

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Kleinmachnow, Cottbus	15 (2008), 1/2	S. 69-79	10 Abb., 1 Tab., 10 Lit.
------------------------------	--------------------------	----------------	----------	--------------------------

Besteht für unsere Seen eine geogene Versalzungsgefahr?

Hydrochemisch-genetische Untersuchungen von Speisungsbedingungen an Seen im Naturpark Stechlin

Are our lakes endangered by geogene salinisation?

Hydrochemical-genetical investigations of conditions for alimentation of the lakes in the natural park Stechlin

UWE KABOTH, BERTHOLD RECHLIN & GERHARD GINZEL

1. Einleitung und Aufgabenstellung

Der Einfluss von geogenen Salzwässern auf Oberflächengewässer ist in Norddeutschland verschiedentlich beschrieben worden. Ausführliche Darstellungen sind bei GRUBE et al. (2000) zusammengestellt. In Brandenburg besteht der tiefere Untergrund aus einer jungpaläozoischen und mesozoischen Schichtenfolge, deren Wässer hochmineralisiert sind (bis max. 200 g/l). Darüber befindet sich in der tertiären Schichtenfolge der oligozäne Rupelton, der das liegende Salzwasserstockwerk vom hangenden Süßwasserstockwerk trennt. Der Rupelton wurde während des Pleistozäns in bestimmten Gebieten teilweise oder vollständig erodiert, so dass lokal hochmineralisierte Tiefenwässer in die Süßwasserhorizonte eindringen können.

Dieser Vorgang ist in Brandenburg an zahlreichen natürlichen Salzwasseraustritten an der Oberfläche zu beobachten.

Aufgrund des erheblichen Druckpotenzials des Salzwasserstockwerkes können sich die Transportwege bis in einige Kilometer Entfernung erstrecken. Diese natürlichen Prozesse können durch anthropogene Eingriffe beschleunigt werden. Es gibt zahlreiche Wasserwerke, in denen es bereits durch unverhältnismäßige Grundwasserentnahmen zu Versalzungen bis hin zu einer nur noch stark eingeschränkten Nutzbarkeit gekommen ist.

Es stellt sich die Frage, wie sich der globale Klimawandel auf die Migration von versalzten Tiefenwässern in die Süßwasserhorizonte auswirken wird. Zur Klärung dieser Problematik können sensible hydrochemisch-genetische Verfahren eingesetzt werden, die am LBGR entwickelt wurden (RECHLIN 1997, 2008). Als Beispielgebiet wurde der Naturpark Stechlin ausgewählt, der durch zahlreiche hydrogeologische Arbeiten im Rahmen des Naturschutzes unter-



Abb. 1
Stechlinsee

Fig. 1
Lake Stechlinsee

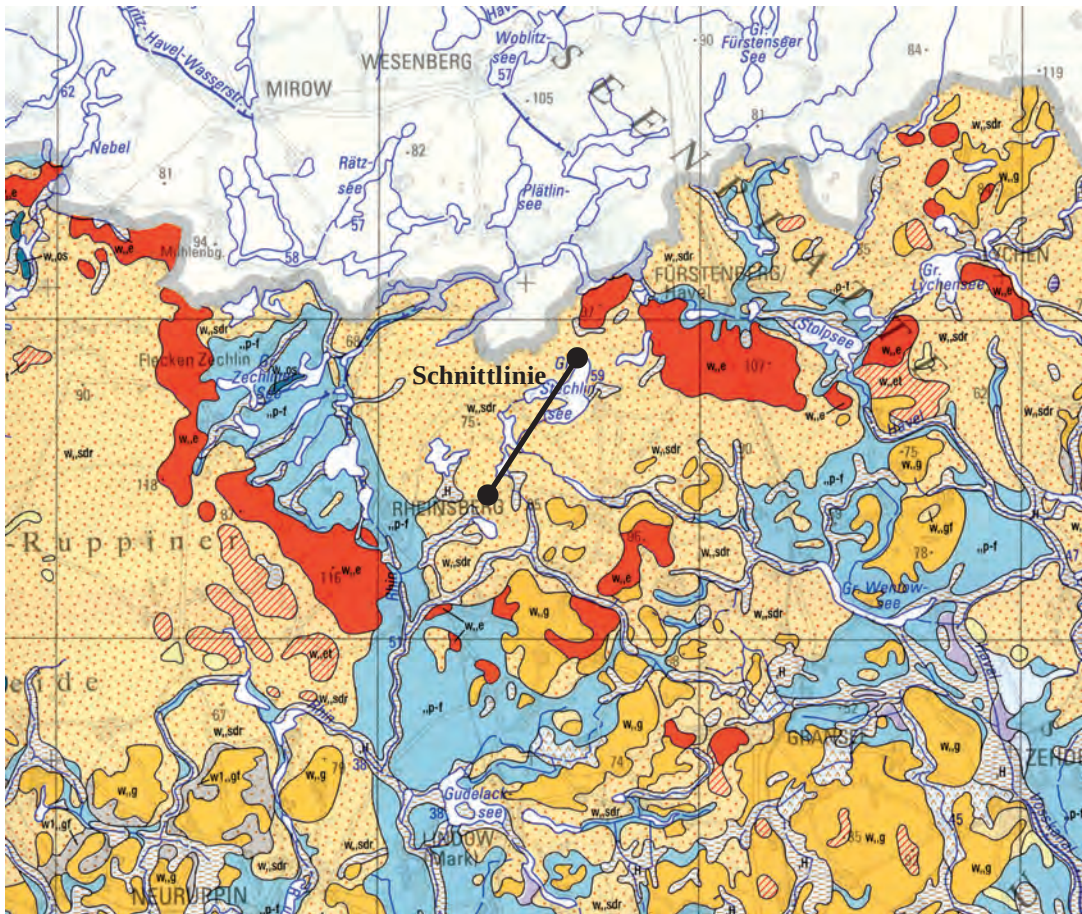


Abb. 2

Regionalgeologische Übersicht (Ausschnitt der Geologischen Übersichtskarte des Landes Brandenburg 1 : 300 000, LIPP-STREU et al. 1997)

Fig. 2

Overview of regional geology (A section of the General Geological Map of Brandenburg 1 : 300 000, LIPPSTREU et al. 1997)

sucht wurde (GINZEL et al. 1999, 2002) und in dem bislang keine geogenen Versalzungen im oberflächennahen Bereich festgestellt werden konnten.

