

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Kleinmachnow	14 (2007), 1	S. 5-14	4 Abb., 1 Tab., 15 Lit.
------------------------------	--------------	--------------	---------	-------------------------

# Aufbau von Sondermessnetzen zur Überwachung der geogenen Grundwasserversalzung in Brandenburg

## Construction of special monitoring networks for controlling the geogenic groundwater salinization in Brandenburg

STEPHAN HANNAPPEL, ANGELA HERMSDORF, STEFAN POHL, CHRISTEL RIETZ & REINHARD KOSECK

### 1. Einführung

Die natürliche Landschaft Brandenburgs ist hauptsächlich ein Ergebnis mehrmaliger Vereisungen im Quartär, verbunden mit Abtragungs-, Anlagerungs- bzw. Aufschüttungsprozessen. Mehr als 95 % des Brandenburger Territoriums werden von Lockergesteinsablagerungen des Quartärs bedeckt. Die unterlagernden tertiären Schichten weisen aufgrund differenzierter Ablagerungsbedingungen, insbesondere durch spätere pleistozäne oder halokinetische Prozesse, große Mächtigkeitsschwankungen auf. Zusammen stellen diese känozoischen Bildungen im Land Brandenburg das so genannte Süßwasserstockwerk dar. Darunter folgt das hauptsächlich aus meso- bis paläozoischen Ablagerungen bestehende Salzwasserstockwerk (HERMSDORF 2006).

Der hydraulisch wirksam trennende Horizont zwischen dem süßwasserführenden nutzbaren Grundwasserbereich im Hangenden und den hoch mineralisierten Tiefenwässern im Liegenden ist der mitteloligozäne Rupelton des Tertiärs. Ist dieser Horizont durch nachfolgende Gletscheraktivitäten oder saline Bewegungen erodiert bzw. ausgedünnt worden, haben die hoch konzentrierten tiefliegenden Salzwässer die Möglichkeit, in die süßwasserführenden Horizonte aufzusteigen (s. Abb. 1 und 2). Die südliche Verbreitungs- bzw. Transgressionsgrenze des Rupeltons im Land Brandenburg liegt etwa auf der Linie nördlich des Herzberg-Calau-Lausitzer Hauptabbruchs bis in den Raum Altdöbern-Peitz-Guben.

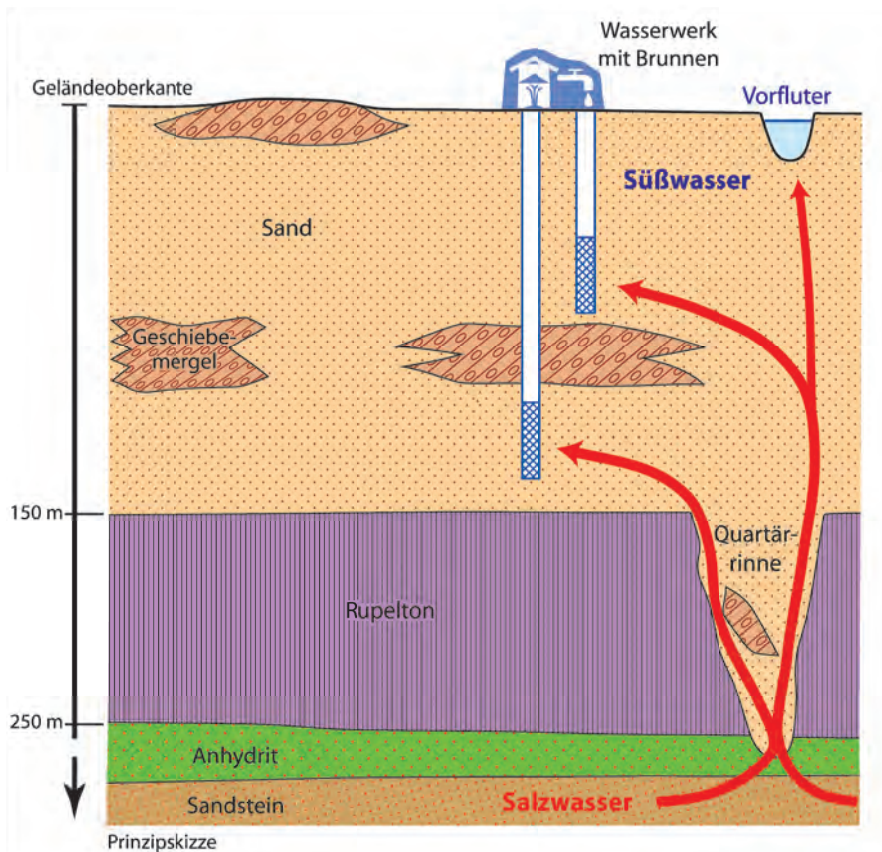


Abb. 1  
Versalzung von Grundwasservorkommen aus der Tiefe (aus HERMSDORF 2006)

Fig. 1  
Salinization of groundwater from the depth (from HERMSDORF 2006)

