

# Grundwasser-Monitoring für Wasserwerke in Potsdam

Dr. rer. nat. Andreas HOFFKNECHT, GCI GmbH  
Dipl. Hydr. Karsten ZÜHLKE, Wasserbetrieb Potsdam GmbH



Bild 1 Wasserwerk Potsdam Wildpark

Abstract: The numerous data and information collected within the scope of hydrogeological investigations and groundwater supervision are administered in a groundwater monitoring system.

## 1. Das Grundwasser-Monitoring-System als Bestandteil der Grundwasserbewirtschaftung

Grundwasserressourcen sind geschützte Wasservorkommen und somit hinsichtlich der Wasserqualität am besten für die Trinkwasserversorgung geeignet. Grundwasser stellt eine sich erneuernde Ressource dar und weist enge Abhängigkeiten von den geologischen Lagerungsverhältnissen auf. Es sind umfangreiche hydrogeologische Untersuchungen erforderlich, um Grundwasser für die Trinkwassergewinnung nutzbar machen zu können.

Mit den zunehmenden Kenntnissen über die Beeinflussung der Umwelt durch den Menschen und deren Zustand gewinnt

die Überwachung der GW-Ressourcen an Bedeutung.

Im Rahmen der hydrogeologischen Untersuchungen und der GW-Überwachungsaufgaben fallen umfangreiche Daten und Informationen an, die in einem Grundwasser-Monitoring-System (GMS) verwaltet werden sollen.

Das GMS ist ein System zur EDV gestützten Speicherung, Archivierung und Auswertung aller im Zusammenhang mit der Grundwasserbewirtschaftung relevanten Daten und dient der Grundwasserüberwachung und -bewirtschaftung. Das Grundwasser-Monitoring-System ist als ein Bestandteil im Prozeß der Grundwasserbewirtschaftung zu verstehen (Bild 3). Dieser kann in drei Phasen untergliedert werden, die einander bedingen und eine geschlossene Einheit bilden:

*Phase 1:* Hydrogeologische Dargebotserkundung in den Stufen

- a) Vorerkundung (Standortsuche)
- b) Detailerkundung (Standorterkundung)
- c) Modelltechnische Bewirtschaftungsuntersuchungen, Prognoserechnungen und Trinkwasserschutzzonenberechnungen einschließlich Szenario- und Gefährdungsanalysen

*Phase 2:* GMS zur Grundwasserüberwachung hinsichtlich der Wechselwirkungen zwischen Grundwasserentnahmen und Umweltbedingungen

*Phase 3:* Steuerung der GW-Entnahmen über anlagenbezogene Kontroll-, Meß- und Steuersysteme (KMS)

Rechnergestützte Kontroll-, Meß- und Steuersysteme dienen der Prognose von Grundwasserentnahmen auf der Basis von Simulationsmodellen und können zur Anpassung an die reale Entwicklung on-line mit dem GMS verbunden und somit zum GMS-KMS weiterentwickelt werden.

Mit Aufnahme der Grundwassernutzungen werden qualifizierte Überwachungsprogramme der Wasserversorger zur technischen Überwachung und zur Kontrolle des Wasserhaushaltes mit folgenden Inhalten erforderlich:

- Erfassung aller grundwasserwirtschaftlichen Daten in den Einzugsgebieten von Wassergewinnungsanlagen
- Auswertung und Darstellung dieser Daten
- zur Eigenkontrolle hinsichtlich Beobachtung der Entwicklung der Grundwasserstände, Überwachung der Beschaffenheitsentwicklung in der Wasserfassung und im Einzugsgebiet, Wasserschutzgebietskontrolle, technische Überwachung der Brunnengalerien

– zum Nachweis der Umweltverträglichkeit der Wasserentnahmen gegenüber: Aufsichtsbehörden im Rahmen der wasserrechtlichen Genehmigungsverfahren sowie Naturschutzbehörden und -verbänden

Das GMS wird den Anforderungen des § 62 des Brandenburgischen Wassergesetzes gerecht, in dem umfangreiche Überwachungsaufgaben und Berichterstattungen an die Wasserbehörden gefordert werden. Unter diesem Aspekt werden GMS für alle größeren Grundwassernutzer erforderlich.

## 2. Anforderungen an das GMS

### 2.1. Strukturierung des GMS

Das GMS stellt eine komplexe Einheit von Datenspeicherung und Auswertung dar. Hierzu ist es erforderlich, geologische und technische Stammdaten zu allen Aufschlüssen im Einzugsgebiet zu erfassen. Diesen Stammdaten müssen dann eindeutig die vielfältigen Bewegungsdaten aus den Überwachungsprogrammen zugeordnet werden. Anschlie-

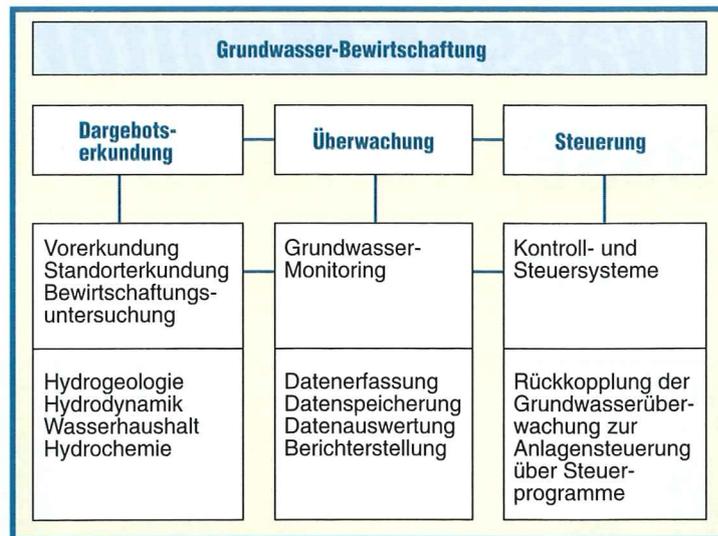


Bild 3 Bestandteile der Grundwasserbewirtschaftung

Tabelle: Komponenten des Grundwassermonitoringsystems GMS	
Bohrungs- und Meßstellenkataster	BMK
Hydrogeologisches Strukturmodell	HSM
Grundwassersimulationsmodell (als ständig verfügbares Modell)	SVM
Kontroll- und Steuerungsmodell	KSM

ßend besteht die Möglichkeit, die Stamm- und Bewegungsdaten grafischen und statistischen Auswertungen zu unterziehen (Bild 4).