2. Untersuchungsgebiet

2.1 Geologie

Der Naturpark Stechlin ist durch die Ablagerungen der Weichselkaltzeit geprägt, es liegt zwischen den Eisrandlagen der Frankfurter Staffel im Süden sowie der Fürstenberger Staffel im Norden. Im Vorland der Fürstenberger Staffel (Abb. 2) dominieren große Sanderflächen, deren Oberflächen von ca. 80 bis 100 m NN östlich des Stechlinsees bis auf 60 m NN im Bereich des Köpernitzsees abfallen. Die Sander bilden mit den glazifluviatilen Sanden im Liegenden einen bis zu 50 m mächtigen Grundwasserleiter, der als Hauptgrundwasserleiter des Gebietes fungiert (Abb. 3, Schnittlinie Abb. 2).

Während der Weichsel-Kaltzeit erfolgte die Zerschneidung und Zertalung dieses mächtigen Schichtenkomplexes durch

z. T. bereits subglazial angelegte Rinnen, die lokal, wie z. B. am heutigen Stechlinsee, mit Toteis plombiert waren. Die Erosionstiefe dieser glazifluvialen Rinnen schwankt beträchtlich, wobei der Erosionsschnitt bis in den liegenden saalezeitlichen Geschiebemergel reichen kann.

Im Nordosten des Naturparks Stechlin treten vorwiegend sandige und kiesige Bildungen der Weichsel- und Saalekaltzeit auf, in die der Peetschsee und die beiden Glietzenseen eingebettet sind.

Die Endmoräne der Fürstenberger Staffel setzt sich überwiegend aus rolligem Material zusammen, wodurch ein direkter hydraulischer Kontakt zum Sander und eine Fortsetzung des Grundwasserleiters in nordöstliche Richtung gegeben ist.

Im Südosten des Gebietes nimmt die Mächtigkeit des Sanders ab, im Bereich der Oberförsterei Menz steht bereits Geschiebemergel an. Größere Grundmoränenkomplexe der Saalakaltzeit befinden sich westsüdwestlich von Menz, im Bereich der Wasserscheide zwischen Roofensee und kleinem Rhin. Hier beginnt der Übergangsbereich zur Granser Grundmoränenplatte, die eine andere hydrodynamische Charakteristik besitzt. Ein unbedeckter Grundwasserleiter fehlt weitgehend. Als Hauptgrundwasserleiter ist hier ein

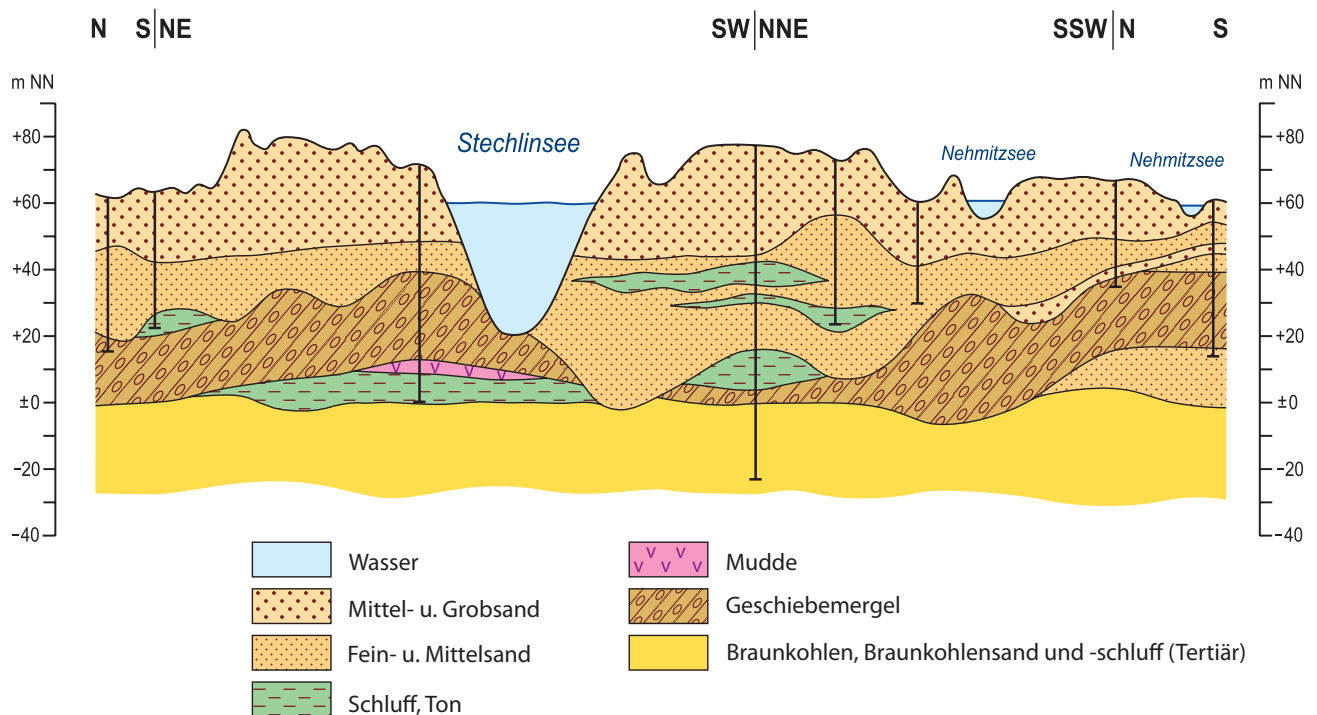


Abb. 3 Geologischer Schnitt durch das Untersuchungsgebiet
Fig. 3 Geological Section of the investigation area

