachungsgebiet ein Grundwassermessnetz mit über 120 Messstellen eingerichtet, mit stündlich automatisch messenden und elektronisch registrierenden Druckmesssystemen ausgerüstet und betrieben [5]. 14 relevante Messstellen wurden in Abstimmung mit der Wasserbehörde mit Funkübertragung ausgerüstet. Ca. 70 Messstellen gehören während der gesamten Betriebszeit zum ortsunveränderlichen Basismessnetz, während maximal etwa 50 Messstellen baugrubenorientiert zeitlich begrenzt arbeiten und durch neue Messstellen anderen Ortes ersetzt werden.

Die Überwachung geschieht anhand der arbeitstäglichen Erfassung und Auswertung der gemessenen Systemzustände unter Einbeziehung geeigneter dv-gestützter Kontrollen, Warnmeldungen und Grenzwertverletzungsmeldungen auf Basis der Software GCI-GMS [2]. Die Zustandsbeschreibung des Überwachungsgebietes anhand kritischer Parameter erfolgt mit Systemberichten, die relevante Grenzwertverletzungen ermitteln, routinemäßig melden und ggf. grafisch anschaulich dokumentieren.

Für den Großen Tiergarten beispielsweise zeigt der angepasste Systembericht die Grundwassermessstellen auf topografischer Karte des Überwachungsgebietes, wobei Grenzwertverletzungen mit Signalfarben markiert und ihr Maß angegeben sowie Annäherungen der Grundwasserstände an für das Überwachungsgebiet definierte Grenzwerte bereits diagnostiziert und mittels Warnfunktionen als bemerkenswerte Ereignisse angezeigt werden (Abb.1).



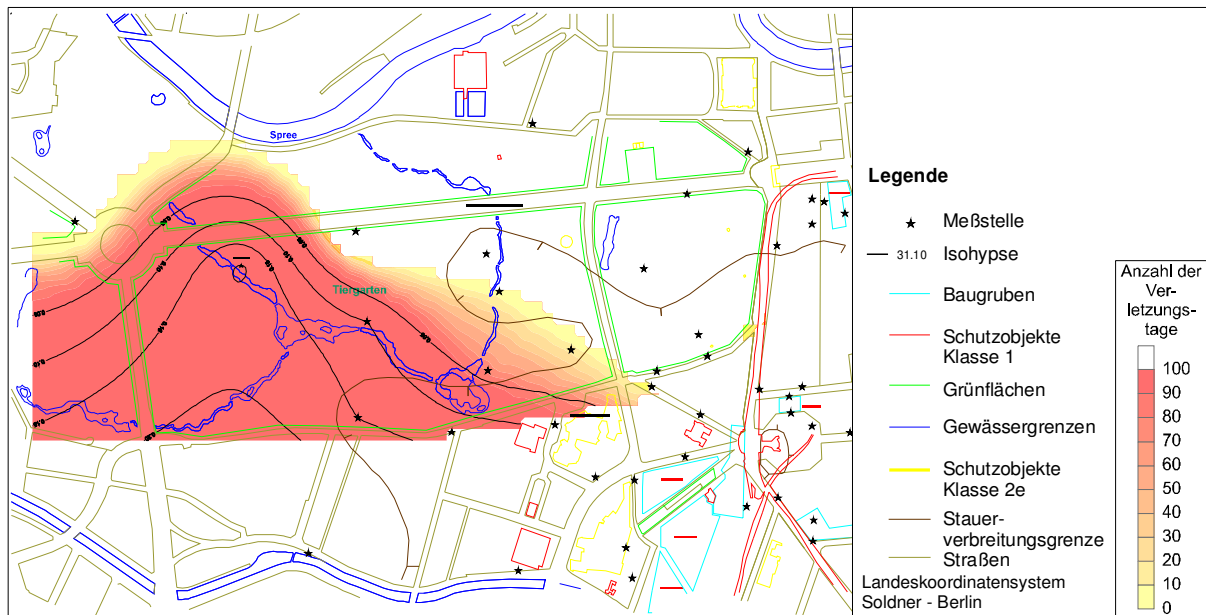


Abb. 2: Erweiterter Grenzwertkontrollplan für den Großen Tiergarten in Berlin. Auswertungszeitraum 3 Monate. (Ausschnitt)

