7. DRESDNER GRUNDWASSERFORSCHUNGSTAGE

**zu rezenten Anforderungen,
aktuellen Probleme und applizierbaren Lösungen
des Grundwasser-Monitorings
in der Bundesrepublik Deutschland**

27. und 28. September 1999 im Dresdner Rathaus

Stufen eines entscheidungsorientierten integralen Monitoring am Beispiel von Hoyerswerda

Th. Daffner, C. Leibenath, M. Voßberg

1. Zielstellung

Der Grundwasserwiederanstieg in und um Hoyerswerda führt zur Gefährdung unterirdischer Bauwerke und Medien infolge Vernässung und Aggressivität des Grundwassers. Mittels geeigneter technischer Lösungen ist der Zielgrundwasserstand so einzustellen und zu halten, daß keine nichttolerierbaren Gefährdungen von Schutzgütern zu besorgen sind. Es müssen in Zukunft Maßnahmen getroffen werden, die einen langfristig-nachhaltigen Schutz der Bausubstanz und Erhaltung der Funktionalität der städtischen Infrastruktur gewährleisten. Diese Maßnahmen sind in ihrer *Dimensionierung*, ihrer *Wirkung*, ihrer *Zuverlässigkeit* und ihrer *Wirtschaftlichkeit* naturwissenschaftlich und technisch begründet zu bewerten und zu planen. Für die Ausführung sowie die Optimierung und Überwachung des Betriebs ist ebenfalls eine solide Datenbasis erforderlich.
Dieser Aufgabe soll das "Entscheidungsorientierte Integrale Monitoring Hoyerswerda und Umland" (EIM) gerecht werden, das im Einzelnen folgende Zielstellungen verfolgt:

- Meßtechnische Erfassung des Grundwasserwiederanstiegs „an sich",
- Absicherung von Planungsinstrumentarien (z.B. Grund-/Oberflächenwassermodell) mit dem erforderlichen Daten- und Parametersätzen sowie
- Steuerung und Regelung der zukünftigen Anlagen zur Abwehr des Grundwasserwiederanstiegs.

Mit dem EIM sind insbesondere der Grundwasserstand, seine zeitliche Entwicklung, mögliche Steuergrößen sowie die ihn beeinflussenden extensiven und intensiven Zustandsgrößen (Niederschlag, Grundwasserneubildung, Exfiltration aus Oberflächengewässern) zu erfassen.
Grundsätzlich ist dabei das Monitoring und die damit zu lösenden Aufgaben an den zeitlichen Verlauf des Grundwasseranstiegsprozesses gebunden. Es werden folgende drei Phasen unterschieden:

- *Phase I* beinhaltet den Zeitraum des Grundwasserwiederanstiegs vor der Gefährdung der Schutzgüter (rezente Phase). Während dieser Zeit ist der Prozeß des Grundwasserwiederanstiegs "an sich" hinsichtlich dessen Geschwindigkeitsverteilung im Raum-Zeit-Kontinium sowie der Beschaffenheitsentwicklung zu beobachten, Einflußgrößen sind zu erkennen, zu quantifizieren und auf dieser Basis in einem ständigen Fortschreibungsprozeß zu prognostizieren. Es sind die Schutzgüter und Absenkziele für die Niederhaltung des prognostischen Grundwasserstandes zu definieren sowie auf dieser Grundlage die Anlagen zur

Abwehr des ansteigenden Grundwassers zu planen. Während dieser Phase dient das Monitoring vor allem der Schaffung einer Informationsbasis für die Planungsarbeiten.

- *Phase II* umfaßt den Zeitraum des Baus und der Inbetriebnahme geeigneter technischer Lösungen zur Niederhaltung des Grundwassers.

- *Phase III* beinhaltet die Betriebsphase der Anlagen zur Abwehr des ansteigenden Grundwassers nach abgeschlossenem Wiederanstieg.