Wesentliche Instrumentarien der Verwirklichung des Konzeptes der komplexen Grundwasserüberwachung und der Bewirtschaftung wurden von der Firma GCI initiiert und in vielfältigen Anwendungen weiterentwickelt.

Ein Grundwasser-Monitoring-System wie das GCI-GMS kann nur Teil eines integrierten Systems der Grundwasserüberwachung und -bewirtschaftung aus miteinander vernetzten Komponenten sein. Neben der Überwachung besteht das Gesamtsystem aus Bohrungs- und Meßstellenkatastern, Hydrogeologischen Strukturmodellen, Grundwasser-Simulationsmodellen für die zu überwachenden Einzugsgebiete sowie bedarfs-

weise anlagenbezogenen Kontroll- und Steuerungsmodellen (Tabelle).

### 2.2. Stammdatenerfassung

Als Stammdaten sind alle hydrogeologisch relevanten Aufschlüsse in einem Meßstellenkataster zu erfassen. Dies ist erforderlich, um neben der eindeutigen Zuordnung der Meßwerte zu den Meßstellen auch die erforderlichen geologischen Informationen für die Auswertung zur Verfügung zu haben. Bei der Erfassung der Stammdaten ist zu beachten, daß die Meßstellen hinsichtlich ihrer Funktion, (geologischer Aufschluß, Brunnen oder Pegel), den stratigrafischen Verhältnissen und den Meßstellenbezeichnungen eindeutig zugeordnet werden. Den Meßstellen sind die technologischen Informationen zum Ausbau usw. zuzuordnen. Voraussetzung für die Stammdatenerfassung und Zuordnung der Meßstellen ist eine genaue Meßstellenrevision, wodurch ei-

nerseits der Zustand erfaßt werden soll und andererseits die Bezeichnung und Lage der Meßstellen im Ortsvergleich zu überprüfen ist.

### 2.3. Erfassung und Auswertung von Bewegungsdaten

#### 2.3.1. Wasserstandsmessungen und Wasserhaushaltsdaten

Messungen von Wasserständen des Grund- und Oberflächenwassers sind Schwerpunkt der Überwachung und liefern die umfangreichsten Daten. Grundwasserstände werden in den unterschiedlichsten Zyklen gewonnen von täglichen bis jährlichen oder sporadi-

Bild 2 Wasserwerk Nedlitz. Hier wird das Grundwassermonitoring gegenwärtig eingeführt.



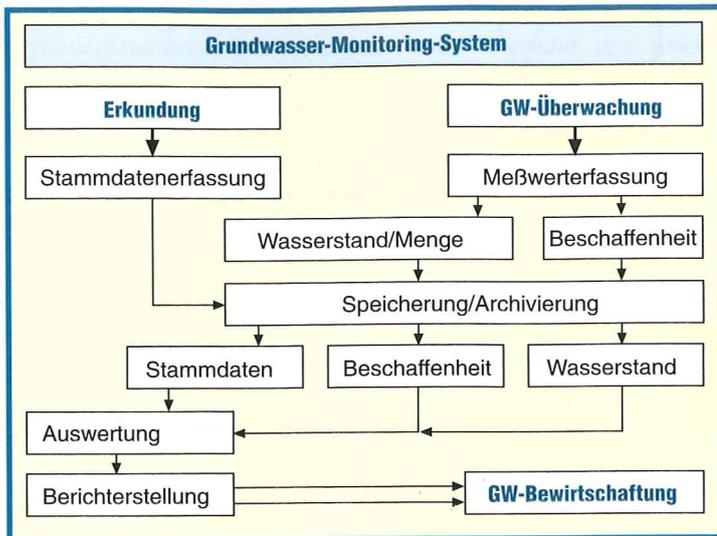


Bild 4  
Struktur des  
Grundwasser-  
monitoring-  
systems

ge und andere physikalisch-meteorologische Informationen von Interesse sein. Die Meßwertauswertung sollte folgende Anforderungen beachten:

- Ausgabe auf Listings nach Meßstellengruppen (z.B. für periodische Messungen) und für Einzelpegel
- Hydrologische Primärstatistik
- Ganglinien für kontinuierliche und frei wählbare Zeiträume (Jahrescheiben, Dekaden,...) mit der Darstellung von Mittelwerten, Trend, Superposition von Ganglinien und Darstellung mit unterschiedlichem Bezug (geodätischer Höhenbezug, Pegelnull u.a.; Bild 5).

### 2.3.2. Beschaffenheit

Die Beschaffenheitsdaten zeichnen sich dadurch aus, daß zu einem Meßzeitpunkt und einer Meßstelle umfangreiche Einzelinformationen zu erfassen sind. Der Umfang der Analysen nimmt mit dem technischen Fortschritt ständig zu. Analysenwerte werden aus Überwachungsprogrammen für Rohwasseruntersuchungen der Brunnen und Beprobungen von Sonderpegelnetzen gewonnen.

schen Messungen. Neben den aktuellen Messungen liegen meist auch umfangreiche historische Daten vor. Mit dem Einsatz von Datenloggern und Fernübertragungen, die sich in der GWÜ zunehmend durchsetzen, können Daten mit beliebigen Meßzyklen gewonnen werden. Entsprechend ist die Herkunft der Daten unterschiedlich:

- Erfassung von sporadischen Einzelmessungen und Stichtagsmessungen
- optimierte Erfassung von Routine-messungen über Eingabemasken
- Übernahme von Daten automatisierter Pegel aus Datenloggern und Prozeßleitsystemen

Als Bewegungsdaten können auch Förderleistungen von Brunnen, Niederschlä-

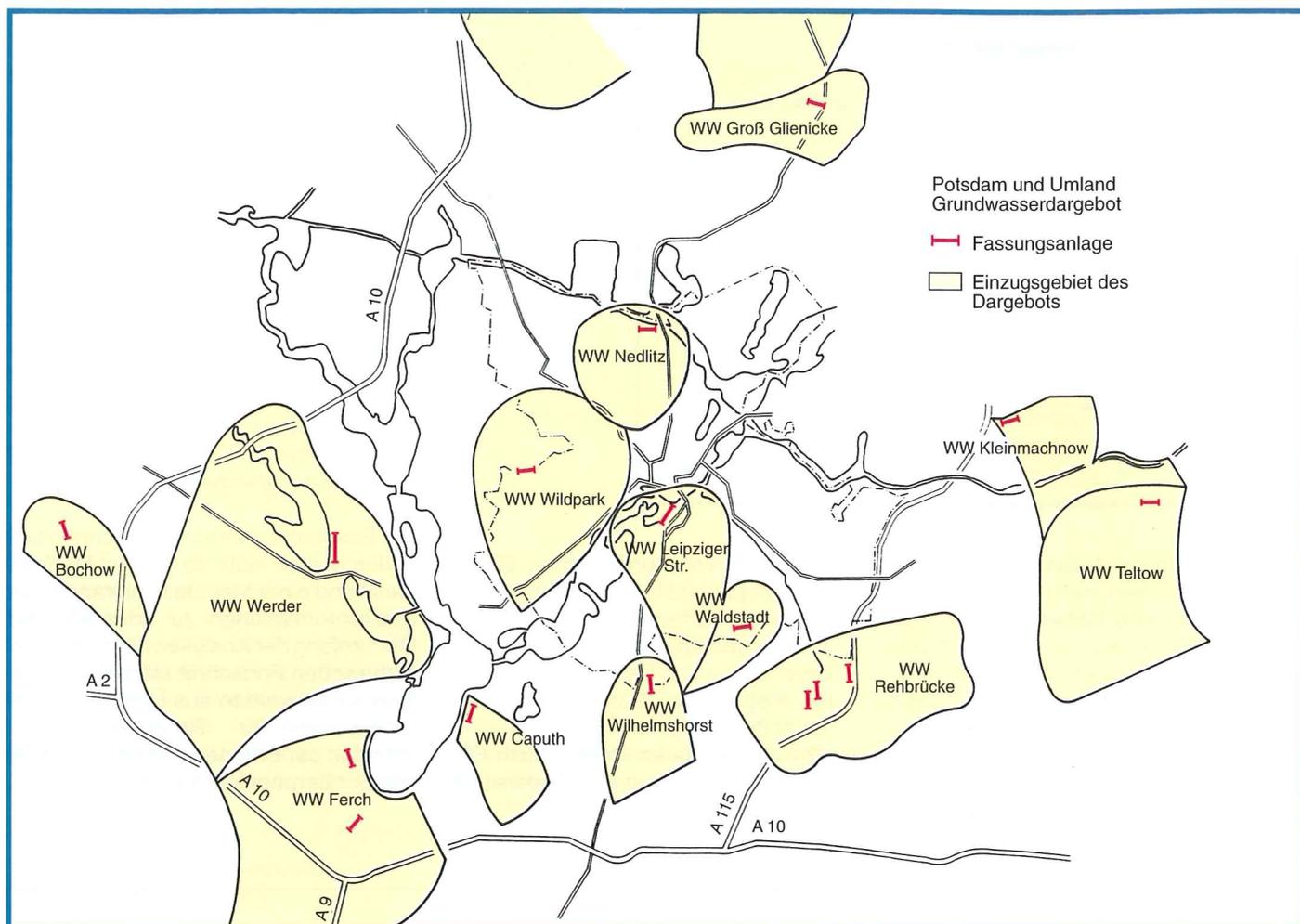
# Mit klaren Gedanken...

... arbeiten wir im Bereich  
DYWIDAG-AQUASCHUTZ®  
daran, daß unsere Gewässer  
sauber werden und sauber bleiben.

Dyckerhoff & Widmann AG  
Geschäftsbereich Werke  
Postfach 8102 69  
81902 München  
Erdinger Landstraße 1  
Telefon 089/92 55 - 22 46  
Telefax 089/92 55 - 22 57

wir bauen auf Ideen

 Unternehmensgruppe  
**DYWIDAG**



**Bild 5 Einzugsgebietsübersicht der Potsdamer Wasserwerke**

Auf Grund der komplizierten Zusammenhänge zwischen den Beschaffenheitsparametern untereinander und den vielfältigen Einflußfaktoren auf die Gewässerbeschaffenheit werden an die Auswertung besondere Anforderungen gestellt:

- Darstellung von Ganglinien nach Meßstellen und Inhaltstoffen mit wahlweisen Superpositionen
- Zuordnung zu Grundwasserleitern
- Darstellung von Verbreitungen in Karten
- Auswertung der Analysen nach hydrochemischen und statistischen Verfahren (Genesemodelle, Dreiecksdiagramme)
- Primärstatistik
- Trends
- Vergleich mit Richt-, Grenz- und Alarmwerten

**2.4. Grafische Ausgaben und Berichterstellung**

An die grafische Auswertung sind hohe Anforderungen zu stellen, um die umfangreichen Daten und Informationen einer intensiven Auswertung und Interpretation unterziehen zu können. Sie stellt

den Schwerpunkt in der Auswertung im GMS dar. Über die grafischen Ausgaben sind die Berichte nach den unterschiedlichsten Anforderungen variabel zu erstellen. Als grundlegende Anforderungen sind zu erfüllen:

- Darstellungen bezogen auf das Einzugsgebiet
- Dokumentationskarten zu Meßstellen und Aufschlüssen mit Differenzierungen nach GWL und geologischen Einheiten
- Bohrprofile und Schichtenschnitte
- Trinkwasserschutzzonen
- Isolinienpläne für GW-Stände
- Differenzenpläne
- Beschaffenheitsverteilungen
- Automatisierte Berichterstellung (z. B. über Makrofunktionen u. a.)