Das Auftreten und die Feststellung - an den Vorgaben gemessen - unzulässiger Grundwasserverhältnisse führte in keinem Fall automatisch zu bestimmten Handlungen im Sinne von Steuerungsmaßnahmen. In Abhängigkeit der konkreten Situation, die kurzfristig durch das Grundwassermanagement zu bewerten ist, wurden in jedem Einzelfall Maßnahmen festgelegt – gegebenenfalls mit der Wasserbehörde zuvor abgestimmt. In solchen Situationen ist z. B. abzuwägen:

- das Maß der Verletzung von Vorgaben, gekennzeichnet durch Stärke, Umfang und Dauer,
- zu erwartende Schäden oder Beeinträchtigungen,
- Möglichkeit von Gegenmaßnahmen, deren Intensität und Effizienz,
- hinzunehmende Schäden oder Nachteile bei Verzicht auf Maßnahmen.

Konkrete Maßnahmen sind z.B. die Infiltration von Wasser zur Aufrechterhaltung bestimmter Grundwasserstände sowie die Ableitung beschaffenheitsseitig zu stark belasteten Wassers in die Kanalisation oder anderenfalls die zeitlich und örtlich begrenzte Duldung von Richtwertverletzungen in besonderen Situationen.

### **Resümé nach 5 Betriebsjahren**

Nach fast fünf Betriebsjahren ist festzustellen, dass das Überwachungssystem durchgehend sehr betriebssicher funktioniert und seine Aufgaben hervorragend erfüllt hat. Von 153 dokumentierten Vorkommnissen im Zeitraum 1995 bis 1997

stellten sich 16 als fremdverschuldete Ausfälle, z.B. durch Bautätigkeit, 41 als Hardwarefehler der Messgeräte oder durch Bedienfehler verursachte Ausfälle heraus. Unmittelbar nach der Einrichtung des Messnetzes traten Probleme mit den Messeinrichtungen auf, die jedoch mit zunehmender Erfahrung und Laufzeit des Projektes abnahmen. In den Jahren 1996 und 1997 war die Anzahl von Hardware- und Bedienfehlern sehr gering und konstant. Fremdverschuldete Fehler schwankten in ihrer Häufigkeit und sind auch bei Kenntnis der geplanten Bautätigkeiten nicht kalkulierbar. Allgemeine Katastrophen, die z.B. das Stromnetz für einen bestimmten kurzen Zeitraum ausschalten, sind nie auszuschließen, spielen aber praktisch eine vernachlässigbare Rolle.

Rückblickend erweist sich das Konzept des Grundwassermanagements für die Baumaßnahmen am Potsdamer Platz als zweckmäßige Handlungsgrundlage, die unter anderem durch folgende Prinzipien gekennzeichnet ist:

- Das durch die Baumaßnahmen grundwasserseitig beeinflusste Gebiet ist während der gesamten Bauzeit durch ein Basismessnetz zu kontrollieren, das in Abhängigkeit der Teilbaumaßnahmen lokal verdichtet und wieder aufgelockert wird. Jeder Messstelle sind konkrete hydrodynamische und beschaffenheitsseitige Überwachungsfunktionen zuzuweisen. Die Messfrequenz der grundsätzlich mit automatisch messenden und registrierenden Geräten auszustellenden Messstellen ist mindestens in möglicherweise von Havarien betroffenen Teilgebieten um eine Größenordnung höher zu wählen, als ansonsten notwendig. Dieses demonstriert z.B. das Messprotokoll an Grundwassermessstellen im Umfeld einer durch Wassereinbruch havarierten Baugrube. Allein die stündlich erhobenen Messwerte geben hinreichende Informationen über die tatsächlichen Ganglinien und Extremwerte der Grundwasserstände (Abb. 3).
- Um Regulierungsmaßnahmen bzw. die Steuerung der Grundwasserverhältnisse vornehmen zu können, sind bauliche Vorbereitungen im Sinne der Planung und Errichtung von Infiltrationsbrunnen und Rohrleitungen, Wasserreinigungsanlagen u.a.m. rechtzeitig zu realisieren. Hierzu sind Systemprognosen durch Szenarioanalysen mit Hilfe eines Grundwassermodells unerlässlich. Derartige Modelluntersuchungen sind im Zuge sehr komplexer Baumaßnahmen jeweils mit längerem Erwartungshorizont (etwa jährlich) zur Planung der notwendigen hydrotechnischen Anlagen und kurzfristig (bis vierteljährlich) zu deren Betrieb empfehlenswert [6].
- Unabhängig von den modellgestützten Prognosen gründen sich die Entscheidungen zum Einsatz grundwasserregulierender Maßnahmen generell auf die tatsächlichen jeweils aktuellen Messdaten und Situationsanalysen des Monitorings.