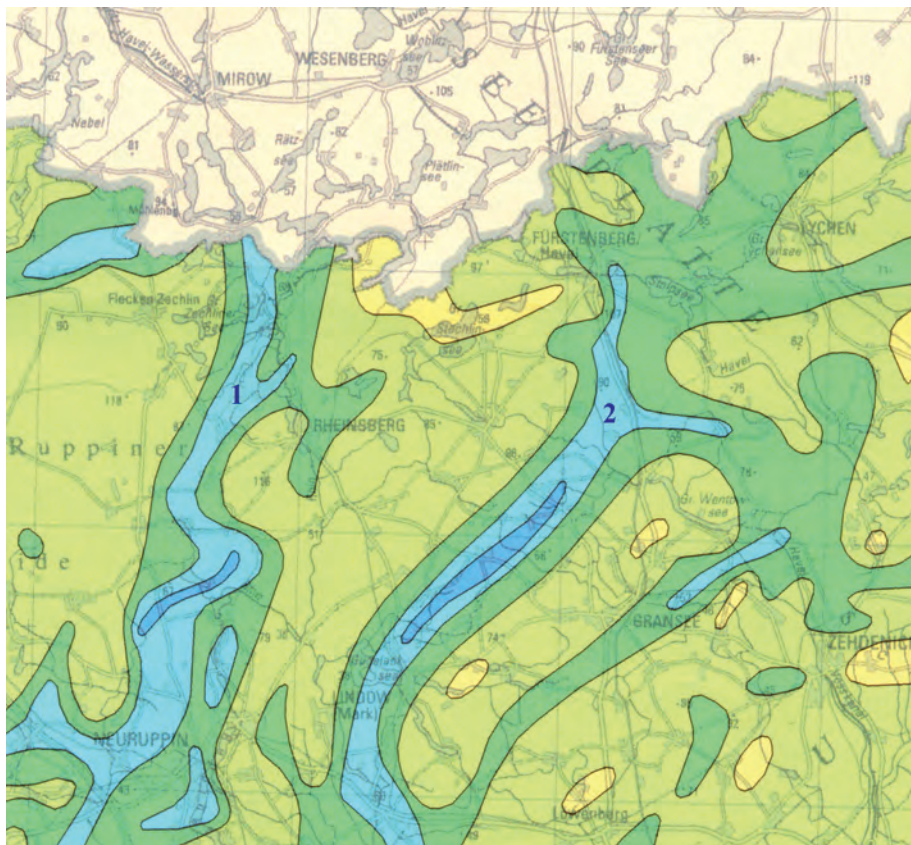


Abb. 4
Ausschnitt aus der Quartär-
basiskarte des Landes Bran-
denburg 1 : 500 000

1 Ruppiner-Altmark Rinne
2 Nauen-Havelland Rinne

Fig. 4
A section of the Quarternary
basis Map of Brandenburg
1 : 500 000
1 Ruppiner-Altmark channel
2 Nauen-Havelland channel

spätesten- bis frühsaalezeitlicher Sedimentkörper ausgebildet, der unter einem 30 bis 50 m mächtigen Geschiebemergelpaket der Saale- und Weichsel-Kaltzeit liegt.

Abbildung 4 zeigt einen Ausschnitt aus der Karte der Tiefenlage der Quartärbasisfläche des Landes Brandenburg im Maßstab 1 : 500 000 (SONNTAG 2004). Infolge der un-

terschiedlichen Erosionstiefen weist die Quartärbasis große Reliefunterschiede auf und wird durch ein System von Rinnen bestimmt. Diese pleistozänen Rinnen haben sich teilweise bis in mesozoische Ablagerungen eingeschnitten, so dass der als Stauer zwischen Süß- und Salzwasserstockwerk fungierende Rupelton teilweise oder vollständig erodiert wurde. Dadurch besteht die Möglichkeit, dass bei entsprechenden hydraulischen Gegebenheiten (Druckentlastungen) geogen salinare Tiefenwässer in die hangenden Süßwasserhorizonte aufsteigen können.

2.2 Grundwasserdynamik

Die gute Durchlässigkeit der Schmelzwassersande des oben genannten Hauptgrundwasserleiters ermöglicht eine weitgehende hydraulische Verbindung des Grundwassers mit den Seen und Vorflutern. Das Grundwasser und die Oberflächengewässer bilden daher ein einheitliches hydrodynamisches System. Fast alle Seen stellen somit Grundwasseraufschlüsse (Grundwasserblänken) dar; nur wenige besitzen aufgrund ihrer Entstehung, z. B. durch das Auftreten bin-

diger Substrate im Sohlenbereich der Hohlform (wie z. B. die Große Fuchskuhle), ein vom Hauptgrundwasserleiter abgekoppeltes Grundwasserregime.

Das Grundwasserfließgeschehen im Naturpark Stechlin wird durch die Gestalt der Grundwasseroberfläche bestimmt (Abb. 5). Es gibt einerseits Grundwasserhochlagen (Kulminationsgebiete im Bereich der Grundwasserscheiden) mit stark schwankenden Grundwasserständen (bis zu 2 m Amplitude) und andererseits Grundwassertieflagen im Bereich der Vorfluter (Entlastungsgebiete) mit geringen Grundwasserspiegelschwankungen und weitgehender Synchronität mit den benachbarten Gewässern. Dieses natürliche System ist durch Eingriffe des Menschen, wie Kanalbauten (Polzowkanal), Wasserwerke (WW Dagow), die Anlage von Staubauwerken sowie Dränagen von Feuchtgebieten im Laufe der Jahrhunderte stark verändert worden. So lässt sich die Grundwasserdynamik im Naturpark Stechlin heute wie folgt charakterisieren (siehe Abb. 5 und 7):

- Aus dem Stechlin-Nehmitzsee-Gebiet fließt das Grundwasser bei entsprechend hohem Einstau am Regelbauwerk Nehmitzsee sowohl nach Norden (über die Boberowrinne und die Glietzensen) in Richtung Obere