2. Beschreibung des Untersuchungsobjektes

Die Stadt Hoyerswerda ist in der Talaue der Schwarzen Elster angesiedelt und war ehemals von zahlreichen Teichen, Bachläufen und Mooren umgeben. Die heutige Stadt gliedert sich in die Hoyerswerdaer Altstadt (linksufrig der Schwarzen Elster) und in die Hoyerswerdaer Neustadt (rechtsufrig). Während der bergbaulichen Grundwasserabsenkung wurden die Gebäude weit unterhalb der vorbergbaulichen und prognostizierten nachbergbaulichen Grundwasserstände gegründet. Dies trifft in noch viel stärkeren Maße auf die Verlegungstiefe von Versorgungsmedien der städtischen Infrastuktur (Abwasserkanalisation, Fernwärme u.a.) zu.
Im Untersuchungsgebiet von Hoyerswerda und Umland werden komplizierte geologischen Verhältnisse angetroffen, die maßgeblich die hydrogeologische Situation prägen. Im Vorfeld wurde ein geologisches Strukturmodell erstellt [HY-96], [GEOS-98], das die Basis für ein dreidimensionales fortschreibunsfähiges Grundwassermodell [HY-96], [GFI-98] bildet.
In der Verbreitungszone der *Oberen Talsande* (vgl. Abb. 1) sind die zu schützenden Objekte gegründet. Auf diese müssen demzufolge die nachfolgend beschriebenen Schutzmaßnahmen wirken. Sie bestehen aus 2 Rhythmen, Grobsand-Feinkies im Liegenden, übergehend zu Feinsand im Hangenden mit scheinbar sporadisch eingelagerten organogenen und bindigen Sedimenten.
Im Liegenden werden die oberen Talsande durch den *Liegenden Schluff* unterlagert, der als als warmzeitliche Bildung eine hohe fazielle Veränderlichkeit aufweist und durch nachfolgende Krioturbationsprozesse in der Lagerung gestört wurde. Er ist deshalb kein horizontbeständiger und kein flächendeckend hydraulisch wirksamer Stauer.
Die *Unteren Talsande* umfassen Saale- und Elsterkaltzeitliche glazifluviatile Bildungen. Diese wurden mit hoher Fließenergie geschüttet, weisen eine gute Durchlässigkeit auf und sind deshalb maßgebend für die Wasserbilanz.
Im SW von Hoyerswerda-Altstadt ist oberflächennah anstehender *Geschiebemergel* anstelle der Unteren Talsande charakteristisch. In dessen Verbreitungsgebiet liegt ein ausgeprägter Stockwerksbau der Grundwassersleiter vor.
Der in Abbildung 1 gezeigte generalisierte Schnitt verdeutlicht die hydrogeologische Situation, deren Implementierung in das dreidimensionale Grundwassermodell sowie die Grundwasserstände im derzeitigen und im Prognosezustand.

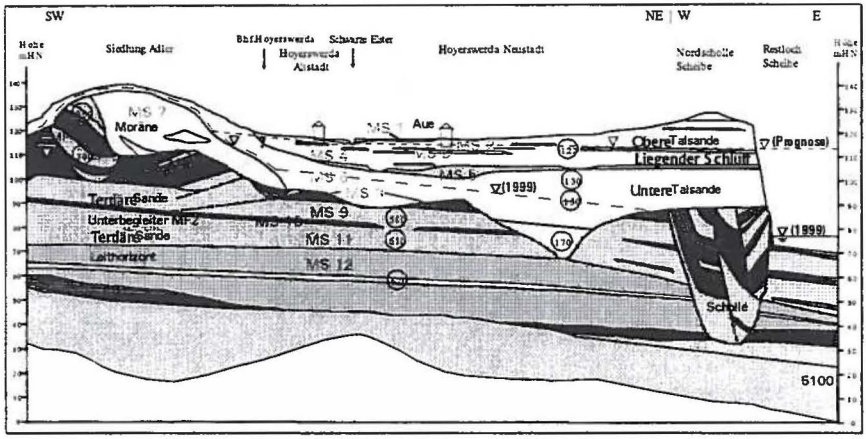


Abb. 1: Generalisierter hydrogeologischer Schnitt durch das Untersuchungsgebiet (verändert nach [GEOS-98])

Das Gewässernetz hat einen entscheidenden Einfluß auf das Grundwasserregime der Stadt Hoyerswerda. Dies betrifft sowohl die Stauziele der Tagebaurestlöcher Scheibe, Spreetal-Nordost und Spreetal-Bluno als auch das Netz von Fließgewässern (Schwarze Elster, Alte Elster, Wudra, Kossakgraben u.a.) innerhalb der Stadt. Die Stauziele der Tagebaurestlöcher sind Gegenstand des Sanierungsbergbaus und durch den darauf bezogenen Planungsprozeß beeinflußbar. Zu den einzelnen Stauzielen fand bereits im Vorfeld eine intensive Abstimmung statt, die deren Auswirkungen auf das Stadtgebiet optimal berücksichtigt. Insbesondere wurde das Stauziel des Tagebaurestlochs Scheibe im Ergebnis erster Studien zum Grundwasserwiederanstieg in Hoyerswerda und Umland [HOY-96] auf ein Hoyerswerda in geringerem Umfang beeinflussendes Maß eingestellt. Dagegen bestehen für die Wechselwirkung der innerstädtischen Fließgewässer mit dem Grundwasser von Hoyerswerda zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch eine Reihe von offenen Fragen, zu deren Klärung das integrale Monitoring beitragen soll.