**3. Anwendungen**

Im Wasserbetrieb Potsdam kommt das GMS derzeit für zwei der vier großen Potsdamer Wasserwerke Leipziger Straße, Wildpark, Nedlitz und Rehbrücke zur Anwendung (Bild 5). Dies sind die Wasserwerke Leipziger Straße und Rehbrücke. Für das WW Nedlitz

wird das GMS gegenwärtig eingeführt. An Hand der Problemstellung für diese Wasserwerke kann man die Eignung und Notwendigkeit des GMS zur Beherrschung unterschiedlicher Aufgaben feststellen.

**3.1. Wasserwerk Potsdam, Leipziger Straße**

**Das Problem:** Das Wasserwerk ist das älteste noch betriebene Wasserwerk Potsdams (Baujahr 1900). Die drei Fassungen Werkgelände, Uferweg und Dauerwald liegen zum Teil im Randbereich einer altpleistozänen Ausräumungszone. Hier steigen hochgradig versalzene Tiefenwässer mit Huminsäurebelastungen auf. Bei zu hohen Grundwasserentnahmen können diese Wässer in den genutzten pleistozänen Grundwasserleiter eindringen und die Rohwasserbeschaffenheit drastisch verschlechtern. Einige Brunnen können

hiervon ständig beeinflusst werden. Weiterhin wird neben dem Grundwasser aus der reinen Neubildung auch Uferfiltrat gefördert, dessen Anteil entsprechend den Fassungen unterschiedlich hoch sein kann. Einbrüche in der Rohwasserbeschaffenheit traten mehrmals in den 80er Jahren auf.

Zur Klärung der hydrogeologischen Verhältnisse und des Wasserhaushaltes wurden bis 1989 umfangreiche hydrogeologische Erkundungen durchgeführt. Seit dieser Zeit werden Kontrollprogramme hinsichtlich der Wasserstandsentwicklung und der Grundwasserbeschaffenheit in Brunnen und Sonderpegelnetzen realisiert. Seit Aufnahme der Beobachtungsprogramme sind umfangreiche Bewegungsdaten angefallen. Diese Daten wurden zwar in Datenbanken erfaßt, konnten aber auf Grund des großen Umfanges nie einer intensiven Auswertung unterzogen werden, um somit auch Rückschlüsse auf die Bewirtschaftung der Wasserfassungen ziehen zu können.

**Die Lösung:** Mit der Anwendung des GMS – Leipziger Straße sollen folgende Zielstellungen erreicht werden:

– Erfassung und Archivierung aller

relevanten Bewegungsdaten (historische und aktuelle Bewegungsdaten)

- Schaffung der Zugriffsmöglichkeit auf die Bewegungsdaten
- Identifizierung, Stammdatenerfassung und geologische Bewertung aller hydrogeologischen Aufschlüsse im Einzugsgebiet.
- Historische Auswertung der Entwicklung der Beschaffenheit und des Wasserhaushaltes
- Aktuelle Überwachung der Wasserfassungen
- Gewinnung neuer Erkenntnisse und Rückkopplung dieser auf die Bewirtschaftung der Wassergewinnungsanlagen.

Diese Aufgaben müssen mit geringem Personaleinsatz und Zeitaufwand erreicht werden können bei hoher Aussagefähigkeit der Auswertungen.

Zusammenfassend kann bemerkt werden, daß die sehr umfangreichen und mit teilweise hohem Aufwand gewonnenen Bewegungsdaten einer Auswertung unterzogen werden können und somit wiederum nutzbringend Anwendung finden. Beim Wasserwerk Leipziger Straße stand für die Erstellung des GMS die hi-

storische Auswertung und Gütebewirtschaftung und damit die Qualitätssicherung der Trinkwasserversorgung im Vordergrund.

### 3.2. Wasserwerk Potsdam Rehbrücke

**Das Problem:** Das Wasserwerk Rehbrücke bewirtschaftet drei Wasserfassungen. Die Fassung Mitte I ist seit 1974 in betrieb, während die Grundwasserentnahmen in den anderen beiden Fassungen Mitte II und Nord erst 1987 und 1991 begannen. Während die Fassung I nicht kontinuierlich überwacht wurde, begann die Inbetriebnahme der Fassung II mit einem intensiven Kontrollprogramm. Nach Aufnahme der Wasserentnahmen in der Nordfassung wurde für das gesamte Gewinnungs- und Einzugsgebiet ein Überwachungsprogramm festgelegt.

Somit ist der Datenbestand für Bewegungsdaten relativ gering und nicht mit dem für das Wasserwerk Leipziger Straße zu vergleichen.

Die Fassungen Rehbrücke liegen im Nuthe-Urstromtal und sind stark uferfiltratbeeinflusst. Die Grundwasserbeschaffenheit wird weiterhin durch an-

## IWS Schriftenreihe Band 27

Herausgegeben vom Institut für wassergefährdende Stoffe an der TU Berlin - Institutsleiter: Prof. Dr.-Ing. H. P. Lühr

### Grundwassersanierung 1996

RECHTLICHE FRAGEN – FALLBEISPIELE – GROSSPROJEKTE  
BERLIN, 28. UND 29. FEBRUAR 1996

Veranstalter: Institut für wassergefährdende Stoffe e.V. (IWS) an der Technischen Universität Berlin im Rahmen der UTECH Berlin 1996, wissenschaftliche Leitung: Prof. Dr.-Ing. H. P. Lühr.  
1996, 353 S., DIN A5, kart., DM 78,-/öS 569,-/sfr. 70,50. ISBN 3 503 04002 1

■ Mit der vorliegenden Neuerscheinung wird die jährliche Kongressreihe „Grundwassersanierung“ im Rahmen der UTECH BERLIN Umwelttechnologieforum fortgesetzt. Dabei werden die aktuellen Rechtsfragen, naturwissenschaftliche Grundlagen sowie die Strategien zur Gefahrenabwehr und zur Erstellung von Sanierungsanordnungen behandelt.