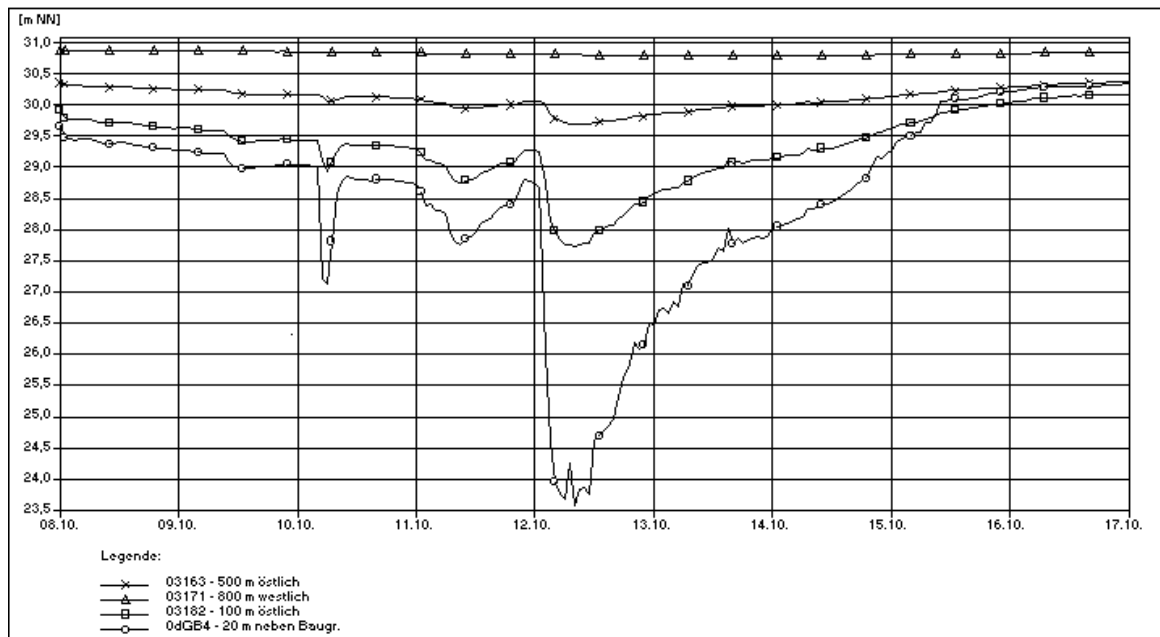


Abb. 3: Grundwasserstände im Umfeld einer durch Wassereinbruch havarierten Baugrube

- Insofern ist eine Automatisierung des Wirkzusammenhangs „Monitoring – Auswertung – Entscheidung – Steuerung“ in seiner Anwendung auf komplexe Tiefbaumaßnahmen mit vielfältigen gegenseitigen örtlichen und zeitlichen Beeinflussungen, die mehr oder weniger planmäßig eintreten, i. allg. nicht möglich - insbesondere deshalb, weil neben den Grundwasser-Messstellen auch die Anlagen zur Grundwasserhaltung, Wasserableitung und –verbringung relativ kurzzeitig und in Abhängigkeit nicht zuverlässig vorhersehbarer baulicher Entwicklungen deutlichen Änderungen unterliegen.
- Dieser Konflikt wird – nicht nur im Zuge der hier beschriebenen Baumaßnahmen in Berlin, sondern auch in anderen Städten – dadurch verschärft, dass einerseits für die umfangreichen Baumaßnahmen meist sehr weit gehende Forderungen und Auflagen gegeben sind, die durch ein aufwändiges Management weit gehend erfüllt werden, andererseits jedoch viele kleinere Einzelbaumaßnahmen im Umfeld von solchen spektakulären Bauvorhaben in der Regel mit deutlich geringeren Einschränkungen belegt werden und demzufolge deren Auswirkungen auf die Grundwasserverhältnisse insgesamt und oft sogar im Einzelnen wesentlich größer sind. Diese vielfältigen Wirkungen zu regulieren, kann jedoch von Management-Organisationen der privaten Bauherren und auch Einrichtungen des *privat-public partnership* nicht geleistet werden. Diese Aufgaben können eindeutig nur unter der Regie der kommunalen Verwaltung und ihrer Fachorgane gelöst werden.