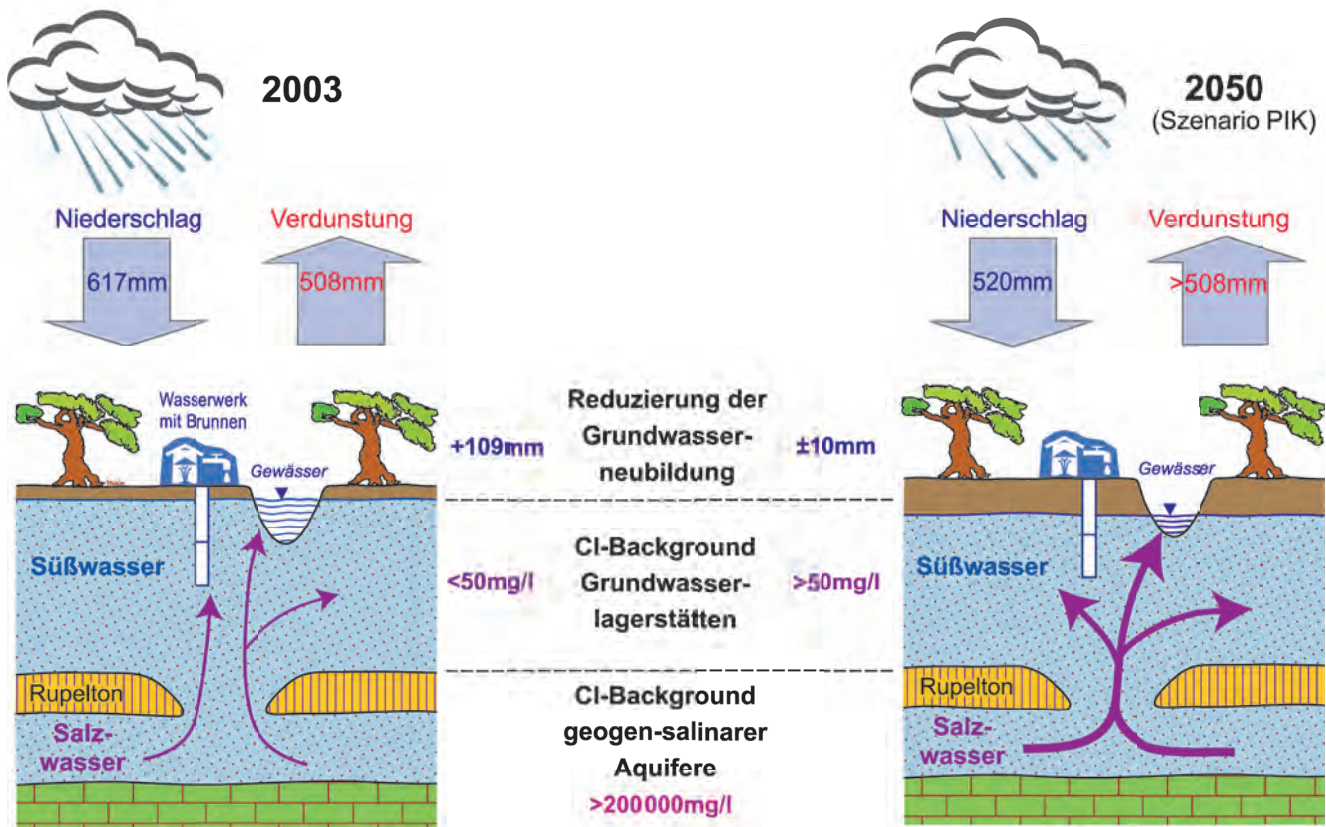


Abb. 2 Prinzipdarstellung der Entwicklung der Wasserbilanz im Land Brandenburg (aus HERMSDORF 2006)

Fig. 2 Principle schema of the development of water balance in the state of Brandenburg (HERMSDORF 2006)

Bedingt durch zu erwartende Veränderungen des Druckpotenzials in den Grundwasserleitern, u. a. durch Reduzierung der Grundwasserneubildung oder auch durch wasserbauliche Maßnahmen, ist nicht auszuschließen, dass es an der Grenzfläche vom Süß- zum Salzwasser im tieferen Untergrund zur Ausbildung weiterer Salzwasseraufstiegsbahnen kommt. Diese können bisher nicht betroffene Gebiete zukünftig gefährden.

Vor dem Hintergrund prognostizierter Klimaänderungen (GERSTENGABE et al. 2003) und den damit verbundenen Szenarien zur wahrscheinlichen Reduzierung der wasserhaushaltlich verfügbaren Niederschlagsmenge im Land Brandenburg (ca. 20 % im Vergleich der Jahre 2003 und 2050) resultiert so die Möglichkeit der verstärkten Intrusion von Salzwasser extrem hoher Konzentrationen (Gesamtsalzgehalt > 350 000 mg/l) in süßwasserführende Grundwasserleiter.

Dieses Szenario soll mit den jeweils im Aufbau befindlichen Sondermessnetzen zur „Geogene Grundwasserversalzung“ des Landesumweltamtes (LUA) und des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe (LBGR), geprüft und somit zukünftig die regionale und vertikale Entwicklung möglicher Salzwasserintrusionen in die süßwasserführenden Grundwasserleiter überwacht werden. Es handelt sich dabei zum einen um das oberflächennahe, wasserwirt-

schaftlich orientierte Salinarmessnetz beim LUA mit der Beobachtung der oberflächennahen Grundwasserversalzung. Zum anderen wird das oberflächenferne, geogen orientierte Salinarmessnetz beim LBGR aufgebaut, welches die Grundwasserversalzung vor allem in tieferen quartären Schichten berücksichtigt.

## 2. Konzeptionelle Grundlagen des Grundwasser-Monitorings in Brandenburg

### 2.1 Überblicksweise und operative Überwachung nach Wasserrahmenrichtlinie

In den EU-Mitgliedstaaten trat im Dezember 2000 die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, EU 2000) zur Schaffung eines einheitlichen Ordnungsrahmens für Maßnahmen im Bereich der Wasserpolitik in Kraft. Seit 2006 gilt zudem die sogenannte „Tochterrichtlinie“ (EU 2006) mit Bezug zur Wasserrahmenrichtlinie.

Die zentrale Zielstellung der WRRL und der Tochterrichtlinie liegt im Erreichen eines guten chemischen und mengenmäßigen Zustandes der Gewässer bis zum Jahr 2015. Zur Umsetzung dieser Zielstellung fordert die WRRL die Aufstellung konkreter Monitoringprogramme zur Überwachung des Grundwasserstandes und der Grundwasserbeschaffenheit.

Das Monitoringsystem zur Grundwasserbeschaffenheit ist in eine überblicksweisen und operative Überwachung klassifiziert. Der überblicksweisen Überwachung unterliegen alle Grundwasserkörper unabhängig von der Erreichung des guten chemischen Zustandes bis zum oben genannten Zeitpunkt. In die entsprechenden Überblicksmessnetze der Grundwasserkörper wurden im Zuge der Anpassung bestehender Grundwassermessnetze an die Erfordernisse der WRRL alle Grundwasserbeschaffenheitsmessstellen der informationsorientierten Landesmessnetze (Grund-, Nitrat- und Salzmessnetz) sowie in Einzelfällen weitere Messstellen aus Messnetzen Dritter (z. B. Messnetze von Wasserversorgungsunternehmen) integriert.

Messnetze zur operativen Überwachung wurden nur in jenen Grundwasserkörpern eingerichtet, die als gefährdet eingestuft sind. Die für dieses Monitoring ausgewählten Messpunkte entstammen aus diversen, bereits bestehenden Überwachungssystemen. Hierbei handelt es sich neben einer Auswahl von Messstellen der Landesmessnetze Grundwasserbeschaffenheit und Grundwasserstand überwiegend um Messstellen aus der nutzungs- und anlagenorientierten Grundwasserüberwachung im Einzugsgebiet von Wasserfassungen und Altlasten sowie der Bergbautätigkeit. Die Konfiguration der WRRL-Grundwasserüberwachungsmessnetze fand in Brandenburg entsprechend zentraler Terminstellungen Ende 2006 ihren Abschluss, wobei von einer fachlich begründeten Anpassung der Messnetze in den Folgejahren auszugehen ist. 2007 sind nunmehr sämtliche ausgewiesenen und der EU gemeldeten Messpunkte der ersten Beprobungskampagne zu unterziehen.