Anhand von verschiedenen Fallbeispielen wird für unterschiedliche Fragestellungen ein Überblick über neueste technische Lösungen für die Sicherung und Sanierung sowie die Erfahrungen damit gegeben und zur Diskussion gestellt.

■ Angesprochen sind Fachleute der Fachbehörden, insbesondere der Kommunen, der Industrie, der Verbände, der Beratungsfirmen, Ingenieurbüros sowie Anbieter von Aufbereitungstechnologien und Anlagenhersteller.

Bitte fordern Sie weitere Informationen an:  
Tel. (030) 25 00 85 33, Fax (030) 25 00 85 19

ESV

ERICH SCHMIDT VERLAG  
Berlin Bielefeld München



**Grundwasser  
Consulting  
Ingenieurgesellschaft  
mbH**

### Wasserwirtschaft

Erkundung + Erschließung + Überwachung  
Grundwassermodelle + Anlagensteuerung

### Hydrogeologie / Baugrund

Untersuchung + Beratung + Gutachten

### Altlasten in Boden und Grundwasser

Untersuchung + Sanierungsplanung +  
Stofftransportmodelle + Überwachung

### Grundwassermanagement

Planung + Überwachung + Dokumentation +  
Beweissicherung bei Grundwasserbeeinflussungen  
als komplette Dienstleistung

Sitz: 15741 Bestensee, Rathenaustraße 3, Fax 03 37 63/6 31 48

Büro: 15711 Königs Wusterhausen, Weg am Krankenhaus 2  
Telefon 0 33 75 / 29 47 85,-6 Fax 0 33 75 / 29 47 18

grenzende Rieselfelder und Salzwaseraufstiege geprägt. Im Bereich der Fassungen I und II befindet sich ein Stauwehr, welches den Wasserstand der Nuthe und damit auch des Grundwassers maßgebend beeinflusst.

Im Bereich der Stauhaltung ist es in den letzten Jahren zu einem verstärkten Interessenkonflikt zwischen Naturschützern und der Wasserversorgung gekommen. Der Naturschutz strebt insbesondere in den Wintermonaten eine hohe Wasserführung an, um die Nuthewiesen möglichst feuchtzuhalten und Zustände wie vor Aufnahme der wasserwirtschaftlichen Nutzung wiederherzustellen. Gleichzeitig wird unterstellt, daß durch die Grundwasserentnahmen Schäden an der Vegetation aufgetreten sind.

Einem zu hohen Einstau und damit der Überflutung der Wiesen stehen die Interessen der Wasserversorgung gegenüber. Da der genutzte Grundwasserleiter durchgehend sandig ist und keine stauenden Deckschichten aufweist, würde ein Überstau der Wiesen einen direkten Kontakt des Oberflächenwassers mit dem Grundwasser bedeuten, was eine Gefährdung für die Grundwasserbeschaffenheit darstellt. Weiterhin werden ab bestimmten Wasserständen Brunnenstuben überflutet und somit die Brunnen in ihrer Nutzungsfähigkeit eingeschränkt.

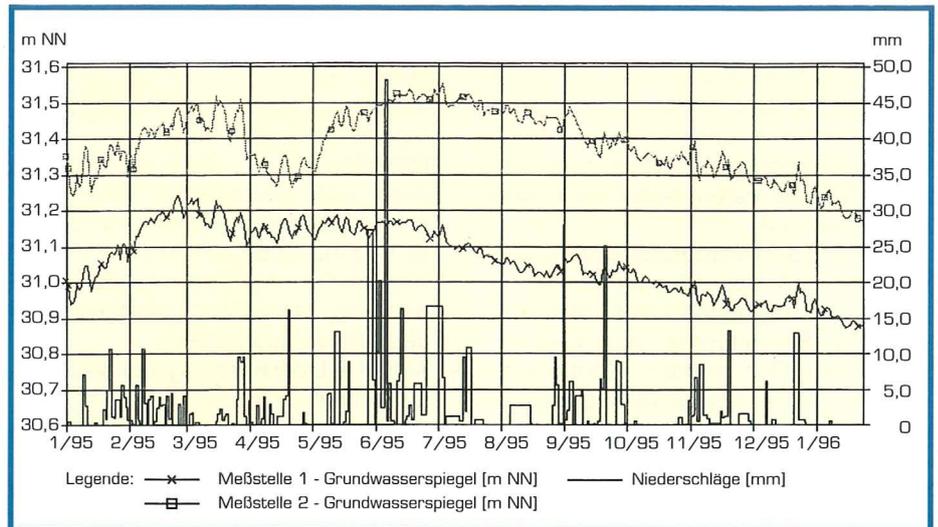
**Die Lösung:** Mit dem GMS-Rehbrücke soll von Anfang an die geordnete Erfassung und Auswertung aller Bewegungsdaten ermöglicht und eine Beweissicherung durchgeführt werden.

Durch die vorliegenden Auswertungen können fundierte Aussagen zur Beeinflussung des Naturhaushaltes durch die Grundwasserentnahmen getroffen und die Anschuldigungen des Naturschutzes entkräftigt werden. Durch die Auswertung werden Bewirtschaftungshinweise zur Optimierung der Wechselwirkungen des Einstaus und der Wasserentnahmen erarbeitet. Auf Grundlage der vorliegenden Auswertungen wurden Stauzile durch die Genehmigungsbehörde festgelegt.