3. Methodik des Monitoring während der Planungsphase

Während der Planungsphase hat das Monitoring den Prozeß des Grundwasseranstiegs „an sich" zu erfassen und die für die Instrumentarien zur Planung der Abwehrmaßnahmen erforderlichen Daten bereitzustellen. Im Weiteren soll hierzu insbesondere auf die für den Planungsprozeß entscheidende Wechselwirkung des Grundwassers mit den innerstädtischen Oberflächengewässern eingegangen werden. Für die Entscheidungsfindung zu Verfahren und die Planung spielten und spielen in Hoyerswerda auch Fragen der

Grundwasserbeschaffenheit und der Umweltmikrobiologie eine entscheidende Rolle, deren Darstellung jedoch den Rahmen des vorliegenden Vortrags sprengen würde. Diese Untersuchungen sind in [REI-98], [HA-98] und [UBV-99b] dokumentiert.

3.1. Erfassung des Grundwasserwiederanstiegs „an sich"

Die Erfassung des Grundwasseranstiegs erfolgt systematisch durch die jährlichen großräumigen Messungen und Konstruktion von Hydroisohypsenplänen der LAUBAG/LMBV. Seit 1997 wird für den Grundwasserwiederanstieg Hoyerswerda ein Sondermeßnetz betrieben.

Das vorhandene, zunächst *zweidimensional orientierte* Meßnetz wurde in einer ersten Ausbaustufe für die flächendeckenden Erfassung der Grundwasserstände insbesondere im Stadtgebiet ergänzt. Infolge des sehr markanten Stockwerksaufbaus der Grundwasserleiter (vgl. Abb. 1) mußte und muß es weiter durch GW-Meßstellen mit *teufenorientierter* Informationen qualifiziert werden.

Die Grundwasserstandsentwicklung im Untersuchungsgebiet (UG) wird anhand zweimal jährlich durchzuführender Stichtagsmessungen zu unterschiedlichen Grundwasser-neubildungsverhältnissen (vor und nach der Vegetationsperiode im Frühjahr und Herbst) an ausgewählten geeigneten Grundwassermeßstellen aufgenommen.

Mittels Darstellung in Hydroisohypsenplänen und Ganglinien zum zeitlichen Verlauf wird der zeitlich und räumlich zu differenzierende GW-Wiederanstieg dokumentiert.

Es zeigt sich ein markantes Grundwasserspiegelgefälle in Richtung der Tagbaurestlöcher, wobei sich deren Flutung in der unmittelbaren Umgebung mit einem Grundwasseranstieg um ca. +3 m/a bereits deutlich darstellt. Im Bereich von Hoyerswerda-Altstadt beträgt dieser im erfaßten Zeitraum +0,5 m/a, und in Hoyerswerda-Neustadt - +0,5 - +1,0 m/a.

Die bisherigen Beobachtungsergebnisse gehen im wesentlichen konform mit den durch das dreidimensionale Grundwassermodell prognostizierten Wiederanstiegs-geschwindigkeiten. Für den Südrand von Hoyerswerda-Altstadt mußten aber markante Fehleinschätzungen korrigiert werden, die auf der bis zur Inbetriebnahme des Sondermeßnetzes Hoyerswerda praktizierten zweidimensionalen Betrachtungs-weise basierten.

3.2. Erfassung der Wechselwirkung des Grundwassers mit dem Oberflächenwasser

Aufgrund des bisherigen Fehlens konkreter hydrologischer Meßwerte zu den Vorflutern des UG wurde ein Oberflächenwassermeßnetz bestehend aus Meßstellen und Hilfspegeln an den relevanten Vorflutern Schwarze Elster, Alte Elster, Kossackgraben, Vincenzgraben, Hoyerswerdaer Schwarzwasser und Büschingssgraben schrittweise aufgebaut.

Die Zielstellung besteht in der Erfassung des **spezifischen Abflußverhaltens** im **Vorflutystem** Hoyerswerda und Umland gekoppelt mit der Untersuchung der Wechselwirkung Oberflächenwasser/Grundwasser zu relevanten hydrologischen

Systemzuständen. Diese gewonnenen Daten gehen als Potential- und speisende Randbedingung in das Grundwassermodell ein. Sie bilden insbesondere im Planungsprozeß die Grundlage für:

- die Ermittlung der mit den Anlagen zur Abwehr des ansteigenden Grundwasser zu fördernden Wassermengen und
- die Einschätzung der Auswirkungen von hydrologischen Systemzuständen (Hochwasserereignisse, extreme Niedrigwasserperioden) auf die Grundwasserstände und Fördermengen und
- Begründung der Notwendigkeit und Möglichkeit der Reaktion auf diese hydrologischen Ereignisse im Planungsprozeß.