Ein Kriterium zur Kennzeichnung des guten chemischen Zustandes des Grundwassers nach WRRL ist der Ausschluss von Salzwasserintrusionen. Damit ist das seit 2003 in Brandenburg im Aufbau befindliche LUA-Sondermessnetz „oberflächennahe Grundwasserversalzung“ in seiner fachlichen Notwendigkeit und Einbettung in das EU-WRRL-Monitoring bestätigt.

## 2.2 Überwachung der oberflächennahen Grundwasserversalzung (LUA)

Oberflächennahe Salzwasseraustritte sind seit dem ausgehenden Mittelalter in einigen Teilen Brandenburgs dokumentiert und z. T. auch wirtschaftlich genutzt worden. Etwa 100 natürliche Austrittsstellen von Salzwasser sind bekannt, die überwiegend durch Botaniker im 19. und 20. Jahrhundert kartiert wurden. Die natürlichen Salzwasseraustritte in Brandenburg konzentrieren sich primär auf die Niederungsgebiete des Baruther und des Berliner Urstromtals, auf die Elbeniederung in der Prignitz und die Niederungsgebiete der Ucker in der Uckermark (SCHIRRMETTER 1996).

Durch umfangreiche geologische Erkundungen auch des tieferen Untergrundes hauptsächlich in der zweiten Hälfte

des vergangenen Jahrhunderts (Erdöl-/Erdgaserkundung, Untergrundgasspeicher, Grundwasserdargebotserkundungen) besteht heute ein solider Kenntnisstand zum geologischen Schichtenaufbau - insbesondere zur Lage und Mächtigkeit des als natürliche Barriere von Süß- und Salzwasser geltenden Rupeltons mit seinen Störungszonen (z. B. quartäre Ausräumungsrinnen, Salzstöcke) sowie der Lage der Süß-Salzwassergrenze. Probleme für die Wasserwirtschaft, insbesondere die Trinkwassergewinnung, bestehen dort, wo durch konzentrierte Wasserentnahme in derartigen geologischen Störungszonen die Süß-Salzwassergrenze bis in die Teufenlage der Brunnenfilter angehoben wurde bzw. die Gefahr hierzu besteht. So sind beispielsweise alle Potsdamer Wasserwerke potenziell salzwassergefährdet (POHL 2003).

Das vom LUA hoheitlich betriebene, landesweite Überblicksmessnetz zum Grundwasser-Monitoring ist sowohl in seiner Organisationsstruktur als auch seiner Zielstellung nicht auf das in ganz Norddeutschland verbreitete Phänomen der Grundwasserversalzung (GRUBE et al. 2000) ausgerichtet. In Regionen mit salinaren Anzeichen besteht grundsätzlich die wasserwirtschaftlich wichtige Aufgabe, den gesamten geogenen Stoffinhalt sowohl des aktuell genutzten als auch des derzeit nicht genutzten Grundwassers zu überwachen.

Dieser kann, wie bereits dargestellt, u. a. in Abhängigkeit von der Höhe der Grundwasserneubildung und der Veränderung der Potenzialverhältnisse und damit ggf. auch des Strömungsfeldes infolge natürlicher oder anthropogener Wasserstandsänderungen in räumlicher und zeitlicher Hinsicht stark variieren. Auch sind hier Stau- und Entwässerungsmaßnahmen von besonderer Bedeutung.

Für solche, in Deutschland regional sehr unterschiedliche hydrogeologische Aspekte verweisen die Empfehlungen der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser von 1999 (LAWA 1999) auf den Aufbau von Sondermessnetzen. In Bezug auf Bereiche mit Salzwasseraufstieg wird in den Empfehlungen auf exakte Angaben zur Konfiguration der Messnetze verzichtet.

Es muss davon ausgegangen werden, dass bisher kein verlässlicher landesweiter Überblick über das aktuelle Ausmaß der Grundwasserversalzung besteht und somit auch keine Möglichkeiten existieren, entsprechende Trends zu erkennen. Seitens des LUA wurde deshalb in den vergangenen vier Jahren sukzessive das Sondermessnetz eingerichtet.

Liegen zukünftig genügend Kenntnisse zur zeitlichen Entwicklung der Versalzung anhand der Monitoringdaten vor, können spezielle Bewirtschaftungsvorgaben für die gefährdeten Gebiete entwickelt werden. Dessen ungeachtet ist es notwendig, die wissenschaftlichen Grundlagen des Süß-/Salzwassermechanismus auch in Gebieten Brandenburgs zu untersuchen, in denen die Versalzung bisher keine gravierenden Auswirkungen erreicht hat!

### 2.3 Überwachung der oberflächenfernen (tieferen) Grundwasserversalzung (LBGR)

Um negative Entwicklungen rechtzeitig erkennen zu können, ist kurzfristig mit der Errichtung von Salinarmonitoringsystemen im Land Brandenburg, wie oben bereits beschrieben, begonnen worden. Diese gestatten es nach einer gewissen Beobachtungsdauer, die Mechanismen der Salzwasserintrusion regional zu untersuchen und Schlussfolgerungen für Gegenstrategien zur Sicherung der Grundwasserqualität im Allgemein und der Trinkwasserqualität im Besonderen zu entwickeln.

Zielstellung des im Dezernat Hydrogeologie des LBGR geplanten oberflächenfernen, geogen orientierten Salinarmessnetzes ist, zum einen ein Frühwarnsystem in poten-

ziell salinar gefährdeten hydraulischen Einzugsgebieten von Grundwasserlagerstätten zu errichten. Dazu gehört auch die zukünftig verstärkte Inanspruchnahme von Einzugsgebieten ohne bisher erkennbare Salinargefährdung für die Wasserversorgung. Zum anderen soll für perspektiv zu nutzende Grundwasserlagerstätten in geologischen Depositionsgebieten ein Monitoringsystem installiert werden. Dieses gewährleistet durch die Langzeitüberwachung eventuelle geogen salinare Entwicklungen im tieferen Süßwasserstockwerk frühzeitig zu beobachten, um mit einer ausreichenden Reaktionszeit neue Grundwasserlagerstätten zu erkunden (HERMSDORF 2005).