Durch das GMS ist die Eigenüberwachung und Berichterstattung an die Wasserbehörde im Rahmen des Genehmigungsverfahrens gesichert.

Somit sind folgende Zielstellungen zu erreichen:

- Eigenüberwachung ab Beginn der Förderung im gesamten EG nach Menge und Beschaffenheit
- Berichterstattung an die Wasserbehörde im Rahmen der Wassernutzungsrechte
- Beweisführung für den Konflikt mit dem Naturschutz



**Bild 6 Standardauswertung, Grundwasserstand und Niederschlag**

- Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit insbesondere im Hinblick auf anthropogene Belastungen durch Rieselfelder, Uferfiltrat, landwirtschaftliche Nutzungen und geogene Einflüsse.

#### 4. Rechentechnische Organisation des GMS

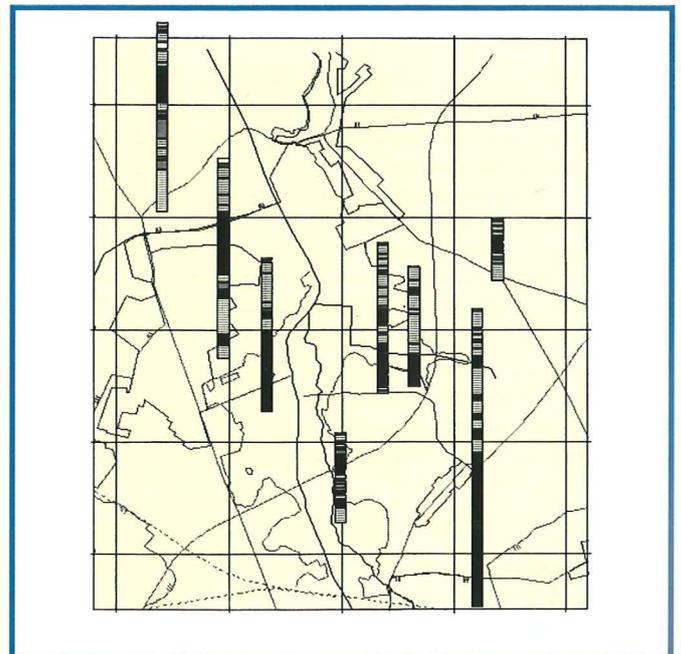
Das Grundwasser-Monitoring-System (GCI-GMS) basiert auf einer Datenbank-anwendung, die von der Grundwasser Consulting Ingenieurgesellschaft mit

dem Datenbankprogramm MS-Access unter der Benutzeroberfläche MS-Windows entwickelt wurde.

Die Datenbankanwendung arbeitet mit einer relationalen Datenstruktur. GCI-GMS verwaltet Stammdaten der Bohrungen als Mastertabellen, die zugehörigen Schichtenverzeichnisse, Tabellen für Messungen bei der Bohrung und Meßstellen - bzw. Grundwasserbeobachtungsrohre als Detailtabellen. Meßstellen können als Mehrfachausbauten vorliegen. Daher wurde eine Aufteilung der Bohrungsstammdaten und Meßstellendaten vorgesehen.

Meßstellentabellen wiederum sind die Mastertabellen für laufende Grundwasserstands- und Beschaffenheitsmessungen. Die relationale Struktur von GCI-GMS hilft vor allem Fehler zu vermeiden, die in flachen Datenbanken bei

**Bild 7 Grafische Auswertung, Bohrpunktkarte; hier nur Prinzipansicht**



der Eingabe und Pflege redundanter Daten entstehen können.

#### 4.1. Datenerfassung

Die Datenerfassung in GCI-GMS ist in die Bereiche Stammdaten, Schichtenverzeichnis, Meßstellenverzeichnis, Grundwasserstände, Beschaffenheits- und Mengendaten untergliedert. Für jeden Bereich stehen Eingabeformulare zur Verfügung, bei deren Gestaltung die Erfordernisse einer schnellen und effizienten Datenerfassung Beachtung fanden.

Die Stammdatenerfassung läuft über Eingabeformulare, in denen sämtliche Bohrungsstammdaten erfaßt werden. Mehrfache Einträge zu einem Stammdatensatz, z. B. geologisches Schichtenverzeichnis, Bohrtechnik, Verfüllung, Grundwasserständen, die beim Abteufen der Bohrung angetroffen wurden, werden in spezielle Formulare eingegeben, die vom Stammdatenformular aus über Schaltflächen angewählt werden können. GCI-GMS verwaltet Grundwasserbeobachtungsrohre (GWBR), Brunnen und Oberflächenmeßstellen, sowie Niederschlagsmeßstellen, Förderung und Durchflußmeßstellen und Sondermeßstellen. Die Meßstellenerfassung in GCI-GMS geschieht in Eingabeformularen vergleichbar der Stammdateneingabe. Es können nur GWBR und Brunnen eingegeben werden, die schon mit Bohrungsstammdaten belegt sind. Als Sondermeßstellen können Meßstellen für Mengendaten jeder Art deklariert werden, z. B. Rohwasser, Sammelentnahmen oder besondere – auch temporäre

– Beschaffenheitsmeßstellen.

Geologische Schichtenverzeichnisse werden in GCI-GMS nach den Regeln des „Symbolschlüssels Geologie“ des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung, Hannover, erfaßt. Behörden in Berlin und Brandenburg verwalten Schichtenverzeichnisse auf Datenträgern in dieser Form (SEP). Grundwasserstände werden im GCI-GMS nach Meter unter Meßpunkt und Meter NN / HN archiviert.

Beschaffenheitsparameter werden ausgehend von einem Analyse-Stammdatensatz, in dem Zeit-, Labor- und allgemeine Daten stehen, in verschiedene, nach Stoffgruppen unterteilte Formulare eingegeben. So können für die Dateneingabe aus Analysenprotokollen verschiedener Labors Eingabeformulare erstellt werden. Jedes Untersuchungsobjekt erfordert eine spezielle Auswahl von Beschaffenheitsparametern. Die den Eingabeformularen zugrundeliegende Tabelle kann durch Anwender angepaßt werden. Programmroutinen entdecken Änderungen an der Tabellenstruktur und ändern die Formulare für die Eingabe der Beschaffenheitsparameter, wenn dies erforderlich ist.