Als Bezugsstationen wird der staatliche Pegel Neuwiese/Schwarze Elster am nördlichen Ausgang des UG sowie die DWD-Niederschlagsstationen im Umfeld des UG mit langjährigen Beobachtungsreihen genutzt.
Hierzu werden folgende methodische Ansätze praktiziert:

- Ausbau von zwei Meßprofilen zur Verfolgung der Kausalkette Meteorologische Faktoren – Oberflächenwasserstand – Grundwasserstand,
- Ermittlung der Exfiltrationsraten aus den Oberflächengewässern,
- Verifizierung der ermittelten Exfiltrationsraten durch punktuelle Infiltrometermessungen.

Grundwasser- und Oberflächenwassermeßstellen mit einer hohen Sensitivität gegenüber wechselnden Randbedingungen (Niederschlag, Entnahmen, Wehrstellung in Vorflutern etc.) wurden zur quasikontinuierlichen Erfassung der Grund- und Oberflächenwasserstände ausgerüstet. Hauptaugenmerk wird dabei auf zwei Meßprofile durch die Schwarzen Elster bzw. Schwarzen und Alten Elster gelegt, die über ihre Kopplung zwischen Oberflächenwassermeßstellen und teufenorientierten Grundwassermeßstellen geeignet sind, wesentliche Zusammenhänge zwischen Oberflächen - und Grundwasserregime insbesondere während Extremzuständen (Trockenperioden, Hochwasserwellen) abzubilden. Als Auswertemethoden der meteorologisch-hydrologischen Parameter dienen zunächst Ganglinienanalysen, Korrelations- und Regressionsanalysen sowie die Aufstellung von Impuls-Antworten.
Die Quantifizierung der möglichen Zuströme aus dem Oberflächenwasser in das Grundwasser (Exfiltrationsraten) stellten zu Beginn der Planungsarbeiten einen der wesentlichsten Unsicherheitsfaktoren dar, den es im Rahmen des EIM mittels geeigneter Methoden zu quantifizieren gilt. Diese Exfiltrationsraten bilden eine integrale Darstellung der Informationen zur Durchlässigkeit der Hochwasserbermen, zur äußeren und inneren Gewässerbettkolmation sowie zur Profildurchlässigkeit im Grundwasserabstrom vom Fließgewässer, die geohydraulisch direkt als Randbedingung dritter Art implementiert werden können. Als methodischer Ansatz

wurde zu deren Bestimmung die Ermittlung der Abflußdifferenzen aus zwei Meßprofilen gewählt.
Dazu wurde an der Schwarzen Elster eine Teststrecke festgelegt, deren hydrologisches Verhalten durch folgende Größen klar definierbar ist:

- oberirdischer Zustrom,
- oberirdischer Abfluß,
- Input durch Niederschlag (erfaßt über temporäre Wetterstation) und
- die Outputgrößen Verdunstung (erfaßt über temporäre Wetterstation) und Exfiltration (zu erfassende Größe).