### **3. Entscheidungsorientiertes GW-Monitoring zur Regulierung stadtverträglicher Grundwasserverhältnisse und Vermeidung nasser Keller in Berlin-Rudow**

#### ***Konflikt und konzeptionelle Lösung***

Das Stadtgebiet Berlins zeichnet sich durch unmittelbare Nachbarschaft urbaner Flächennutzung mit Bebauung aller Nutzungsarten und wasserwirtschaftlicher Nutzung, gekennzeichnet durch Grundwasserbrunnen und deren unterirdische Einzugsgebiete aus. Als Folge erheblich gesunkener Rohwasserförderung der Berliner Wasserbetriebe und industrieller und gewerblicher Nutzer kam es seit 1989 beginnend bereits bis 1994 zu einem beträchtlichen Anstieg des Grundwassers in den Einzugsgebieten von Grundwasserfassungen insbesondere im Urstromtalbereich. Dies führt bei einer Vielzahl in Zeiten stark abgesenkter Grundwasserspiegel errichteter Gebäude, deren Keller nur unzureichend gegen drückendes Grund- und Schichtenwasser gesichert sind, zur Vernässung der Keller mit erheblichen Nutzungseinschränkungen bis hin zur völligen Nutzungsaufgabe.

Da diese Problematik keineswegs auf Einzelfälle beschränkt ist und die betroffenen Bürger vehement Hilfe und Lösungen durch die Landesregierung forderten, sah sich die Senatsverwaltung von Berlin veranlasst, ohne rechtlich gezwungen zu sein, Abhilfe zu schaffen.

Beispielhaft sei das Wohngebiet „Blumenviertel“ – so genannt nach den dortigen Straßennamen – im Stadtteil Berlin-Rudow erwähnt, das sich nahe dem Zentrum des Einzugsgebietes des Wasserwerkes Berlin-Johannisthal im südlichen Stadtgebiet befindet. Während in den 60er und 70er-Jahren durchschnittlich über  $60 \text{ Tm}^3/\text{d}$  im Wasserwerk gefördert wurden und zusätzlich noch Grundwasserhaltungen im Zuge größerer Baumaßnahmen (z.B. U-Bahn) die Grundwasserstände absenkten, verringerte sich die Entnahme seit Beginn der 90er-Jahre auf 45 bis  $30 \text{ Tm}^3/\text{d}$  und liegt in den letzten Jahren bei ca.  $30$  bis  $20 \text{ Tm}^3/\text{d}$ . Dementsprechend sind die Grundwasserstände im Blumenviertel um 1,5 bis 2,5 m angestiegen und verursachen auf Grund der nun geringen Flurabstände Vernässungsschäden.

#### ***Technische Einrichtungen zur Regulierung hoher Grundwasserstände***

Zur Linderung dieser Grundwasserschäden wurde vom Ingenieurbüro GCI vorgeschlagen, den von der Teltow-Hochfläche nach Süden fließenden Grundwasserstrom vor dem betroffenen Gebiet mit Hilfe einer Heberbrunnen-Galerie zu reduzieren und das geförderte Grundwasser in den stromabwärts das gefährdete Gebiet begrenzenden Teltow-Kanal abzuleiten. Hierbei könnte der Teltow-Kanal selbst prinzipiell als Sammelbrunnen dienen, da eine Grundwasserspiegelsenkung unter das Niveau des Teltow-Kanal-Wasserstandes nicht genehmigungsfähig ist. Bei Unterschreitung des Teltow-Kanal-Wasserstandes müsste neben dem natürlichen Grundwasser zusätzlich Uferfiltrat gefördert werden, was einen unverhältnismäßigen

Aufwand begründen würde. Die Definition des Regulierungsziels war nicht unproblematisch, da über die lokalen Höhenkoten der Kellersohlen keine detaillierten Informationen vorlagen. Deshalb wurde festgelegt, ausgehend von den eingemessenen Straßenoberkanten ein 3 m tiefer liegendes Niveau als hinreichend für trockene Keller und damit als höchstzulässigen Grundwasserstand zu verwenden. Einschränkend wurde allerdings vereinbart, dass sich nach dieser Methode ergebende Höchstgrundwasserstände unterhalb des Teltow-Kanal-Wasserstandes auf den Grenzwert ‚Teltow-Kanal-Wasserstand‘ korrigiert werden.