Grundwasserstände und Beschaffenheitsdaten können auch aus Funkpegeln und Datenloggern / Handlesegeräten sowie von anderen Datenträgern „automatisch übernommen“ werden.

#### 4.2. Recherche-Werkzeuge

GCI-GMS verfügt über ein eigenes Abfrage- und Entwurfswerkzeug, den GMS-Abfrage-Editor. Der GMS-Abfra-

ge-Editor stellt nur GMS-Datentabellen für die Erstellung von Abfragen zur Verfügung. Damit entfällt die Notwendigkeit für den Anwender, sich in der Vielfalt der Tabellen und Abfragen für die Verwaltung des Programmes GCI-GMS zurechtfinden zu müssen.

#### 4.3. Auswertung

GCI-GMS unterstützt die Auswertung der archivierten Daten nach verschiedenen hydrogeologischen und hydrologischen sowie hydrodynamischen und hydrochemischen Gesichtspunkten einschließlich der grafischen Visualisierung der Auswertungsergebnisse.

Als Standardberichte stehen Stammdaten-, Meßstellen-, Meßdaten- und Alarmberichte in GCI-GMS zur Verfügung. Die Berichte können nach den Vorstellungen der Anwender konfiguriert werden (Bild 6).

Anwender können GCI-GMS mit eigenen Formularen, Berichten und Abfragen frei konfigurieren. Anwenderdefinierte Objekte werden über Auswahl-Listenfelder gestartet.

#### 4.4. Auswertungen und grafische Darstellung über externe Programme

GCI-GMS beinhaltet verschiedene Auswertungs- und Darstellungsprogramme, arbeitet jedoch auch mit externen Programmen zur Berechnung und Darstellung von Daten zusammen. Daten für die Auswertung in externen Programmen werden in Dateien geschrieben. Darüber hinaus verfügt GCI-GMS über graphische Abfragewerkzeuge, die die Datenauswahl für Recherchen und Export erleichtern. Automatisierte Abfragen von Client-Programmen und Datenausgabe sind im laufenden Betrieb von GCI-GMS möglich und tragen zu einer Integration verschiedener Anwendungen bei.

Kartographische Darstellungen erfolgen entweder mit dem GMS-Programmteil „Bohrpunktkarte“ oder mit dem Programmpaket SURFER für WINDOWS. Im Programmteil „Bohrpunktkarte“ (Bild 7) können Bohrungen mit Schichtenprofilen auf einer topographischen Karte dargestellt werden. Topographische Kartenelemente werden in der Projektdatei gespeichert. Dies ermöglicht eine flexible Ausgabe von topographischen Kartenausschnitten, da die internen Graphikroutinen die Topographie auf den vom Bearbeiter gewählten Ausschnitt begrenzen können. Flächenbezogene Auswertungen, z.B. Piktogramme von Beschaffenheitsparametern (Bild 8) basieren auf den Pro-

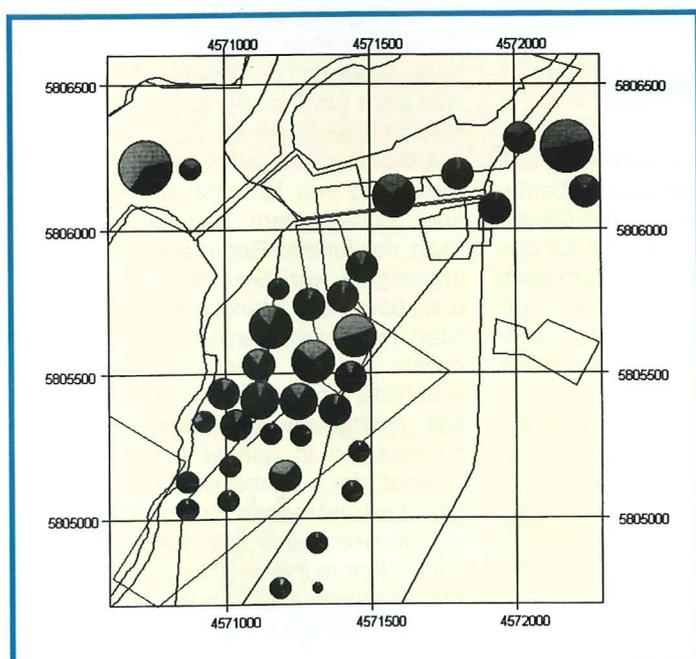


Bild 8 Grafische Auswertung, Piktogramm der Beschaffenheitsparameter

grammteil „Bohrpunktkarte“ und erlauben die Darstellung verschiedener Parameter als Ganglinien, Torten, Säulen oder Ringe. Systemzustandsberichte zeigen an den Meßstellen farblich unterlegt Grenzwertüberschreitungen von Grundwasserständen oder Beschaffenheitsparametern als Zahlen oder Säulen mit Informationen über Grenzwerte und Grad der Überschreitung an.

Hydroisohypsen-, Differenzen- und Flurabstandspläne werden mit dem Programmpaket SURFER für WINDOWS erstellt. GCI-GMS verfügt über spezielle Auswertungen, mit denen Potentiale oder Potentialdifferenzen über bestimmte Zeiträume bewertet werden können, z. B. den Erweiterten Grenzwertkontrollplan. Mit dem Erweiterten Grenzwertkontrollplan können beispielsweise Grenzwertüberschreitungen von Grundwasserständen in Höhe und Zeitdauer für definierte Schutzobjekte, städtische Parkanlagen oder gefährdete Bausubstanz, dargestellt werden. Diese Auswertung muß für jedes Überwachungsobjekt angepaßt werden, da Schutzobjekte definiert werden müssen. Eine Kopplung von GCI-GMS mit Geographischen Informationssystemen für PC (GIS) wurde mit ArcView realisiert. Diese Kopplung verbindet die Vorteile des GIS mit denen des Datenbank- und Auswertungsprogrammes GCI-GMS. Die visuelle Recherche und Datenauswahl wird im GIS vorgenommen. Die schnelle Datensatzauswahl der relationalen Datenbank und die Erstellung der Graphiken (Ganglinien, hydrochemische Graphiken) geschieht durch GCI-GMS als Server.