Es existieren entlang dieser Teststrecke keine weiteren Zuflüsse oder Wasserentnahmen (ausgenommen Sommerperiode). Damit ist die Exfiltration klar aus der Differenz der oben angeführten Bilanzgrößen der Teststrecke bestimmbar.
Hierzu werden die Geschwindigkeitsprofile mittels induktivem Strömungssensor nach der Pegelvorschrift Anlage D aufgenommen und ausgewertet (SOFTWARE Q).
Die Meßlotrechten werden geodätisch mittels lasergestützter Totalstation orientiert, um bei Wiederholungsmessungen jeweils exakt die gleiche Lage zu gewährleisten.
Die Fehlerbetrachtung (systematische und zufällige Fehler) zu jeder Abflußmessung erfolgt nach der Methode ISO748, die den einzelnen Einflußgrößen auf die Genauigkeit der Durchflußmessung und deren Auswertung nach dem Geschwindigkeitsflächenverfahren detailliert Fehlermaße zuordnet und daraus den Gesamtfehler berechnet. Abbildung 2 verdeutlicht den Prozeß der Ermittlung der Abflußdifferenzen am Beispiel der 11/98 ausgeführten Meßkampagne.
Den Betrachtungen liegen Abflußdifferenzen mit gleichgerichteten Fehlern zugrunde. Diese Entscheidung wurde getroffen, da die Messungen an den verschiedenen Profilen mit dem gleichen Gerät, gleichem Personal sowie einer einheitlichen Meßmethodik ausgeführt wurden und die Herstellung des Lagebezugs der Meßpunkte mit höchster geodätischer Präzision (lasergestüzte Totalstation) erfolgte.
In Auswertung der bisherigen Messungen ergaben sich für die Testrecke der Schwarze Elster in hydrologischen Situationen um MHQ Exfiltrationsraten zwischen 2,33 und 2,55 m^3/s, dies sind ca. 20% bezogen auf den Abfluß an der Inputmeßstelle P3. In hydrologischen Situationen um MQ erreicht die Exfiltration eine Größenordnung von ca. 8 %. Bei Messungen im Niederigwasserbereich überwiegen der Einfluß temporärer Entnahmen aus dem Vorfluter sowie die Fehler der Abflußmessungen, so daß diese hier auch aus Gründen der Nichtrelevanz für die Bemessung der Anlagen zur GW-Niederhaltung nicht weiter betrachtet werden.
Um eine für Planungsentscheidungen hinreichende Belastbarkeit dieser Ergebnisse zu erreichen, kommt eine weitere Methodik zur Anwendung - die direkte punktuelle Messung der Exfiltation mittels Infiltrometertests (vgl. Abb. 3).
Hierfür wurden auf den Hochwasserbermen der Schwarzen Elster bisher sieben Infiltrometertests ausgeführt. Als Meßinstrument kommt ein Haubeninfiltrometer zum Einsatz, das für die Tests auf eine ± der Sättigung entsprechende Sauspannung eingestellt wird.

Damit repräsentieren die Meßwerte ± den für die Infiltration bei Hochwasserereignissen relevanten gesättigten K_f-Wert. Diese Tests wurden bisher an sieben Punkten der Teststrecke ausgeführt, wobei die Ermittlung der Durchlässigkeit an der Oberfläche in Teufen von 0,50 und 1,00 m (in Schürfen) erfolgte. In Abb. 3 ist die Durchführung und Auswertung von Haubeninfiltrometertests schematisch dargestellt.
Die Test ergaben einen mittleren gesättigten K_f-Wert in Höhe von $6*10^{-5}$ m/s. Diese Durchlässigkeit auf die Geometrie der Hochwasserberme der Testsrecke bezogen bedeutet eine Exfiltrationsrate von 2,2 m^3/s, die hervorragend mit den Ergebnissen der Abflußdifferenzen korrespondiert.

4. Ausblick zu den Anforderungen an das EIM während der Bau- und Betriebsphase

Während der Bau- und Betriebsphase gehen die Aufgaben des EIM von der reinen Datengewinnung und Untersetzung der Planung zu einem Instrumentarium zur Steuerung und Regelung über.

Die Erkenntnisse aus dem entscheidungsorientierten integralen Monitoring Hoyerdswerda gehen direkt in die Fortschreibung des geohydraulischen Modells mit dem gekoppelten dreidimensionalen Grund- und Oberflächenwassermodell ein, das in ein Kontroll- und Steuerprogramm zu überführen ist.

Die an den geplanten technischen Anlagen erhaltenen *anlagenbezogenen* und *objektkonkreten* Informationen werden durch die *raumbezogenen* Informationen aus dem EIM ergänzt. Das bislang ausgebaute Grund- und Oberflächenwassermeßnetz wird im Zuge der Bauphase *vernetzt* und in die Leitzentrale zur Steuerung und Regelung integriert. Abb. 4 zeigt den vorgesehenen Aufbau des Systems zur Steuerung und Regelung der Anlagen zur Abwehr des ansteigenden Grundwassers in Hoyerswerda sowie dessen Integration in das EIM.