Tatsächlich wurde im Ergebnis eines technischen Variantenvergleichs (Abb. 4) die Heberanlage mit zwei Schenkeln, 32 Brunnen und einem Sammelbrunnen vom Ingenieurbüro für Siedlungswasserwirtschaft, Beelitz, detailliert geplant und im Auftrag der Senatsverwaltung errichtet. Aus dem Sammelbrunnen wird das Wasser auf kurzem Wege in einen Regenwassersammler der Berliner Wasserbetriebe übergepumpt. Dieser entwässert in den Teltow-Kanal. Veranlassung für diese Modifikation der Lösung waren die Schwierigkeiten und Kosten, die mit dem Bau einer separaten Heberleitung bis zum Kanal verbunden gewesen wären. Dem Nachteil der laufenden Kosten infolge Betriebes der Pumpe im Sammelbrunnen steht der Vorteil der Steuermöglichkeit der Anlage über den Sammelbrunnenwasserstand durch die regelbare Pumpleistung gegenüber.

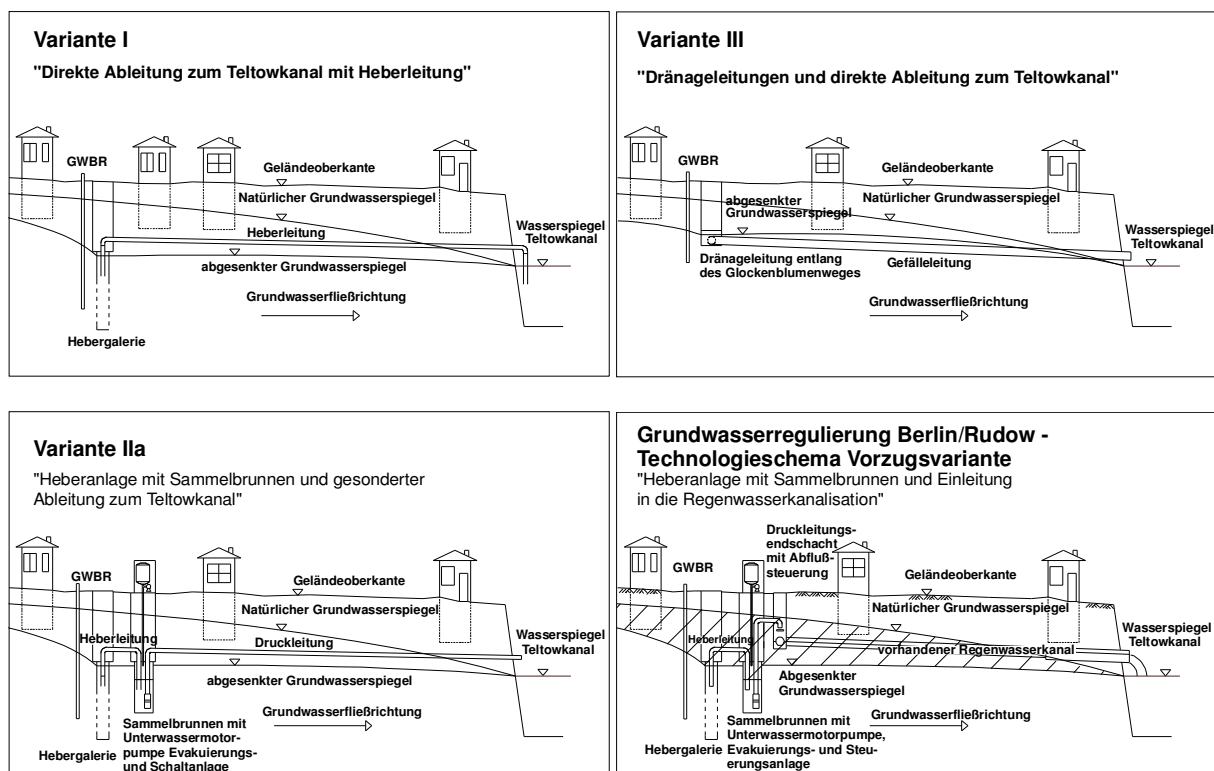


Abb. 4 Variantenvergleich zur Dränage und Wasserableitung in den Teltow-Kanal

Zur Überwachung und Steuerung der Anlage sind in den zwei Heberschenkeln zwei Kontrollpegel mit Funkübertragung eingerichtet. Ebenfalls stündlich automatisch gemessen und übertragen werden der Betriebszustand und die Leistung der Pumpen, die Drosselung der Schenkelleistung zur gegenseitigen Harmonisierung ihrer Wirkung, die Ableitungsrate und Abflussmenge, Pumpenlaufzeiten und Stromaufnahmen (Abb. 5). Das zu regulierende Gebiet wird derzeit mit 21 Grundwassermessstellen, in denen Datenlogger eingebaut sind, überwacht. Deren Daten werden vorerst wöchentlich bis vierzehntägig ausgelesen und in ein hierfür eingerichtetes DV-System auf Basis der Software GCI-GMS eingespeist. Die Übernahme der zuvor erwähnten Zustandsdaten der Anlage erfolgt täglich automatisch.