Zur Darstellung von Schichtenverzeichnissen unterstützt GCI-GMS die Datenausgabe zu den Programmen SEP-COL und GeoDin Graph, die aus SEP-Kürzel Bohrsäulendiagramme und -Verzeichnisse erstellen.

#### 4.5. Interne Grafikprogramme

GCI-GMS enthält eine Reihe von Auswertungs- und Grafikprogrammen. Diese Programme liefern ihre Ergebnisse an Berichte, in denen die Kontrolle der Ergebnisse vorgenommen werden kann. Im Rahmen der internen Grafikprogramme werden grafische Auswertungen nach Pieper-, Valjaschko u. a. unterstützt, mit denen Ionenverhältnisse, Salinarkomponenten u.a. nach Beschaffenheitsanalysen dargestellt werden. Weiterhin wird die Möglichkeit geboten, über Dreieckdiagramme die prozentuale Verteilung von Stoffen oder Stoffgruppen einer Gesamtanalyse zu zeigen. Es können wahlweise Parameter der Grundwasserbeschaffenheit dargestellt werden. Zur Auswertung der Gesamt-, Karbonat- und Nichtkarbonatwerte können Analysen im Härte-Diagramm dargestellt werden.

Die grafischen Darstellungen, welche im GCI-GMS erzeugt wurden, können über alle gängigen Ausgabegeräte, die MS-Windows unterstützt, ausgegeben werden.

#### ■ 5. Ausblick

Im Interesse einer einheitlichen Grundwasserüberwachung ist die Installierung

von GMS für alle Wasserwerke vorgesehen. Für Potsdam betrifft dies nur noch eine Anlage. Für dieses Werk liegen Messungen seit Beginn der Förderung 1930 vor. Diese Daten sind auf Datenträgern erfaßt.

Weiterhin ist vorgesehen, daß GMS mit dem Prozeßleitsystem der Potsdamer Wasserwerke zu koppeln, welches sich derzeit im weiteren Ausbau befindet. Es ist vorgesehen, die Daten aus automatisierten Meßstellen wie Pegeln und Güteüberwachungen direkt in das GMS zu übernehmen.

Weitere Anwendungen des GMS liegen in jeder Art von Grundwasserüberwachung, wie z.B. für Altlasten, Deponien oder überregionale Beobachtungsnetze der Umweltämter.

#### Die Autoren:

Dipl.-Hydr. Karsten ZÜHLKE  
Wasserbetrieb Potsdam GmbH  
Friedrich-Engels-Straße 22  
14473 Potsdam  
Tel.: 0331/ 3791410  
Fax: 0331/ 3791303

Dr. rer. nat.  
Andreas HOFFKNECHT  
Grundwasser Consulting  
Ingenieurgesellschaft mbH  
Weg am Krankenhaus 2  
15711 Königs Wusterhausen  
Tel.: 03375/ 294785  
Fax.: 03375/ 294718

### Berliner Wasser Betriebe:

## Brunnenregenerierung durch Sprengschocken

Seit die Berliner Wasserbetriebe (BWB) ab 1991 das neuartige Regenerierverfahren für Tiefbrunnen zur Serienreife entwickelten, können sie bis heute auf etwa 220 Einsätze zurückblicken. Das Verfahren nutzt die bei der Zündung kleiner Sprengstoffmengen in Schnurform auf ganzer Filterlänge entstehenden Erschütterungen und Gasschwadendrucke zum Lösen und Ausbringen von Inkrustationen. Dadurch werden Filterschlitz-, Kiesschüttung und Urboden wieder durchlässig, was sich als erhebliche Steigerung der spezifischen Brunnenleistung nachweisen läßt (siehe WWt 8/92). Eine nachgeschaltete meterweise Intensiventsandung der Filter-

strecke rundet das angebotene Leistungspaket der Berliner Wasserbetriebe ab. Beseitigt werden konnten fallweise und bundesweit bisher nicht nur biologische Verockerungen, sondern auch chemische Versinterungen sowie verschleppte Zuschlagstoffe aus Spülbohrungen und Feinsande aus instabilen Kiesschüttungen.

Der bei Brunnenbetreibern noch immer spürbare Respekt vor dem Sprenggeschehen innerhalb des fertigen Brunnens ist unbegründet. Die Erfahrungen der Berliner Wasserbetriebe gewährleisten durch die Anwendung minimierter Sprengladungen (im 100-g-Bereich) und das schrittweise Vorgehen die Un-

versehrtheit des Brunnens. Für die komplette Regenerierung eines etwa 40 m tiefen Brunnens bei maximal 20 m Filter wird etwa 1 Woche benötigt.

Neu ist inzwischen die Fortentwicklung des Verfahrens dahingehend, daß eine Sanierung von Brunnen mit sprödem oder schadhaftem Material erfolgen kann, das für eine Regenerierung bisher ungeeignet war (Steinzeug, Kunststoff o. ä., sowie z. B. stark korrodierte Stahlfilter). Hierbei wird ein hochwertiges und etwas kleiner dimensioniertes Einschubfilterrohr eingestellt, bevor dann das Altfilterrohr mit angepaßter Ladungsstärke in ganzer Länge aufgesprengt, der umgebende Filterkies aufgelockert und regeneriert wird. Auch hier erfolgt abschließend die Intensiventsandung. Nähere Informationen: Berliner Wasserbetriebe, Bereich TW-W, Tel.-Nr.: 030/86446653.