Für dieses Monitoring bietet sich das „Hydrogeochemische Genesemodell“ des LBGR (RECHLIN 1997, 2000) und seine Weiterentwicklungen (mdl. Mitt. RECHLIN 2007) an, da mit

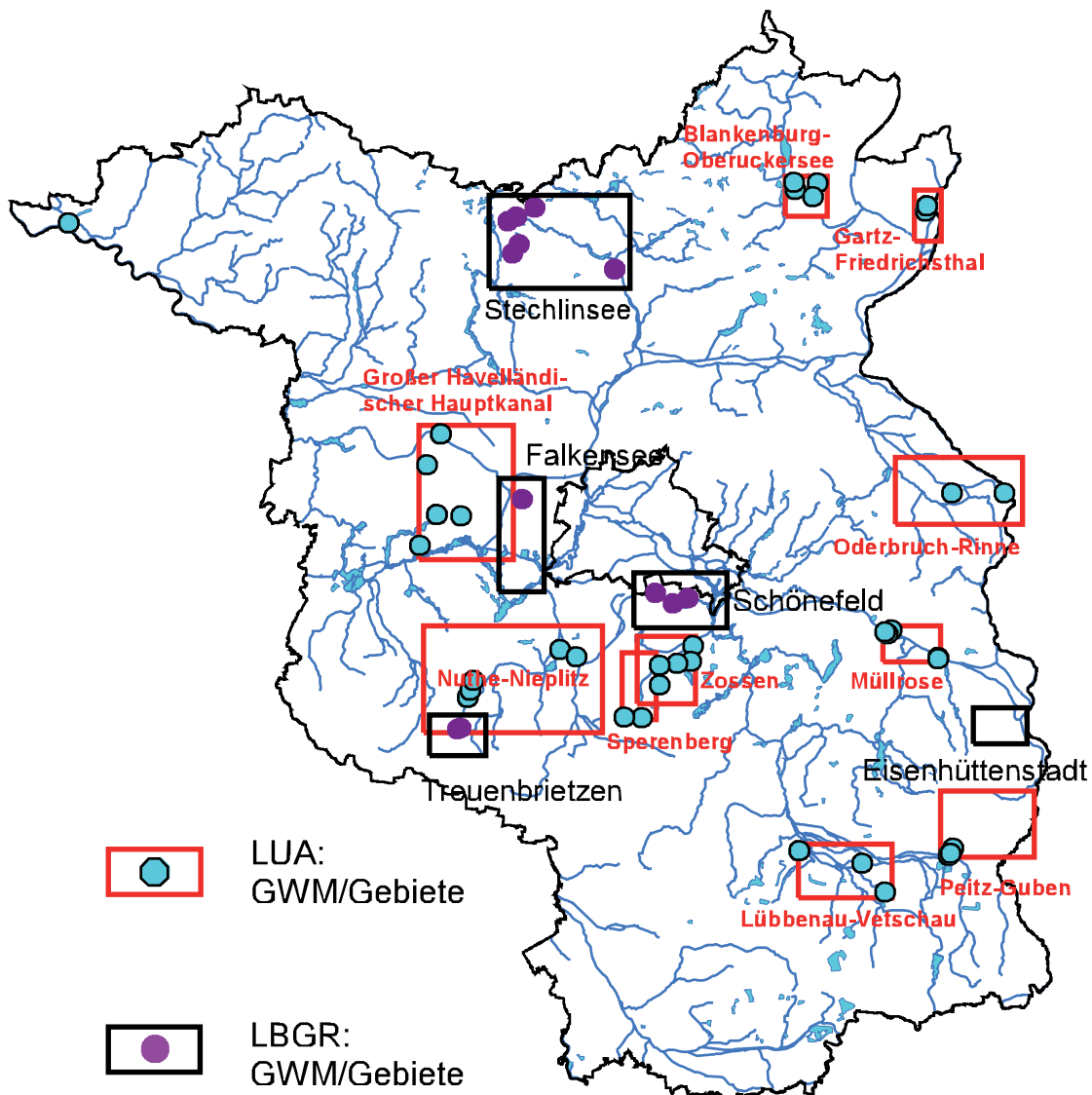


Abb. 3

Recherchegebiete in Bezug auf die Grundwasserversalzung für die Sondermessnetze des LUA und des LBGR

Fig. 3

Investigation areas in respect to the groundwater salinization for the special monitoring networks of the LUA and the LBGR

seiner Hilfe ein beginnender salinärer Stoffeintrag konzentrationsunabhängig, d. h. auch ohne signifikante Veränderung des Chloridwertes erkannt werden kann.

### 3. Vorbereitende Arbeiten zur Einrichtung des Sondermessnetzes oberflächennahe Grundwasser Versalzung

#### 3.1 Festlegung relevanter Gebiete

Die Arbeiten zum Aufbau des neuen Messnetzes begannen im Jahr 2003. In einem ersten Schritt wurden in Abstimmung zwischen dem LUA und dem LBGR zehn Teilbereiche versalzungsgefährdeter Gebiete im Havel-, Spree und Odereinzugsgebiet festgelegt. Abbildung 3 zeigt diese Gebiete zusammen mit denen der Beobachtungsgebiete des LBGR. In den zehn Gebieten des LUA wurde zunächst eine Analyse des vorhandenen Aufschlussbestandes durchgeführt, bevor in so genannten „Defizitgebieten“ (s. Kap. 3.4) anschließend die Notwendigkeit des selektiven Neubaus festgestellt wurde.

Dazu wurden zunächst aktuelle hydrologische bzw. hydrogeologische Kenntnisse zusammengetragen, vorhandene Daten von geeigneten Grundwasseraufschlüssen recherchiert, Vor-Ort-Arbeiten zur Auswahl von Messstellen durchgeführt und diese zusammenfassend zwecks Übernahme in den Messbetrieb bewertet.

#### 3.2 Recherche nach vorhandenen und technisch geeigneten Grundwassermessstellen

Die Rechercharbeiten begannen im Havelinzugsgebiet im Jahr 2003 und setzten sich in den Folgejahren in den Einzugsgebieten der Spree und der Oder fort. Aufgrund des historischen oder aktuellen Wissens war hier bekannt, dass salinare Einflüsse in den Grundwasserleitern

eine Rolle spielen. Die Recherche bezog sich auf alle verfügbaren Informationen (z. B. Datenbanken, hydrogeologische Erkundungsberichte, Messnetze und Brunnen Dritter) zu den Grundwasseraufschlüssen bzw. Oberflächenwasserentnahmestellen.