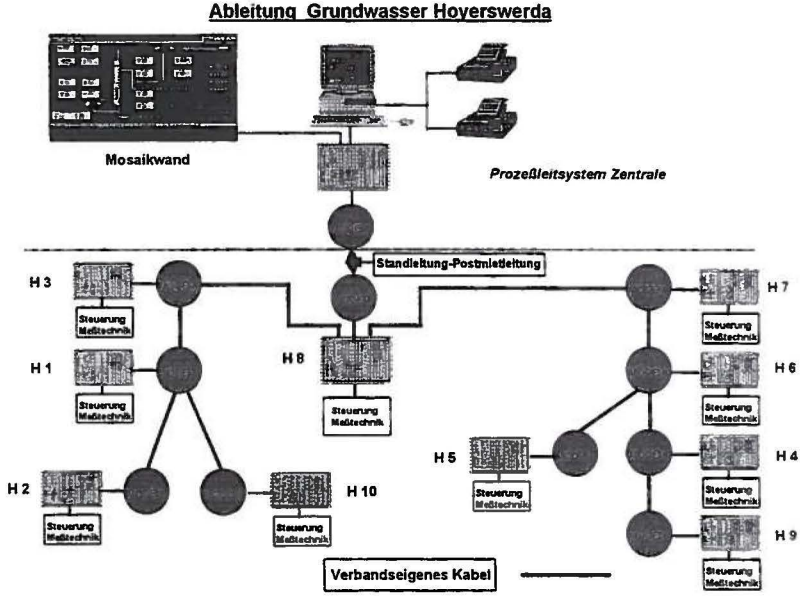


Abb. 4: Blockschema zur Steuerung und Regelung der Anlagen zur Abwehr des ansteigenden Grundwassers in Hoyerswerda

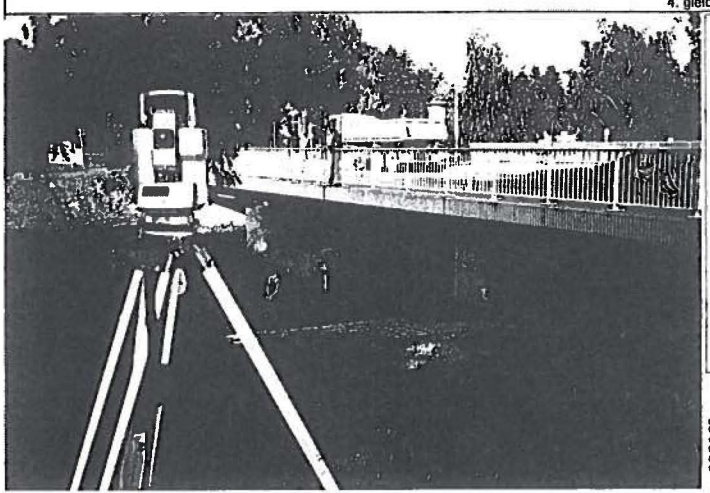
Ergebnisse der Abflußmessungen 1998 mit Fehlerangaben (nach ISO748)

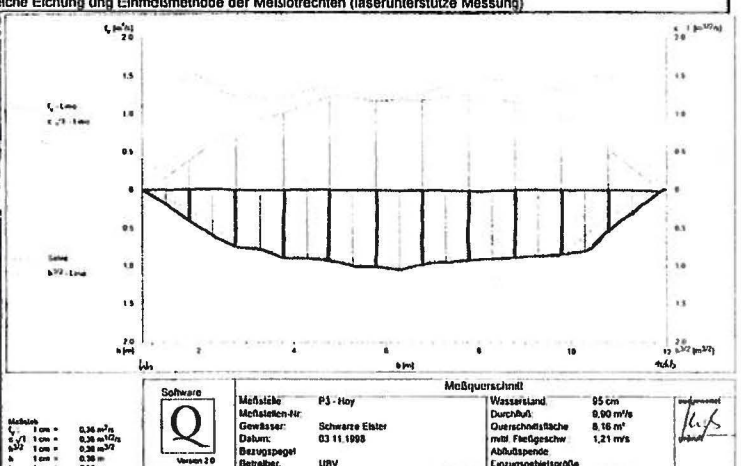
Datum	Zeit	P3 Q berech. [m³/s]	P3 Fehler der Q-Messung nach ISO748 +/- [%]	P3 +/- [m³/s]	P3 Q Intervall (incl. Fehler Messung) Qmax [m³/s]	P3 Qmin [m³/s]	Z4 Q berechnet [m³/s]	Z4 Fehler der Q-Messung nach ISO748 +/- [%]	Z4 +/- [m³/s]	Z4 Q Intervall Qmax [m³/s]	Z4 Qmin [m³/s]	Abflußdifferenz P3 - Z4 bei gleichgerichteten Fehlern $(Q+delta)_{P3} - (Q+delta)_{Z4}$ [m³/s]	[%]	$(Q-delta)_{P3} - (Q-delta)_{Z4}$ [m³/s]	[%]	Abflußdifferenz P3 - Z4 bei entgegengerichteten Fehlern $(Q+delta)_{P3} - (Q-delta)_{Z4}$ [m³/s]	[%]	$(Q-delta)_{P3} - (Q+delta)_{Z4}$ [m³/s]	[%]
03.11.1998	früh	10,80	10,9	1,18	11,98	9,62	8,65	11,5	0,99	9,64	7,66	2,33	19,47	1,97	20,4	4,3	36,1	0,0	-0,2
03.11.1998	nachmit.	9,90	13,5	1,34	11,24	8,56	7,79	11,5	0,90	8,69	6,89	2,55	22,70	1,67	19,5	4,3	38,6	-0,1	-1,4
15.10.1998		4,86	11,6	0,56	5,42	4,30	4,48	12,1	0,54	5,02	3,94	0,40	7,41	0,36	8,3	1,5	27,4	-0,7	-16,9
22.06.1998		0,31	14,0	0,04	0,35	0,26	0,34	37,4	0,13	0,47	0,21	-0,12	-34,71	0,05	18,6	0,1	30,6	-0,2	-78,6
15.03.1998		3,50	13,6	0,48	3,98	3,02	3,31	11,5	0,38	3,69	2,93	0,29	7,18	0,09	3,1	1,0	26,3	-0,7	-22,0