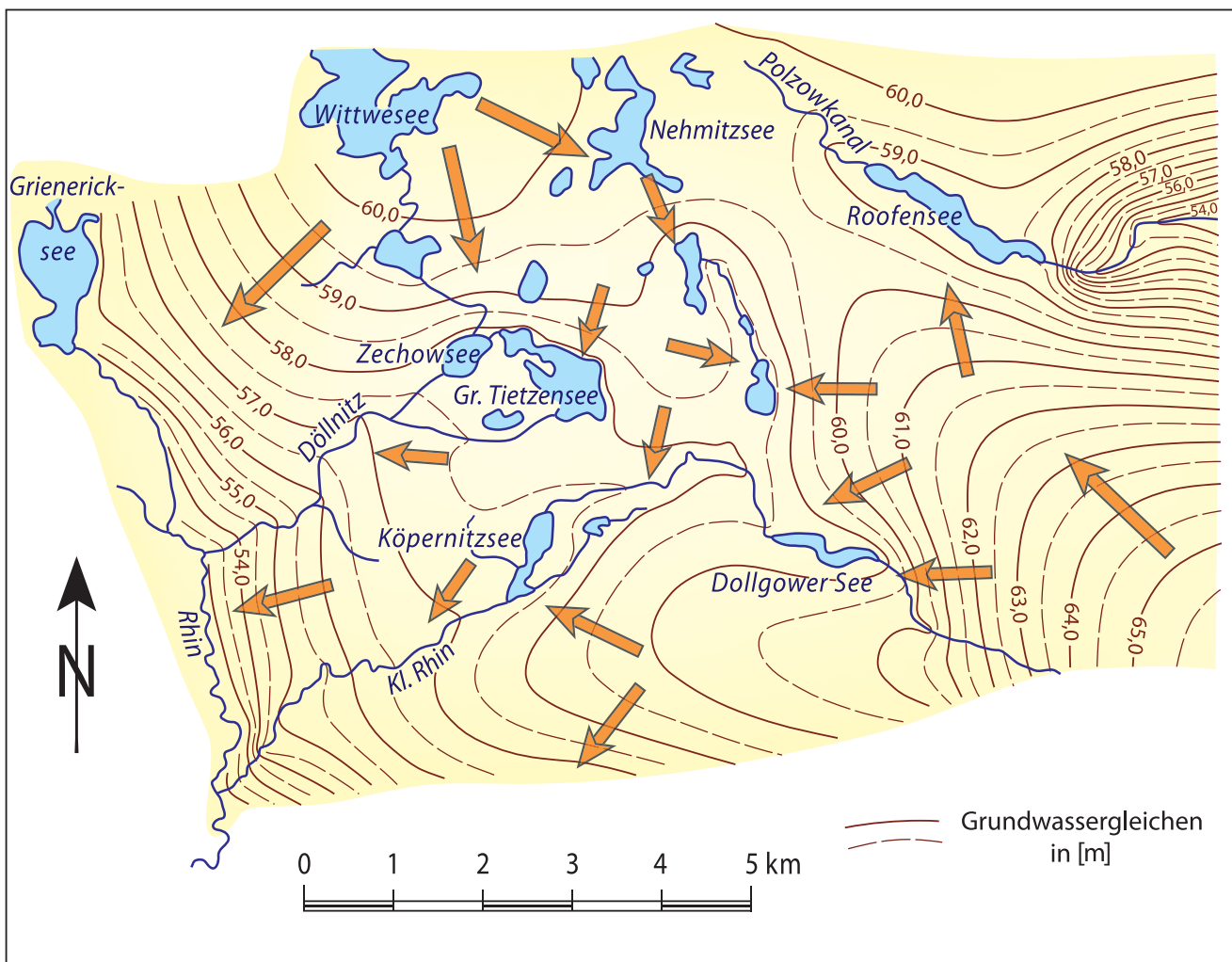


Abb. 5 Grundwasserdynamik im Südteil des Untersuchungsgebietes

Fig. 5 Groundwater dynamic in the southern part of the investigation area

Havel als auch nach Süden über den Zeutensee in das Einzugsgebiet des Kleinen Rhin ab. Zusätzlich erfolgt zeitweilig ein oberirdischer Abfluss über den Polzowkanal und die Wentowgewässer in die Obere Havel.

- Eine ähnliche Hochlage stellt der Wittwensee dar. Der Grundwasserabfluss erfolgt nach Westen zum Rheinsberger Rhin, nach Süden über den Kölpin- und Tietzensee zur Döllnitz und nach Südosten über die Törnseerinne zum Kleinen Rhin.
- Von besonderer Bedeutung für das Abflussgeschehen im Einzugsgebiet des kleinen Rhin ist der Stau am Köpernitzsee, der ein Leerlaufen des stromoberhalb liegenden Einzugsgebietes des Kleinen Rhin verhindert.

2.3 Geochemie der Seen

In den Jahren 2003 bis 2005 wurden zur hydrogeochemischen Bewertung an 15 Seen im Naturpark Stechlin mehrere Beprobungskampagnien durchgeführt (Abb. 6). Die Beprobung erfolgte oberflächennah in ausgewählten Randbereichen der Seen, wo eine unmittelbare anthropogene Beeinflussung weitestgehend auszuschließen war. Neben den punktuellen Einzelbeprobungen wurden im Stechlinsee und im Dunkelsee Tiefen- und Längsprofile genommen.

Die Wasserproben wurden im Labor des LBGR in Kleinmachnow (jetzt LLB) aufbereitet und analysiert. Neben den Hauptinhaltsstoffen Natrium, Kalium, Magnesium, Calcium, Sulfat, Hydrogenkarbonat, Chlorid und der Stickstofffreie konnten u. a. der gelöste organische Kohlenstoff (DOC) bestimmt werden.

Bereits im Jahre 2003 wiesen die untersuchten Parameter der Seewässer entgegen den Erwartungen eine große hydrochemische Variabilität auf. Im Allgemeinen sind die Wässer der Seen gering mineralisiert. Wie Abbildung 6 zu entnehmen ist, streuen die Gehalte der Gesamtmineralisation bei einem Durchschnitt von 252 mg/l zwischen 174 mg/l im Wittwensee und 467 mg/l im Wotzensee außerordentlich stark. Maßgeblichen Anteil daran haben die unterschiedlichen Sulfatkonzentrationen, die sich zwischen 19 mg/l im Wittwensee und 197 mg/l im Großen Tietzensee bewegen. Eine ähnlich starke Heterogenität zeigen die Chloridgehalte in den Seen. Die Chloridgehalte der Seen vom August 2003, einschließlich der Hydroisohypsen des Hauptgrundwasserleiters sind in Abbildung 7 dargestellt. Die geringsten Chloridkonzentrationen wurden für den Wittwensee, den Nehmitzsee und den Stechlinsee mit Werten von 12 bis 16 mg/l ermittelt. Die höchsten Chloridgehalte liegen mit 34 mg/l im Dollgower See sowie stromunterhalb im Kleinen Rhin bis einschließlich Köpernitzsee mit 31 bis 28 mg/l.