Anschließend wurden die in den Gebieten vorhandenen relevanten Daten (Stammdatensätze, Schichtenverzeichnisse, Ausbaupläne, Beschaffenheitsdaten usw.) in einer Datenbank aggregiert. Die recherchierten Daten zu den Grundwasseraufschlüssen sind eine heterogene Sammlung von Informationen aus unterschiedlichen Zeiträumen. Da das Ziel die Bewertung zur späteren Nutzung einer Messstelle für die Zwecke des Monitorings ist, war es notwendig, die Grundwasseraufschlüsse im Gelände aufzusuchen, hinsichtlich ihrer technischen und hydraulischen Funktionstüchtigkeit zu bewerten und Informationen zur hydrochemischen Beschaffenheit zu erlangen. Bei den örtlichen Kontrollen wurden Besonderheiten zum baulichen Zustand der Messstellen sowie mögliche Einflüsse in der Messstellenumgebung auf die Messwerte ermittelt. Das Ergebnis der Ortseinsicht wurde in Protokollen fixiert

Die Pumpenzugänglichkeit wurde mittels einer Dummy-Sonde vorab getestet, um sicherzustellen, dass eine eventuelle Probenahme (s. Abb. 4) technisch in der gewünschten Tiefe (möglichst Filterausbau) möglich ist. War dies nicht der Fall, wurde auf die Probenahme verzichtet. Die mittels Kabellichtlot ermittelten Angaben zu den Teufen und Wasserständen zum Zeitpunkt der Feldarbeiten wurden in die Datenbank übernommen und stellen im Vergleich mit vorhandenen Daten im Einzelfall wertvolle Informationen zur Beurteilung der Messstelle dar.

Insgesamt konnten mit diesen Arbeiten in den Jahren 2003 bis 2005 27 Grundwasseraufschlüsse in den zehn Recherchegebieten als vorläufig geeignet zur Integration in das



Abb. 4  
Probenahme an als „vorläufig geeignet“ recherchierten Grundwasseraufschlüssen

Fig. 4  
Sampling at investigated and capable groundwater measurement point

Sondermessnetz identifiziert werden. Diese Aufschlüsse wurden im Zeitraum von 1960 bis 1992 errichtet und sollten in den Folgejahren nach Vorliegen von zeitlichen Wiederholungsmessungen am gleichen Standort entsprechend dem Stand der Technik neu gebaut werden.

Für diese 27 Standorte wurden als Abschluss der Rechercharbeiten Gestattungsverträge zwischen dem Landesumweltamt Brandenburg und dem jeweiligen Besitzer des Flurstückes, auf dem die Messstellen liegen, abgeschlossen. Zusätzlich wurden im Haveleinzugsgebiet fünf Messstellen an den Standorten (Lenzen, Retzow und Paulinenaue) aus dem bisherigen Überblicksmessnetz des LUA, die aufgrund von in der Vergangenheit durchgeführten Beprobungen eindeutige Versalzungserscheinungen belegten, in das Sondermessnetz umgruppiert (am Standort Lenzen in der Prignitz außerhalb der zehn Recherchegebiete). Insgesamt wurden also 32 Messstellen aus vorhandenen Beständen in das Sondermessnetz integriert.

### 3.3 Ingenieurtechnische Vorbereitung des Messstellenneubaus

Auf Grundlage der recherchierten Kenntnisse zu den Standorten, an denen im Ergebnis der Rechercharbeiten der Messstellenneubau stattfinden sollte, wurden jeweils eine Leistungsbeschreibung und ein Leistungsverzeichnis für die notwendigen technischen Feldarbeiten erstellt. Diese Dokumente basierten auf den anhand der Vorprofile der Altbohrungen ermittelten Mengen pro Position des Leistungsverzeichnisses. Diese Dokumente wurden seitens des LUA als Grundlage für die Zusammenstellung der Verbindungsunterlagen zur Ausschreibung des Neubaus verwendet. Sie beschrieben alle Arbeitsschritte, die zum Bau der Grundwassermessstelle (Bohrarbeiten, Ausbau der Bohrung zu Grundwassermessstellen, Klarpumpen, geophysikalische Vermessung der Messstelle nach deren Errichtung) notwendig waren.

### 3.4 Durchführung des Messstellenneubaus in Defizitgebieten

Nach Abschluss der Rechercharbeiten zur Identifizierung geeigneter Grundwassermessstellen für das Sondermessnetz „oberflächennahe Grundwasserversalzung“ 2004 wurde seit 2005 in Gebieten, in denen keine geeigneten Messstellen zur Verfügung standen, neue Messstellen errichtet.

Im Regionalbereich Süd (Spree-Neiße-Gebiet) wurden im Jahre 2006 acht Grundwasserbeschaffenheitsmessstellen zur Erfassung der Versalzung errichtet. Somit sind zum gegenwärtigen Zeitpunkt in diesem Gebiet 21 Messstellen in das Sondermessnetz integriert. Messstellendefizite bestehen weiterhin in der versalzungsgefährdeten Region Storkow sowie im Umfeld des Mellensees. Für beide Räumlichkeiten ist der Neubau von jeweils einer Messstelle im Jahr 2007 geplant. Damit wäre das Ausbauziel in Südbrandenburg erreicht.

Im Havelgebiet wurden 2006 nur Ersatzneubauten von alten bisher im Messnetz beobachteten Grundwassermessstellen durchgeführt. Insgesamt wurden fünf Messstellen neu gebaut. Eine Erweiterung des Messnetzes in andere potenzielle Versalzungsgebiete (z. B. Gülper See) ist aus Kapazitätsgründen nicht geplant.

Für den Bereich Ostbrandenburg ergab die Recherche, dass in der Uckermark und im Oderbruch Defizite zur Erfassung der Versalzung bestehen. Aus diesem Grunde wurde 2005 eine Dreifachmessstelle in Friedrichsthal in der Uckermark errichtet. Im Oderbruch erfolgte 2006 ein Ersatzneubau in der Gemarkung Alt Tucheband. Mit dem im Jahre 2007 geplanten Ersatzneubau im Oderbruch und den bereits neu errichteten bzw. rekonstruierten Messstellen in beiden Regionen wird der saline Tiefenwassereinfluss in Ostbrandenburg nach dem derzeitigen Kenntnisstand ausreichend überwacht.

Insgesamt wurden in den drei Einzugsgebieten also 17 Grundwassermessstellen in den Jahren 2005 und 2006 für das Sondermessnetz neu errichtet.

## 4. Derzeitiger Stand des Sondermessnetzes „oberflächennahen Grundwasserversalzung“

### 4.1 Messnetz zur Überwachung der oberflächennahen Grundwasserversalzung

Aktuell enthält das Sondermessnetz im Ergebnis der Recherche- und Neubauarbeiten 49 Grundwassermessstellen an 38 Standorten (32 aus Bestand, 17 Neubau). Abbildung 3 zeigt die Lage dieser Messstellen, Tabelle 1 enthält ausgewählte Stammdaten zu den 49 Messstellen.

Die zehn Gebiete konnten in den meisten Fällen mit einer als ausreichend bewerteten Messstellendichte belegt werden. Zudem wurden im Einzelfall zusätzliche Messstellen von Wasserversorgungsunternehmen dem LUA zur Übernahme in das Messnetz empfohlen.