Pegel Neuwiese:

MQ	2,98 m³/s
MNQ	0,262 m³/s
MHQ	21,4 m³/s
HQ(2)	20 m³/s

Empfehlung: Abflußdifferenzen mit gleichgerichteten Fehlern den weiteren Betrachtungen zugrunde legen, da
1. gleiches Gerät
2. gleicher Meßtrupp
3. gleiche Methode
4. gleiche Eichung ung Einmeßmethode der Meßlotrechten (laserunterstütze Messung)



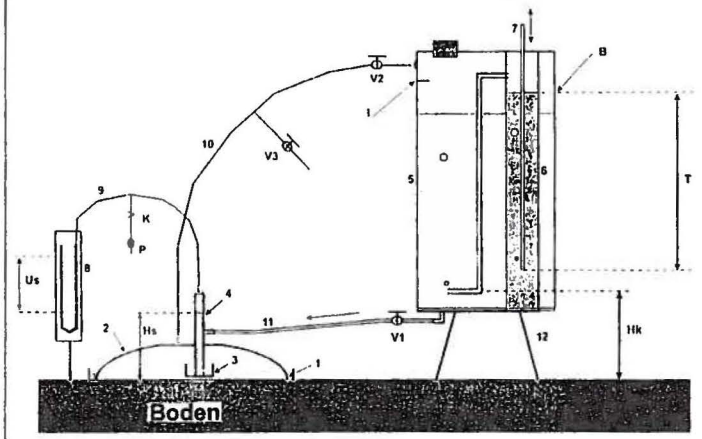


Software: Q Version 2.0

Meßquerschnitt

Meßstelle	P3 - Hoy	Wasserstand	95 cm
Meßstellen-Nr.		Durchfluß	0,90 m³/s
Gewässer:	Schwarze Elster	Querschnittsfläche	8,16 m²
Datum:	03.11.1998	mittl. Fließgeschw.	1,21 m/s
Bezugspegel		Abflußspende	
Betreiber:	URV	Einzugsgebietsgröße	

Punktuelle Bestimmung der Sickerleistung mit Infiltrometertests

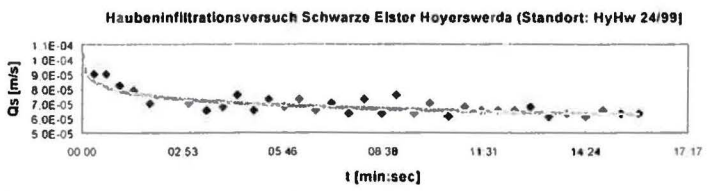


Haubeninfiltrometer (UGT)

Durchlässigkeit nach WOODING (1968)

$$k(h_S) = \frac{\frac{Q_S}{\pi \cdot \alpha^2}}{(1 + \frac{4}{\pi \cdot \alpha \cdot a})}$$

$k(h_S)$ – gesättigter K-Wert
Q_S – Sickerrate bei Sättigung
α – Parameter nach GARDNER (1968), belegt mit Orientierungswerten nach CARSEL & PARRISH (1988)
a – Radius des Infiltrometers



Sickerleistung in der Hochwasserberme der Schwarzen Elster:

$K(h_S) = 6*10^{-5}$ m/s

⇒ Exfiltrationsrate aus der Schwarzen Elster bei HW im Stadtgebiet:

Q = 2,2 m³/s

5. Zusammenfassung

Mit dem Aufbau und Betrieb des "Entscheidungsorientierten Integralen Monitorings Hoyerswerda" (EIM) werden folgende Zielstellungen verfolgt:

- Meßtechnische Erfassung des Grundwasserwiederanstiegs an sich,
- Absicherung von Planungsinstrumentarien (z.B. Grund-/Oberflächenwassermodell) mit dem erforderlichen Daten- und Parametersätzen sowie
- Steuerung und Regelung der zukünftigen Anlagen zur Abwehr des Grundwasserwiederanstiegs.