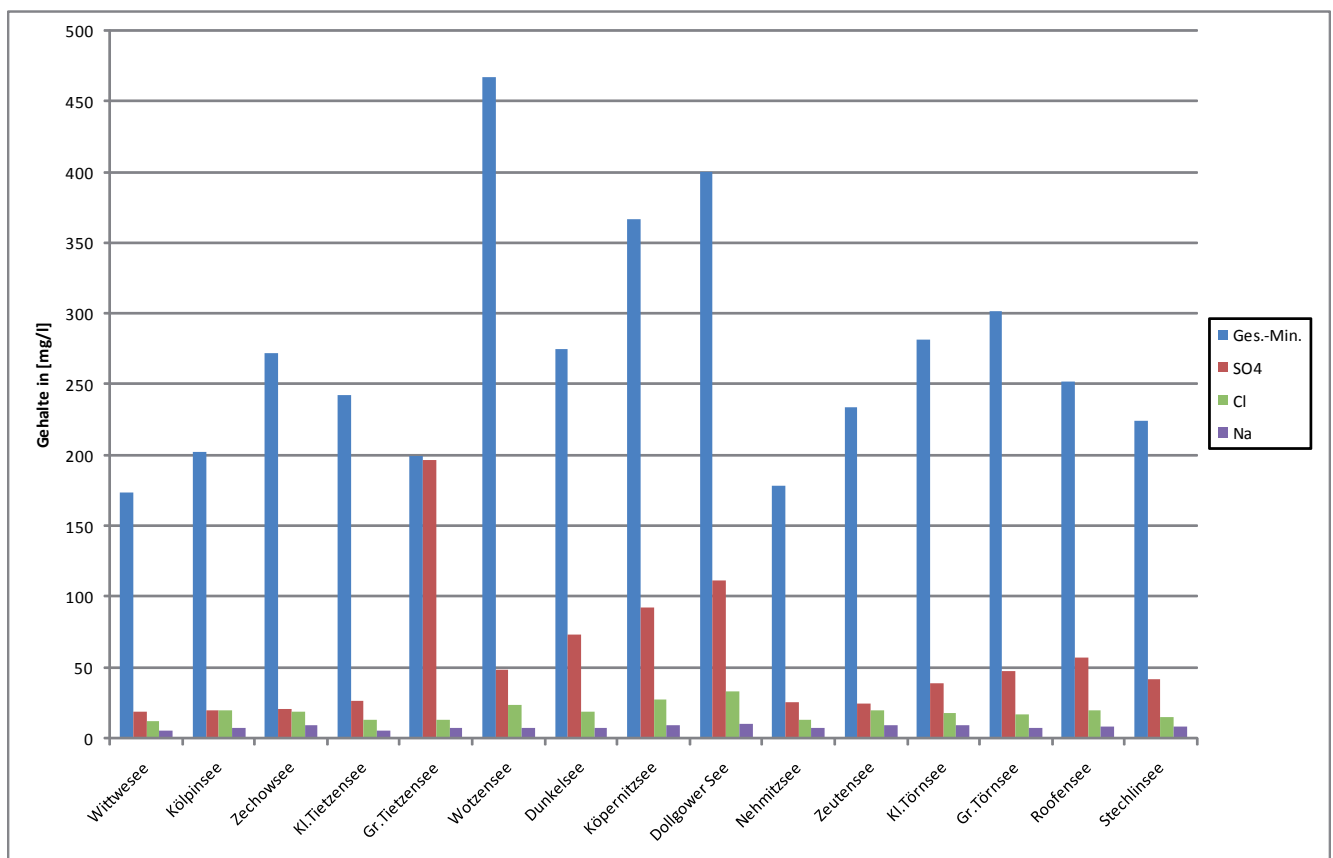


Abb. 6 Relevante Seenparameter, August 2003

Fig. 6 Relevant hydrochemical parameters resulting from the lake investigation in August 2003



Abb. 7 Chloridgehalte [mg/l] der Seen in, August 2003

Fig. 7 Results of chloride content [mg/l] in the lakes, August 2003

Die Analysen der Beprobungskampagnen von 2004 und 2005 zeigen eine ähnlich große hydrochemische Heterogenität mit den gleichen signifikanten Anomalien, so dass sich die Frage nach den Ursachen für die unterschiedlichen Konzentrationsverteilungen stellt.

Aus der Fülle der in Frage kommenden möglichen hydrochemischen Einflussfaktoren scheinen unterschiedliche Speisungsanteile der Seen die dominierende Rolle zu spielen. Die Speisungsanteile setzen sich aus dem Niederschlag,

dem Oberflächenzufluss, dem Interflow, dem Grundwasserzuström und gegebenenfalls aus dem Tiefenwasserzuström zusammen, wobei die unterschiedlichen Anteile durch das Klima, die geologische Struktur und die Position der Seen innerhalb des Grundwassersystems gesteuert werden. Es galt, die unterschiedlichen Speisungsanteile unter besonderer Berücksichtigung der salinen Tiefenwässer zu identifizieren, wobei der anthropogene Faktor nicht vernachlässigt werden durfte.

Nr.	Seename	August 2003						August 2004						August 2005					
		Analysen- fehler [%]	GGV	Anteile von NOIG [%]	Anteile salinarer Tiefen- wässer [%]	Anteile anthrop. Stoff- einträge [%]	Analysen- fehler [%]	GGV	Anteile von NOIG [%]	Anteile salinarer Tiefen- wässer [%]	Anteile anthrop. Stoff- einträge [%]	Analysen- fehler [%]	GGV	Anteile von NOIG [%]	Anteile salinarer Tiefen- wässer [%]	Anteile anthrop. Stoff- einträge [%]			
1	Wittwesee	<1	>0,1	100			<0,5	>0,1	100			<1	>0,1	100					
2	Kölpinsee	<1	<0,1	100			<1	<0,1	100			3,5							
3	Zechowsee	>2					<0,5	<0,05	<90	>10		<1	<0,05	<90	>10				
4	Kl. Tietzensee	<1		100			<1	>0,1	100			<1	>0,1	100					
5	Gr. Tietzensee	<1	<0,05	<90	>10		<1	<0,1	90	10		<1	<0,05	90	10				
6	Wotzensee	<1	<0,05	<90	>10		>3					<1	<0,05	<90	>10				
7	Dunkelsee	<1	<0,05	<90	>10		<1	<0,05	<90	>10		<1	<0,1	96	4				
8	Köpernitzsee	<1	>0,1	93		7	1,5	>0,1	93		7	<1	>0,1	96		4			
9	Dollgower See	<1	>0,1	92		8	<1	>0,1	91		9	<0,5	>0,1	93		7			
10	Nehmitzsee	<1	<0,1	100			<1	<0,1	100			<1	<0,1	100					
11	Zeutensee	<1	<0,05	<90	>10		<1	<0,1	<90	>10		<1	<0,1	<90	>10				
12	Kl. Törnsee	<1	<0,1	100			keine Analysen						keine Analysen						
13	Gr. Törnsee	keine Analysen					2	<0,05	<90	>10		<1	<0,05	<90	>10				
14	Roofensee	<1		94		6	<1		94		6	<0,5		100					
15	Stechlinsee	<1	<0,1	100			<1	>0,1	100			<1	>0,1	100					