Die Filterangaben in Tabelle 1 zeigen, dass die überwiegende Anzahl der Messstellen im oberflächennahen Bereich verfiltert sind (zumeist 10 bis 30 m unter Gelände). Es gibt jedoch auch einige Ausnahmen hiervon (z. B. der Altbrunnen in Gorgast mit einer geloteten Teufe von 83 m bzw. der Unterpegel in Sperenberg mit einer Tiefenlage der Filterunterkante von 188 m unter Gelände). Der Mittelwert des durch die Aufschlüsse erschlossenen Teufenbereiches der Grundwasserleiter liegt bei 45 m unter Gelände.

### 4.2 Messnetz zur Überwachung der oberflächenfernen (tieferen) Grundwasserversalzung

Basierend auf dem „Konzept eines Salinarmessnetzes für den tieferen Untergrund im Land Brandenburg“ (HERMSDORF 2005) sowie anhand vorliegender Daten und bekannter Informationen werden aktuell im Rahmen einer Diplom-

Tab. 1 Ausgewählte Stammdaten der 49 Messstellen des Sondermessnetzes

Tab. 1 Selected data of the 49 measurement points of the special monitoring network

MKZ	Messstelle (Lage)	Filter	Bau-jahr	GW-Körper	FiOK unter GOK [m]	FiUK unter GOK [m]
29341721	Lenzen	OP	1997	MEL_SL_1	8.00	10.00
29341722	Lenzen	UP	1997	MEL_SL_1	84.00	86.00
33427350	Paulinenaue	OP	1995	HAV_UH_4	4.50	6.50
33427351	Paulinenaue	UP	1995	HAV_UH_4	18.50	20.50
33427520	Retzow		2000	HAV_UH_4	20.80	22.80
34426100	Wachow, Dorfstellen	OP	1971	HAV_UH_4	32.50	34.50
34426101	Wachow, Dorfstellen	UP	1971	HAV_UH_4	96.60	98.60
34426105	Tremmen, Brunnen 2		1992	HAV_UH_4	68.00	75.00
35426145	WW Weseram Brunnen 1		1986	HAV_UH_4	58.00	68.00
37451917	Großbeuthen	UP	2006	HAV_NU_3	33.50	35.50
38431530	Niebel		2006	HAV_NU_2	14.50	16.50
38431565	Schlalach	OP	1971	HAV_NU_2	14.00	16.00
38431560	Deutsch Bork-S		2006	HAV_NU_2	5.50	7.50
38431570	Deutsch Bork-N		2006	HAV_NU_2	16.00	18.00
38431580	Alt Bork		2006	HAV_NU_2	4.00	6.00
27495020	Gramzow	UP	1983	ODR_OD_1	133.00	137.00
27490033	WW Neuhof	OP	1992	ODR_OF_2	69.00	73.00
27495028	Seehausen, Quast	UP	1983	ODR_OF_2	71.00	75.00
28495024	Meichow	UP	1983	ODR_OD_1	119.00	121.00
34522455	Alt Tucheband		2006	ODR_OD_1	72.00	74.00
34532524	Brunnen Fort Gorgast			ODR_OD_1	n. b.	n. b.
34532525	Küstrin		1975	ODR_OD_1	42.50	62.50
28521235	Friedrichsthal	OP	2005	ODR_OD_1	10.00	12.00
28521236	Friedrichsthal	MP	2005	ODR_OD_1	20.00	22.00
28521237	Friedrichsthal	UP	2005	ODR_OD_1	45.00	47.00
37529178	Müllrose (Vers.)	OP	1987	ODR_OD_8	17.10	18.10
37529179	Müllrose (Vers.)	MP1	1987	ODR_OD_8	23.25	24.25
37529180	Müllrose (Vers.)	MP2	1987	ODR_OD_8	28.40	29.40
36510538	Briesen, Pegel 77		1960	HAV_US_3	12.50	18.50
36515016	Briesen, Pegel 80		1973	HAV_US_3	12.50	14.50
36515158	Briesen, Pegel N 15		1971	HAV_US_3	11.00	13.00
38465025	Sperenberg	UP	1967	HAV_DA_3	184.00	188.00
38465093	Kummersdorf-Gut (Vers.)	MP	1986	HAV_DA_3	94.00	96.00
41496011	Lübbenau	OP	1966	HAV_MS_2	22.00	24.00
41496012	Lübbenau	MP1	1966	HAV_MS_2	64.00	66.00
41506050	Burg im Spreewald	UP	1983	HAV_MS_1	51.70	57.70
41526053	Peitz, Hy Pez 4/82	MP1	1982	HAV_MS_2	26.80	29.30
41526054	Peitz, Hy Pez 4/82	UP	1982	HAV_MS_2	50.90	53.40
41526055	Peitz, P 4E/89	MP	1989	HAV_MS_2	41.00	49.00
41526056	Peitz, Hy Pez 5/82	MP1	1982	HAV_MS_2	24.10	26.10
41526057	Peitz, Hy Pez 5/82	UP	1982	HAV_MS_2	51.20	53.20
42516182	Papitz		2006	HAV_MS_2	53.00	55.00
41516011	Werben		2006	HAV_MS_2	53.00	55.00
38465203	Wünsdorf		2006	HAV_DA_3	16.00	18.00
38465204	Mellensee-Süd		2006	HAV_DA_3	17.00	19.00
38465205	Mellensee-Nord		2006	HAV_DA_3	17.00	19.00
37465070	Zossen		2006	HAV_DA_3	12.00	14.00
37475123	Mittenwalde		2006	HAV_DA_3	12.00	14.00
37475124	Schenkendorf		2006	HAV_DA_3	18.00	20.00

arbeit Pilotgebiete nach folgenden Rahmenbedingungen ausgewählt:

- Gebiete im Bereich von Grundwasserlagerstätten, die derzeit unbeeinflusst von salinaren Einflüssen sind, sich jedoch durch prognostizierte klimatische Veränderungen aufgrund der geologischen Position zu salinar gefährdeten Gebieten entwickeln können.
- Gebiete im Bereich perspektiv zu nutzender Grundwasserlagerstätten, die durch tiefliegende Anomalien im Salzgehalt geogenen Ursprungs auffällig wurden, jedoch im oberflächennahen Bereich keine Versalzungen anzeigen.

Bei der Auswahl der vorerst fünf Gebiete (s. Abb. 3) wird u. a. vor dem Hintergrund einer zu erwartenden perspektivischen wasserwirtschaftlichen Nutzung auf möglichst differenzierte geologische Bildungsbedingungen abgestellt. Wesentliche Faktoren dabei sind neben tiefreichenden quartären Rinnen und Rupelfehlstellen mögliche Speisungs- und Transitgebiete für das Grundwasser.