Als maßgebliche Zielgröße werden der Grundwasserstand sowie die ihn beeinflussenden extensiven und intensiven Zustandsgrößen mit dem EIM erfaßt und überwacht.

Im Einzelnen werden Begründungen zum wirtschaftlichen Ausbau raum- und schutzgutorientierter Meßstellen, unter Beachtung des zeitlichen Verlaufs des Grundwasserwiederanstiegs im Vergleich zu den Zielgrundwasserständen sowie die Einordnung der Meßstellen und -ergebnisse in die geologischen, hydrogeologischen und hydrologischen Randbedingungen gegeben.

Maßgebliche Zusammenhänge von Grund- und Oberflächenwasser, Niederschlag und Wasserstände werden beobachtet, meßtechnisch erfaßt und versuchstechnisch nachgebildet. Es werden verschiedene Methoden zur Ermittlung der Exfiltrationsrate aus der Schwarzen Elster angewendet. Die Erkenntnisse des EIM finden Eingang in die als Planungsinstrumentarien eingesetzten Grund- und Oberflächenwassermodelle und dienen damit der Dimensionierung der technischen Anlagen zum Schutz gegen den Grundwasserwiederanstieg.

Die bisher erzielten Erkenntnisse aus dem EIM Hoyerswerda lassen sich wie folgt darstellen:

1. Das aufgebaute Monitoring gestattet, die Trendkomponente des Grundwasserwiederanstieges von den hydrologisch zyklischen und stochastischen Größen zu separieren und abzuschätzen sowie deren Einfluß auf die geplanten Abwehrmaßnahmen zu begründen.
2. Das Meßnetz erlaubt zunehmend besser, die erforderlichen Parameter (Grundwasserstände, Wassermengen, Kolmationen, Grundwasserneubildung) für das dreidimensionale Grundwassermodell bereitzustellen und die Zusammenhänge an den Schnittstellen Oberflächenwasser/Grundwasser abzubilden.
3. Das Monitoringsystem wird derzeitig qualifiziert, um an den bislang erkannten sensitivsten Stellen (Einfluß des Hauptwehres Hoyerswerda an der Schwarzen Elster und von zweigipfligen Hochwasserwellen auf das Grundwasser) die noch offenen Abhängigkeiten herauszuarbeiten.
4. Mit der Errichtung der technischen Anlagen zur Abwehr des ansteigenden Grundwassers ist das Entscheidungsorientierte Integrale Monitoring dann vor allem auf die Optimierung der Fahrweise der Anlagen auszurichten.

6. Literatur

[GEOS-98] Ergänzungen zum Geologischen Modell Hoyerswerda, unver., G.E.O.S., Freiberg, 1998.

[HA-98] HARBORTH, P., KÖMECKE, F.,KUCKLICK, M., Abschlußbericht zu Kurzzeituntersuchungen zur Ermittlung des Verockerungsrisikos von Grundwasserfassungsanlagen in Hoyerswerda, unver., Institut für Mikrobiologie der Technischen Universität Braunschweig, Braunschweig, 1998.

[HY-96] Studie zum Schutz der Stadt und des Umlandes von Hoyerswerda gegen ansteigendes Grundwasser - Hoyerswerda-Studie, unver. ARGE UBV/GFI/IBGW Dr. R., Dresden, 1996.

[REI-98] REIßIG, H., FISCHER, R., NITSCHE, C., Abschlußbericht zur Aufgabenstellung Begutachtung des Verockerungsrisikos für Anlagen zur Fassung des ansteigenden Grundwassers in Hoyerswerda, unver., Ingenieurbüro für Wassergütefragen, Dresden, 1998.

[UBV-99a] Entwurfsplnung zum Entwässerungssystem Hoyerswerda-Altstadt, unver., Umweltbüro GmbH Vogtland, Weischlitz/Dresden, 1999.

[UBV-99b] Jahresabschlußbericht zum Integralen Monitoring Hoyerswerda, unver., Umweltbüro GmbH Vogtland, Weischlitz/Dresden, 1999.

Anschrift der Autoren

Dr.-Ing. Thomas Daffner
Dr.rer.nat. Carsten Leibenath
Dipl.-Hydrologin Manuela Voßberg

Umweltbüro GmbH Vogtland
Dieselstr. 47
01257 Dresden
Tel.: 0351 / 207 49 10
Fax: 0351 / 207 49 20
Email: ubv.dresden@t-online.de

Thossener Str. 6
08538 Weischlitz
037436 / 912 10
037436 / 912 20
ubv.weischlitz@t-online.de