NOIG: Speisung von Niederschlag, Oberflächenzufluß, Interflow, Grundwasserzustrom

Tab. 1 Speisungsanteile der Seewässer

Tab. 1 Proportionate alimentation of lakewaters

3. Untersuchungsmethodik

Unter Nutzung einer für hochkonzentrierte Wässer entwickelten geochemischen Typisierung (VALJASCHKO 1961) und deren Darstellung in einem Lagepunktdiagramm wird seit etwa 1981 an einer hydrogeochemischen Modellvorstellung zur Beurteilung der Zusammensetzung des Grundwassers für die Süßwasserstockwerke (kurz Genesemodell) (RECHLIN 1997, 2008) im LBGR gearbeitet. Darin werden die prägenden Hauptkomponenten einer Lösung nach einem Dominanzprinzip untersucht. Beide genetischen Methoden sind weitgehend konzentrationsunabhängig. Im Unterschied zum Lagepunkt-konzept nach VALJASCHKO (1961) ist die Systematik im Genesemodell so beschaffen, dass die Herkunft der geogenen und/oder anthropogenen Wässer auch bei großer Verdünnung identifiziert werden kann. Insofern konnte diese Methodik zur Charakterisierung der Seewasserbeschaffenheit unter besonderer Berücksichtigung der unterschiedlichen Speisungsanteile herangezogen werden. Eine ausführliche Beschreibung der detaillierten Methodik zur Ermittlung der Speisungsanteile findet sich in RECHLIN (2008, dieser Band).

Im Rahmen der geochemisch genetischen Interpretation der Wasserinhaltsstoffe wurden in einer ersten Phase die Seewässer diagnostiziert, bei denen anthropogene Einflüsse nachweisbar waren. In einer zweiten Phase konnten dann mit dem Genesemodell und dem genetischen Grundverhältnis (GGV) die Speisungsanteile von salinaren Tiefenwässern sowie von Wässern aus liegenden Grundwasserleitern ohne aktuelle Neubildung identifiziert werden.

4. Ergebnisse und Ausblick

In Auswertung der geochemisch genetischen Interpretation der Wasserinhaltsstoffe konnten für den Dollgower See und für den Köpelnitzsee signifikante anthropogene Einflüsse identifiziert werden, die wahrscheinlich stromoberhalb des Dollgower Sees eingetragen und dann entsprechend des Fließgeschehens über den Kl. Rhin bis in den Köpelnitzsee gelangt sind. Beim Roofensee waren anthropogene Einträge, die in den Jahren 2003 und 2004 noch diagnostiziert werden konnten, im Jahre 2005 nicht mehr nachweisbar. Hier ist eine Verbesserung des Zustandes der Seewasserbeschaffenheit zu konstatieren.

Um die Genese der Seewässer charakterisieren zu können, ist es notwendig, die einzelnen Speisungsanteile zu bestimmen. Unter Berücksichtigung des aus der Ionenbilanz abgeleiteten Analysenfehlers wurden mit dem Genesemodell und dem genetischen Grundverhältnis (GGV) die prozentualen Speisungsanteile der Seewässer ermittelt. Dabei konnten drei Klassen von Speisungsanteilen ausgehalten werden:

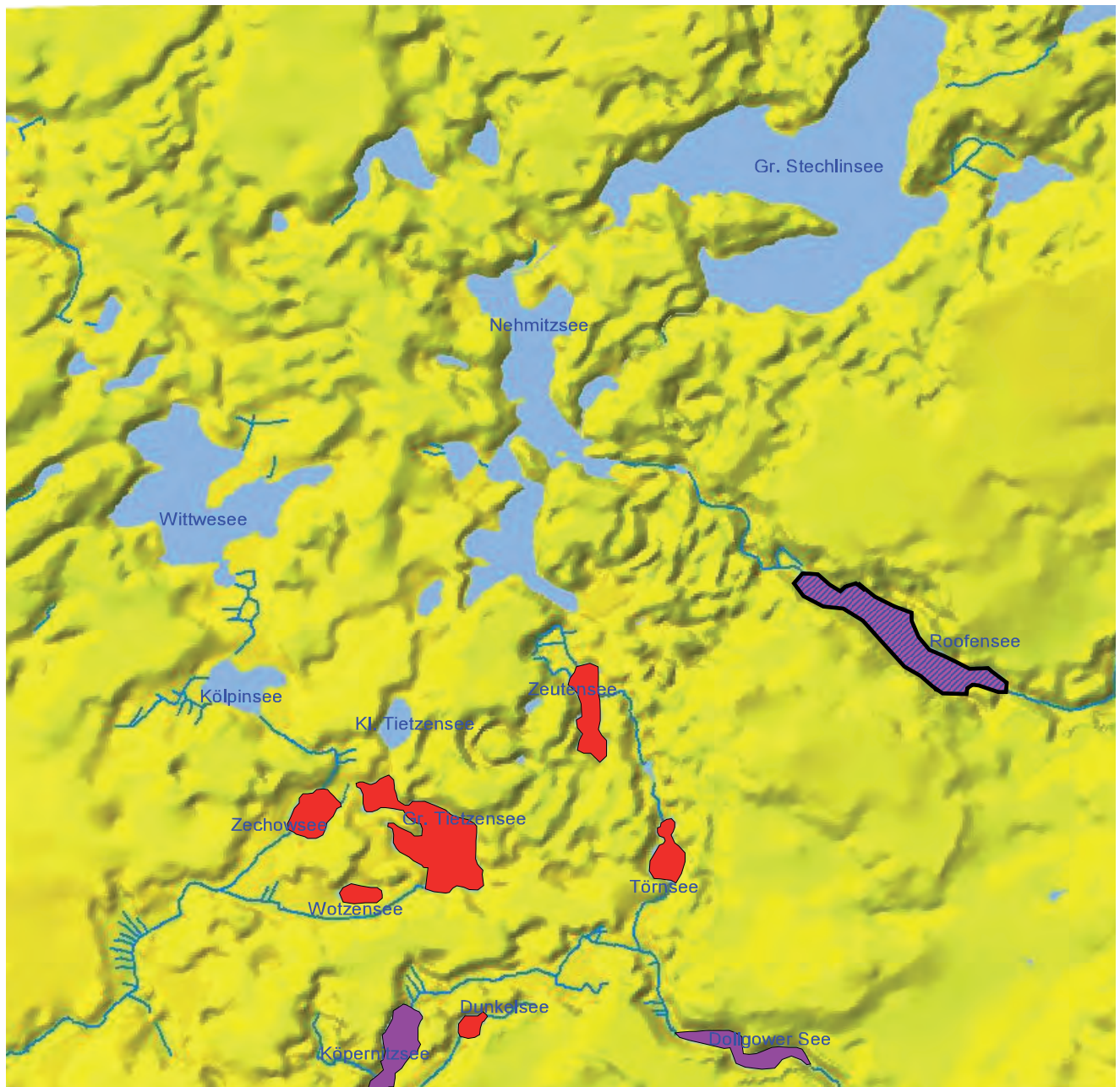
1. Niederschlag, Oberflächenzufluss, Interflow, Grundwasserzustrom (NOIG)
2. salinare Tiefenwässer
3. anthropogene Stoffeinträge

Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 dargestellt. Bei einer Abweichung der Ionenbilanz größer 1 % ist die Bestimmungsmethode nicht zu verwenden. Deshalb konnten für die Analysen des Köpelnitzsees (August 2005), des Zechowsees (August 2003) und des Wotzenzensees (August 2004) keine Speisungsanteile ermittelt werden. Die Ergebnisse des Doll-



Abb. 8
Dunkelsee

Fig. 8
Lake Dunkel-
see



- Wässer mit Anteilen von salinaren Tiefenwässern (diffus migrierend)
- Wässer mit Anteilen von anthropogenen Stoffeinträgen
- Wässer mit Anteilen von anthropogenen Stoffeinträgen in der Vergangenheit

Abb. 9 Speisungsanteile der Seewässer

Fig. 9 Proportionate alimention of lakewaters

gower Sees und des Köpernitzsees bestätigen die anthropogenen Einträge mit Speisungsanteilen zwischen 4 und 9 %.

Bei der Bestimmung der Speisungsanteile salinärer Tiefenwässer kommt dem GGV (vgl. Rechlin 2008) eine besondere Bedeutung zu. Liegt das ermittelte GGV unter dem kritischen Wert von 0,05, so ist davon auszugehen, dass die analysierten Wässer geogen salinare Anteile aufweisen. Demzufolge

gehören der Zechowsee, der Gr. Tietzensee, der Wotzensee, der Dunkelsee (Abb. 8), der Zeutensee und der Gr. Törnsee zur Gruppe der Seen, bei denen die Speisung durch geogene salinare Tiefenwässer signifikant nachgewiesen werden konnte. Der Befund liefert auch die Erklärung für die erhöhten Chloridkonzentrationen dieser Seewässer. Entsprechend der Grundwasserdynamik, wie sie in Abbildung 5 und 7 dargestellt ist, liegen die durch salinare Tiefenwässer

beeinflussten Seen in einem Gebiet mit tieferen Grundwasserständen also in einem Entlastungsgebiet. Hingegen weisen die Seen mit höheren Wasserständen wie der Wittwensee, der Nehmitzsee, der Stechlinsee, der Kölpinsee und der Kl. Tietzensee, die im Nordteil des Naturparks Stechlin liegen, keine Anteile salinarer Tiefenwässer auf (vgl. Abb. 9). Die Untersuchungen belegen, dass im Südteil des Naturparks Stechlin die geologischen und hydraulischen Gegebenheiten (Druckentlastungen) ein Aufsteigen von geogen salinaren Tiefenwässern in die Klarwasserseen ermöglicht haben.

Dabei scheinen die Potenzialdifferenzen der Wasserstände in den einzelnen Grundwasserstockwerken sowie die hydraulischen Randbedingungen einen entscheidenden Einfluss zu haben. Abbildung 10 zeigt die Seewasserspiegelstände und die Chloridgehalte des Wotzensees in den Jahren 2003 bis 2005. Offensichtlich verhalten sich die Werte gegenläufig. So korrespondieren die höchsten Chloridwerte von 32,6 bzw. 36,6 mg/l mit den relativ geringen Wasserständen im Sommer 2004. Dagegen wurden die geringeren Chloridwerte von 22,1 bzw. 20,9 mg/l bei relativ hohen Wasserständen im April 2004 bzw. April 2005 ermittelt. Es lässt sich einschätzen, dass trotz der geringen Anzahl der Messwerte diese als repräsentativ anzusehen sind. Bei Untersuchungen an Wasserwerken mit Salzwasseraufstieg konnten ähnliche Trends

beobachtet werden, d. h., dass das durch hohe Wasserstände erzeugte Druckpotenzial dem Salzwasseraufstieg entgegen wirkt. Insofern können Maßnahmen zur Stabilisierung des Wasserhaushaltes, wie sie u. a. GINZEL & KABOTH (1999) für den Naturpark Stechlin vorgeschlagen haben, dem lokalen natürlichen Salzwasseraufstieg entgegenwirken.

Zusammenfassung

Für den Naturpark Stechlin wurden die quartärgeologische Situation und die Grundwasserdynamik des Hauptgrundwasserleiters dargestellt. Bei 15 Seen erfolgten in den Jahren 2003 bis 2005 Untersuchungen der Wasserinhaltsstoffe. Die untersuchten Seewässer wiesen eine große hydrogeochemische Variabilität auf. Mit dem Genesemodell konnten unterschiedliche Speisungsanteile der Seewässer identifiziert werden. So sind der Dollgower See und der Köpernitzsee anthropogen beeinflusst. Der Kölpinsee, Zechowsee, Gr. Tietzensee, Wotzensee, Zeutensee, Törnsee und Dunkelsee weisen Anteile diffus migrierender salinarer Tiefenwässer auf. Maßnahmen zur Stabilisierung des Wasserhaushaltes dienen vor dem Hintergrund prognostischer Klimaänderungen auch zur Begrenzung des natürlichen Salzwasseraufstieges.