Inhaltlich erfolgt eine geologische, hydrogeologische sowie hydrogeochemische Ist-Zustandsanalyse des entsprechenden Gebietes. Hierbei wird auf möglichst aktuelle Daten zugegriffen, vor allem bei der Analytik. So sind für die Bewertungen der einzelnen Gebiete nur Analysen aus 2006 und 2007 verwendet worden. Diese Verfahrensweise gewährleistet vorerst, die Funktionstüchtigkeit der ins Messnetz aufzunehmenden Grundwassermessstellen. Im Ergebnis dieser territorialen Rechercharbeiten und der entsprechenden hydrogeochemischen Auswertungen wurden für jedes Territorium zwei bis fünf flache und tiefe Grundwassermessstellen ausgewählt, die dann in die Dauerbeobachtung übernommen werden.

## 5. Weitere geplante Arbeiten und Ausblick

Der Aufbau des LUA-Sondermessnetzes „oberflächennahe Grundwasserversalzung“ ist hinsichtlich der Auswahl der Untersuchungsgebiete sowie der Anzahl der zu beobachtenden Grundwassermessstellen weitestgehend abgeschlossen. Defizite in den Gebieten Storkow und Mellensee werden durch den Neubau von zwei Messstellen im Jahr 2007 beseitigt. Zudem ist sukzessive der Ersatz von älteren Aufschlüssen geplant, bei denen der erforderliche Sanierungsaufwand höher als die Kosten eines Neubaus ist. So ist die Erneuerung einer Messstelle im Oderbruch für 2007 geplant.

Mit der Frühjahrsbeprobung 2007 wird erstmals der reguläre Messnetzbetrieb für die hydrochemische Überwachung aufgenommen, die dann zweimal jährlich erfolgen soll. Neben den Vor-Ort-Parametern werden die Hauptionen Chlorid, Sulfat, Nitrat, Hydrogencarbonat, Fluorid, Nitrit, ortho-Phosphat, Natrium, Ammonium, Kalium, Kalzium, Magnesium, Eisen, Mangan, Siliziumdioxid sowie der gesamte organische Kohlenstoff (TOC) analysiert. Bei der

erstmaligen Beprobung werden zusätzlich gemäß WRRL einmalig die leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffe und die Schwermetalle Arsen, Blei, Cadmium, Vanadium und Quecksilber untersucht.

Die erhobenen Analysedaten sollten zukünftig in regelmäßigen Abständen - z. B. in Anlehnung an den Beschaffenheitsbericht für die Messstellen der Überblicksüberwachung nach WRRL - einer zusammenfassenden Bewertung, u. a. mit dem Hydrogeochemischen Genesemodell des LBGR unterzogen werden. Die Anforderungen des Modells sind sehr hoch, so dass der exakten Probenahme und Laboranalytik eine große Bedeutung zukommt. Abweichungen der Ionenbilanzen > 0,5 % können die genetische Interpretation der Analysen erheblich beeinflussen bzw. verhindern.

Im Kontext mit der Beschaffenheitsentwicklung des oberflächennahen Grundwassers durch den Einfluss von salinaren Tiefenwässern stehen die Wasserstände. Aufgrund der sehr geringen Grundwasserdynamik in den dominierenden Porengrundwasserleitern ist jedoch eine wöchentliche Beobachtung der Grundwasserstände ausreichend. Verringerungen des Auflastdruckes im oberen Grundwasserleiter werden in den für Salzwasseraufstieg geologisch prädestinierten Gebieten durch den Anstieg der Süß-/Salzwassergrenze ausgeglichen. Dabei kann situationsabhängig der Anhebungsbetrag des Salzwassers ein Vielfaches der Verringerung der Süßwasserlamelle ausmachen (GRUBE et. al. 2000).

Die Auswertung der Messnetzdaten erfolgt in enger Zusammenarbeit mit dem LBGR Brandenburg. Hierbei ist die Verknüpfung der Informationen aus dem Messnetz zur „Überwachung der tieferen Grundwasserversalzung“ des LBGR und dem Messnetz „oberflächennahe Grundwasserversalzung“ des LUA sowie der Klimadatenreihen der DWD eine Voraussetzung zur integrierten Beobachtung und Auswertung der Salinargefährdung des Grundwassers in Brandenburg.

Das Salinarmonitoring des LBGR wird sich hauptsächlich aus vorhandenen, funktionstüchtigen Grundwassermessstellen aufbauen. Jedoch ist auch in geologisch exponierten Bereichen geplant, neue Messstellen niederzubringen. Die Arbeiten zum Monitoring werden 2007 abgeschlossen sein, um dann ab 2008 die routinemäßige Überwachung der Regionen zu beginnen. Neben den im LUA-Programm erwähnten chemischen Parametern werden hier zusätzlich Barium, Bromid und Bor in das Untersuchungsprogramm aufgenommen.

Im Ergebnis der beiden teufenorientierten Monitoringsysteme zur Grundwasserversalzung sollen u. a. folgende Fragen beantwortet werden:

- Welche Prognose kann hinsichtlich der Entwicklung der oberflächennahen und oberflächenfernen Grundwasserversalzung abgegeben werden?
- Wie stellt sich der natürliche Salzwasseraufstieg in den zu beobachteten Gebieten dar und welche Gefährdun-



gen sind für die wasserwirtschaftlich genutzten und perspektivisch zu nutzenden Grundwasserleiter zu erwarten?

Liegen genügend Kenntnisse zur zeitlichen Entwicklung der Versalzungen anhand der Monitoringdaten vor, können spezielle Bewirtschaftungsvorgaben für die gefährdeten Gebiete entwickelt werden. Dessen ungeachtet ist es notwendig, die wissenschaftlichen Grundlagen des Süß-/Salzwassermechanismus auch in denjenigen Landesteilen zu untersuchen, in denen die Versalzung bisher keine gravierenden Auswirkungen erreicht hat.