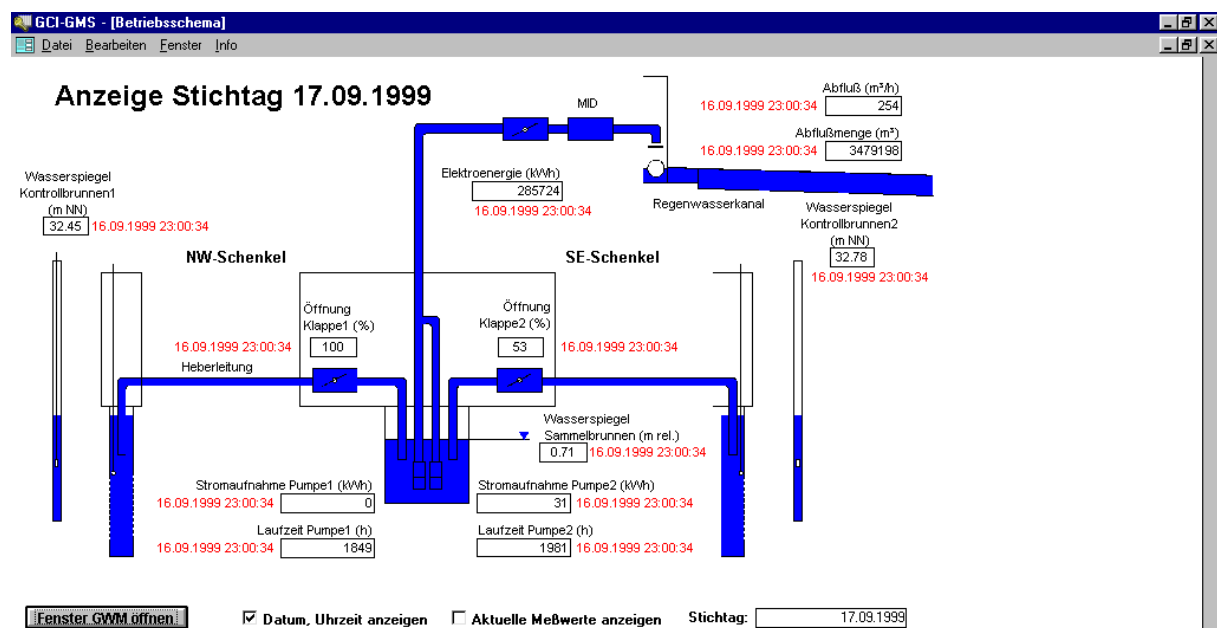
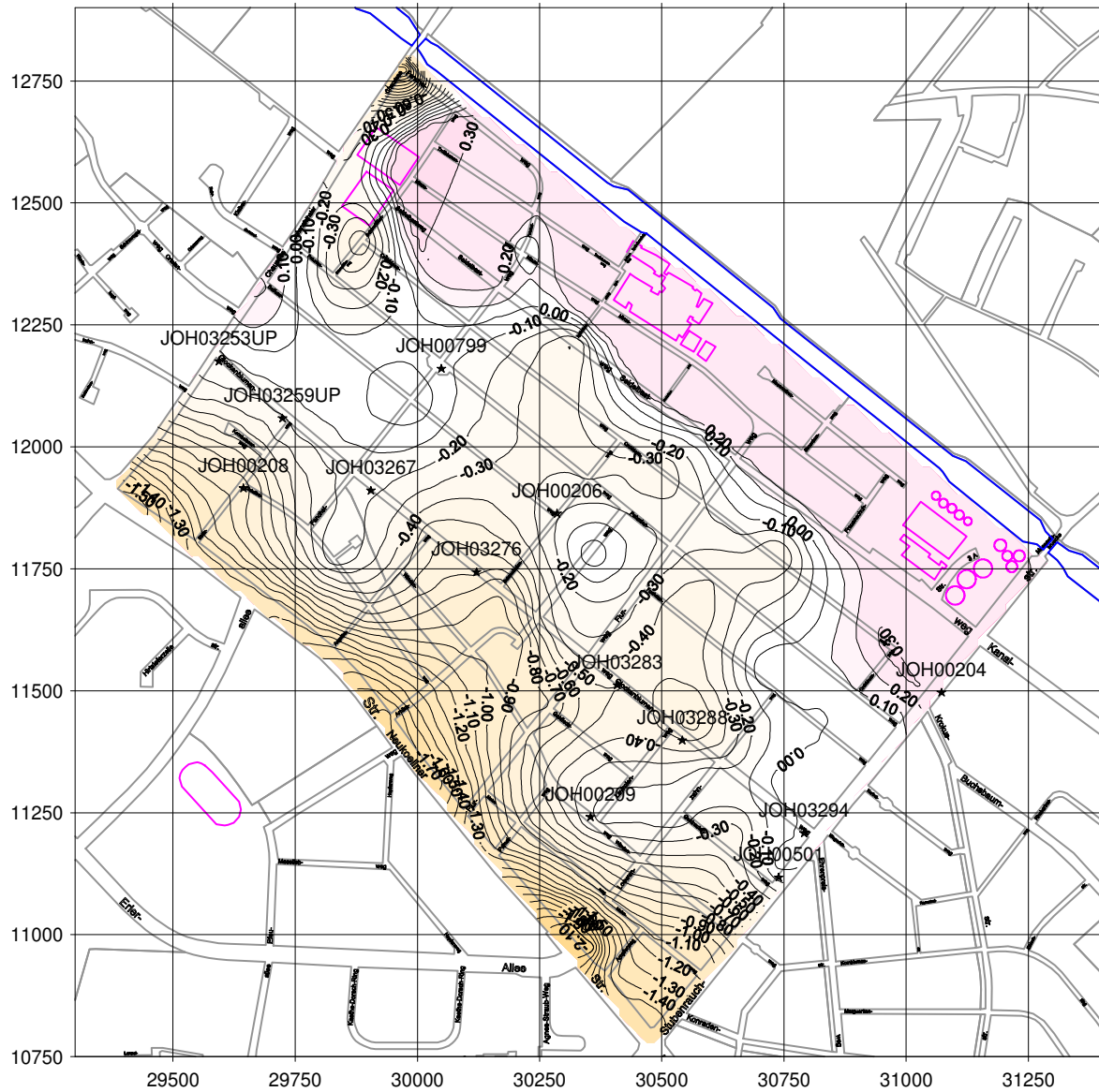


Abb. 5 Anlagen-Schema mit Überwachungsdaten als Computer screen shot

Die Zustandsanalyse wird durch geeignete Datenauswertungen wie Ganglinien der Förderung und der Grundwasserstände, verglichen mit Richt- und Grenzwerten, sowie Plänen der Hydroisohypsen, Grenzwertverletzungen bzw. Zielerreichung (Abb. 6) unterstützt.