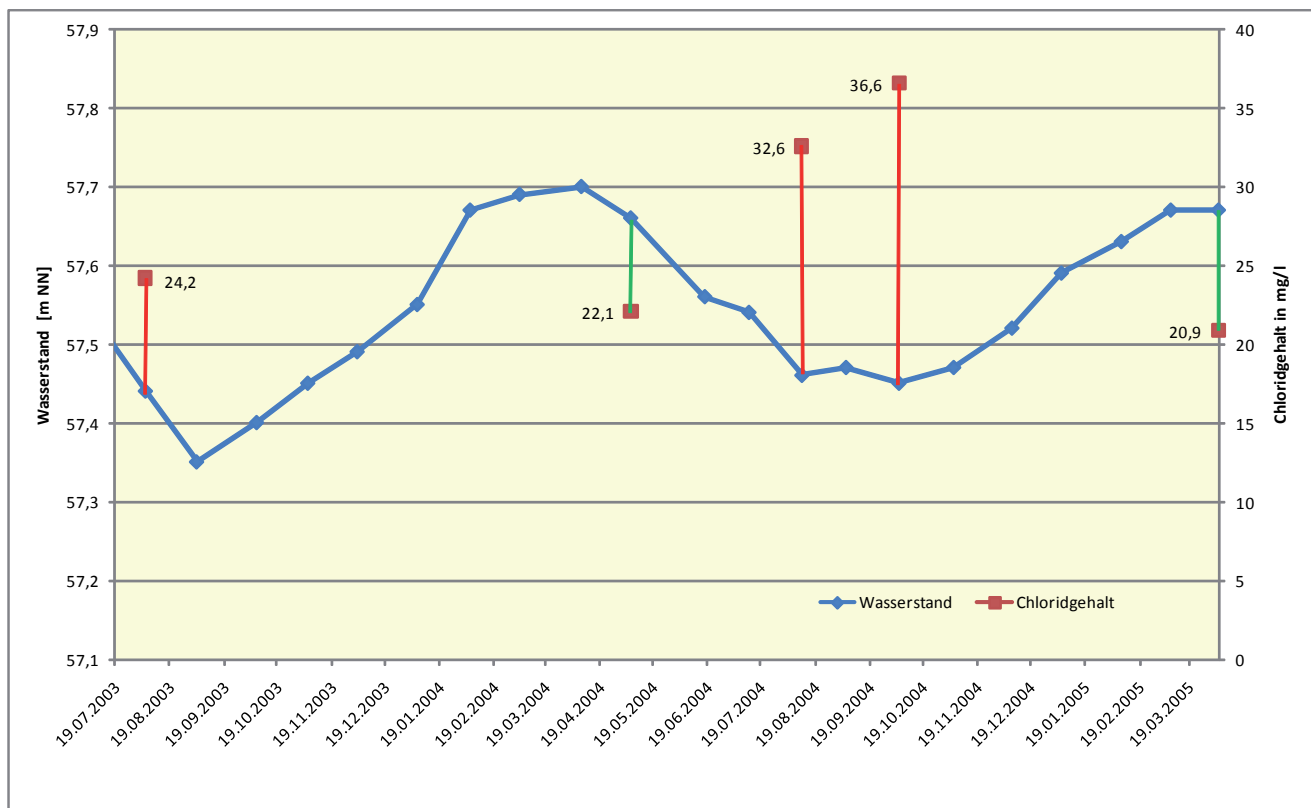


Abb. 10 Korrelation zwischen Wasserstand und Chloridgehalt am Wotzensee

Fig. 10 Correlation of groundwater level and chlorine content of lake Wotzensee

Summary

The quaternary geological situation and the groundwater dynamics of main aquifer is described for the natural park Stechlin. From 2003 to 2005 water content components of 15 lakes are investigated. The lakes showed significant hydrogeochemical variabilities. The genesis model is suitable for identification of proportionate alimentation of lakewaters. Regarding Lake Dollgow and Lake Köpernitz anthropological influences we observed. Proportions of diffuse migrating saliniferous deep waters are found in the following lakes: Kölpin, Zechow, Great Tietzen, Wotzen, Zeuten, Törn and Dunkel. Against the background of future climatic changes till now realised measures of stabilisation of water balance are limiting the natural ingress of salt water.

Literatur

- GINZEL, G. (1999): Hydrogeologische Untersuchungen im Einzugsgebiet des Stechlin und Nehmitzsees. - Berichte des Instituts für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB), H. 8, Berlin
- GINZEL, G. & U. KABOTH (1999): Hydrogeologisches Gutachten NSG Stechlin. - Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Berlin (unveröff.)
- GINZEL, G. & C. ERTL (2002): Gutachten zur Ermittlung von Möglichkeiten zur Stabilisierung des Wasserhaushaltes im südlichen Stechlinseegebiet. - Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Berlin (unveröff.)
- 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 Karlsruhe **9**, S. 111-115, Karlsruhe
- LIPPSTREU, L., HERMSDORF, N. & A. SONNTAG (1997): Geologische Übersichtskarte des Landes Brandenburg 1 : 300 000. - Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg in Zusammenarbeit mit dem Landesvermessungsamt Brandenburg, Potsdam
- RECHLIN, B. (1997): Zur Anwendung des Hydrogeochemischen Genesemodells der Wässer in den GWLK des Landes Brandenburg. - Brandenburg. geowiss. Beitr. **4**, 1, S. 67-71, Kleinmachnow
- RECHLIN, B. (2008): Eine Methode zur konzentrationsunabhängigen Früherkennung von Salzwasserintrusionen in süßwasserführende Grundwasserleiter und Oberflächengewässer. - Brandenburg. geowiss. Beitr. **15**, 1/2, S. 57-68, Kleinmachnow
- RICHTER, D. (1997): Das Langzeitverhalten von Niederschlag und Verdunstung und dessen Auswirkungen auf den Wasserhaushalt des Stechlinseegebietes. - Berichte des deutschen Wetterdienstes **201**, Offenbach
- SONNTAG, A. (2004): Tiefenlage der Quartärbasisfläche des Landes Brandenburg 1 : 500 000. - Landesamt für Bergbau Geologie und Rohstoffe Brandenburg, Kleinmachnow
- VALJASCHKO, M. G. (1961): Geochemie der Halokinese. - In: Sb. Tr. Geol. Fakut., Izdat. Mosk. Univ., Moskau (russ.)

Anschrift der Autoren:
Dipl.-Geol. Uwe Kaboth
Dipl.-Geol. Berthold Rechlin
Landesamt für Bergbau Geologie und Rohstoffe
Außenstelle Kleinmachnow, Bereich Geologie
Stahnsdorfer Damm 77
14532 Kleinmachnow

Dr. Gerhard Ginzel
Streckfußstraße 18
13125 Berlin