### Zusammenfassung

Aufgrund der Notwendigkeit, die wasserwirtschaftlich bedeutsamen Grundwasserressourcen Brandenburgs in Bezug auf Veränderungen der Süß-/Salzwasserfront, die u. a. im Zusammenhang mit den prognostizierten Klimaänderungen einhergehen können, zu überwachen, wurde in den vergangenen vier Jahren seit 2003 seitens des LUA in enger Abstimmung mit dem LBGR das Sondermessnetz „oberflächennahe Grundwasserversalzung“ aufgebaut. Die Arbeiten umfassten neben Recherchen nach geeigneten Grundwassermessstellen und Brunnen auch entsprechende Geländeuntersuchungen in zehn definierten Problemgebieten. So konnten 32 Messstellen für die jeweils erstmalige Beprobung identifiziert werden. Anschließend wurde in Defizitgebieten ohne geeignete Grundwasseraufschlüsse ein selektiver Neubau von 17 Messstellen in den Jahren 2005 und 2006 durchgeführt. Im Jahr 2007 können somit erstmals alle 49 Messstellen des Sondermessnetzes bepробt werden. Zukünftig steht die Interpretation der an den Messstellen gewonnenen hydrochemischen Daten im Mittelpunkt des Interesses. Seitens des LBGR wird derzeit in fünf Projektgebieten ein tiefenorientiertes Salinarmessnetz installiert, so dass ab 2008 der Beginn der Dauerbeobachtung erfolgen kann. Die Ergebnisse werden Ende 2007 bekannt gegeben.

### Summary

Due to the necessity the important groundwater resources in the state of Brandenburg to observe in relation to vertical changes of the salinization front, which can be induced by climate change processes in former four years since 2003 a new groundwater monitoring network in relation to the geogenic groundwater salinization was established by the Landesumweltamt in cooperation with the LBGR. First of all, investigation for capable monitoring sites (groundwater measurement points, wells) were realized in ten problem areas. Following these sites were controlled in the field by simple function tests. Through this, 32 measurement points could be identified for first sampling. Afterwards in deficit areas without capable monitoring sites 17 new groundwater measurement points were constructed in 2005 and 2006. For the first time in 2007, all 49 measurement points of the geogenic monitoring network can be sampled. In the future, interpretation of hydrochemical data, which

are collected at the monitoring sites, will be important for the development of the network.

At the moment is established by the LBGR a groundwater monitoring to the geogenic groundwater salinization in the depth of fresh water groundwater storey. There are seven areas, in which will be taken hydrogeological and hydrogeochemical investigations. 2008 will begin with the monitoring of the LBGR. The results of this work are published in the end of 2007.

### Literatur

- BAUMANN, K., BURDE, B. & CH. LIEBAU (2004): Monitoringmethoden für Wasserwerksstandorte mit Salzwassergefährdung. - Fachmagazin für Brunnenbau und Rohrleitungsbau, bbr, 11, S. 31-38, Köln
- EU (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. - Europäische Union, Brüssel
- EU (2006): Richtlinie 2006/118/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung. - Europäische Union, Brüssel
- HERMSDORF, A. (2005): Konzeption zum Salinarmessnetz des LBGR. - Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe, Kleinmachnow (unveröff.)
- HERMSDORF, A. (2006): Überblick zur Grundwasserversalzung im Land Brandenburg. - Bericht des LBGR, Kleinmachnow (unveröff.)
- HERMSDORF, A. & G. HOTZAN (2006): Geogene Versalzung im Land Brandenburg – Grundlagen und Überwachung. - Vortrag Landeslehrstätte Lebus
- GERSTENGABE, F.-W., BADECK, F., HATTERMANN, F., KRYSANOVA, V., LAHMER, W., LASCH, P., STOCK, M., SUCKOW, F., WECHSUNG, F. & P. C. WERNER (2003): PIK-Report Nr. 85. Studie zur klimatischen Entwicklung im Land Brandenburg bis 2055 und deren Auswirkungen auf den Wasserhaushalt, die Forstwirtschaft- und Landwirtschaft sowie die Ableitung erster Perspektiven. - Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, Potsdam
- GRUBE, A., WICHMANN, K., HAHN, J. & K. NACHTIGALL (2000): Geogene Grundwasserversalzung in den Porengrundwasserleitern Norddeutschlands und ihre Bedeutung für die Wasserwirtschaft. - Veröff. aus dem Technologiezentrum Wasser Karlsruhe, Bd. 9, Hamburg
- LAWA (1999): Grundwasser - Empfehlungen zur Optimierung des Grundwasserdienstes (qualitativ). - Länderar-

- beitsgemeinschaft Wasser, AK „Optimierung des Grundwasserdienstes“, 36 S., Schwerin
- LEHMANN, H. W. (1974): Geochemie und Genesis der Tiefenwässer der Nordostdeutschen Senke. - Z. f. Angew. Geol. **20**, 11, S. 502-509, Berlin
- LEHMANN, H. W. (1974): Geochemie und Genesis der Tiefenwässer der Nordostdeutschen Senke. - Z. f. Angew. Geol. **20**, 12, S. 551-557, Berlin
- POHL, S. (2003): Messnetzaufbau zur Erfassung von oberflächennahen Grundwasserversalzungen. - In: Umweltdaten aus Brandenburg, Bericht 2004. - Landesumweltamt Brandenburg, 205 S., Potsdam
- RECHLIN, B. (1997): Zur Anwendung des Hydrogeochemischen Genesemodells der Wässer in den Grundwasserleiterkomplexen des Landes Brandenburg (mittelbrandenburgischer Raum, Stand April 1997). Brandenburg. geowiss. Beitr. **4**, 1, S. 67-71, Kleinmachnow
- RECHLIN, B. (2000): Möglichkeiten der Identifizierung anthropogener Stoffeinträge mit Hilfe des „Hydrogeochemischen Genesemodells der Wässer in den Grundwasserleiterkomplexen des Landes Brandenburg. - Aktuelle Reihe 4.2 (Tagungsband, Teil 2) der BTU Cottbus, S. 68-79, Cottbus
- SCHIRRMEISTER, W. (1996): Aus der Literatur überlieferte Angaben über Salzwasseraustritte an der Grundwasser Oberfläche/Geländeoberfläche in Brandenburg. - Brandenburg. geowiss. Beitr. **3**, 1, S. 94-96, Kleinmachnow
- Anschrift der Autoren:  
Dr. Stephan Hannappel  
HYDOR Consult GmbH  
Am Borsigturm 40  
13507 Berlin
- Dipl.-Geoln. Angela Hermsdorf  
Landesamt für Bergbau, Geologie und  
Rohstoffe Brandenburg  
Stahnsdorfer Damm 77  
14532 Kleinmachnow
- Dipl.-Ing. (FH) Reinhard Koseck  
Landesumweltamt Brandenburg,  
Regionalabteilung Süd  
Von-Schön-Straße 7  
03050 Cottbus
- Dipl.-Ing. (FH) Stefan Pohl  
Landesumweltamt Brandenburg,  
Regionalabteilung West  
Seeburger Chaussee 2  
14410 Potsdam
- Dipl.-Chem. Christel Rietz  
Landesumweltamt Brandenburg,  
Regionalabteilung Ost  
Müllroser Chaussee 50  
15236 Frankfurt (Oder)

Mitteilung aus dem Landesamt No. 212