### **Organisation des Grundwassermanagements „Blumenviertel“**

Die zur Einhaltung bestimmter Höchstwasserstände errichtete Heberbrunnenanlage wurde auf der Grundlage von Szenario-Analysen mit einem Grundwassermodell konzipiert. Sie soll anhand weniger Überwachungsmessgrößen z.B. der beiden Kontrollpegel in den Heberschenkeln über die Regulierung des Sammelbrunnen-



<p><b>Legende:</b></p> <p>Grenzwertverletzung [m]</p> <p>positive Werte = Grenzwertüberschreitung negative Werte = keine Grenzwertüberschreitung</p> <p>00361      Meßstelle</p> <p>*      Meßstelle</p> <p>— 0.10 —      Differenzlinie</p> <p><u>Topographie:</u></p> <p>—      Straßen</p> <p>—      Gewässergrenzen</p> <p>—      sonstiges</p> <p>Landeskoordinatensystem Soldner-Berlin</p>	<p>Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie</p>
	<p>Grundwasser Consulting Ingenieurgesellschaft mbH</p>
	<p><b>GRUNDWASSERMANAGEMENT BERLIN</b> Teilgebiet Blumenviertel</p>
	<p><b>Grenzwertkontrollplan</b> Grundwasserleiter I</p> <p>Maßstab: 1 : 12.500 Datum: 15.09.1999 14:49:08</p>

Abb. 6 Grenzwertkontrollplan, dargestellt als Grundwasserspiegel-Differenzen zur Verteilung der zulässigen höchsten Grundwasserstände

wasserstandes gesteuert werden. Da die hydrogeologischen Verhältnisse wegen der im Regulierungsgebiet vorhandenen komplizierten Geologie und teils auch schwebenden Grundwasserlinsen nur eingeschränkt bekannt sind, war eine endgültige Prognose der Wirkzusammenhänge im Zuge der Planung nicht möglich. Die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie von Berlin ist bemüht, im Rahmen der Betriebsüberwachung detaillierte lokale Informationen über die Grundwasserverhältnisse und den Wirkungsbereich der Anlage zu ermitteln und in Zusammenarbeit mit GCI konkrete Steuerungsalgorithmen abzuleiten. Hauptziel ist dabei die Einhaltung der vereinbarten höchstzulässigen Grundwasserstände. Daneben ist der Pumpenbetrieb hinsichtlich der Energiekosten zu minimieren. Letztlich wird angestrebt, die Anlage weit gehend automatisch zu betreiben, wofür sie mittels speicherprogrammierbarer Steuerungsmodule technisch vorbereitet ist. Praktisch kann dieses Ziel aber entsprechend dem zunehmenden Kenntnisstand nur schrittweise realisiert werden.

#### **4. Literaturverzeichnis**

- [1] Böhme, M. (Hrsg., 1996): Baumaßnahmen im Grundwasser. Grundwasserschonende Bautechnik und Grundwassermanagement, Reihe: Baurecht und Bautechnik Bd. 7, Berlin, Erich Schmidt Verlag
- [2] Hoffknecht, A. & R. Günzel (1996): „GCI-GMS, GCI Grundwasser Monitoring System“, Software und Anwenderbeschreibung. Grundwasser Consulting Ingenieurgesellschaft mbH, Königs Wusterhausen
- [3] Matthes, O. & P. Nillert (6/1995): „Entwarnung für Großen Tiergarten. Konzept zur Verbringung und Versickerung von Restgrundwasser aus den Baugruben am Potsdamer Platz“, Berlin, Beratende Ingenieure, Springer-Verlag, S. 21-27.
- [5] Nillert, P., A. Hoffknecht, D. Schäfer & M. Ziesche (1996): „Grundwassermonitoring und Modellprognosen. Grundwasserüberwachung mit dem System GCI-GMS und Grundwassermodellierung auf Basis eines FEFLOW-3D-Modells für das Grundwassermanagement der Baumaßnahmen am Potsdamer Platz in Berlin“, Verlag Ernst & Sohn, Geowissenschaften 14, Heft 3-4, S. 129-134.
- [6] Nillert, P. & A. D. Schäfer (1996): „Grundwassermodellierung im Rahmen des Grundwassermanagement Potsdamer Platz - Berlin“, Proceedings des Dresdner Grundwasserforschungszentrums, Heft 12.

#### **Anschriften der Autoren**

Dr. Peter Nillert, Grundwasser Consulting Ingenieurgesellschaft mbH, Weg am Krankenhaus 2, 15711 Königs Wusterhausen

Dipl.-Geol. Jens Thierbach, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie, Am Köllnischen Park 3, 10173 Berlin