



1

1997

Brandenburgische Geowissenschaftliche Beiträge



	INHALT	CONTENTS	Seite
DREHER, B.	Grußwort	Opening words	3
KÜRSTEN, M.	Grußwort	Opening words	5
STACKEBRANDT, W. & P. BANKWITZ	Laudatio	Laudatio	7
NEUMANN-MAHLKAU, P.	Aufgaben eines modernen geologischen Dienstes	The responsibilities of a modern Geological Survey	11
FRISCH, U. & F. KOCKE	Altkimmerische Bewegungen in Nordwestdeutschland	Old-kimmerian movements in Northwest Germany	35
STACKEBRANDT, W., THIEDIG, F., THIEKE, H. U., & N. HERMSDORF.	Glazialdynamik und Moränengene- nese – aktuogeologische Beob- achtungen in Spitzbergen (Svalbard)	Glaciodynamics and the genesis of moraines - actuogeological observations on Spitzbergen (Svalbard)	31
LUDWIG, A. O.	Ergebnisse zum neotektonischen Bewegungsverhalten der peribal- tischen Region	Results relating to the neotectonic movements of the Peribaltic Region	49
GARETSKY, R. G., AIZBERG, R. E., KARABANOV, A. K. & G. I. KARATAEV	Beziehungen zwischen den Hauptlithosphärengrenzen im Westen des Osteuropäischen Kratons (IGCP Projekt 346)	Relations between the main boundaries of the lithosphere in the West of the East-European Craton (IGCP Project 346)	55
RECHLIN, B.	Zur Anwendung des Hydrogeo- chemischen Genesemodells der Wässer in den Grundwasserleiter- komplexen des Landes Branden- burg (mittelbrandenburgischen Raum, Stand April 1997)	Application of the hydrogeoche- mical genetic model to the aquifer complexes in Central Branden- burg (date April 1997)	75
JUBITZ, K.-B.	Glazidynamik im Umfeld einer weichselkaltzeitlichen Stauchend- moräne am Südrand der Salinar- struktur Rüdersdorf bei Berlin	Glaciodynamics around the Weichselian push-endmoraine at the southern margin of the salt- structure Rüdersdorf near Berlin	125

Fortsetzung: 3. Umschlagseite

Titelbild: Blick aus nordwestlicher Richtung auf breitflächig vor dem Eisrand abgelagerte Schmelzwassersande (Sander), die von weitverzweigt mäandrierenden Schmelzwasserkanälen durchflossen werden („braided river system“). Die Schmelzwassergerinne ändern häufig in Abhängigkeit von Temperatur und Wasserangebot ihren Lauf. Während in den jeweils trockenfallenden Arealen überwiegend feinkörniges Material abgesetzt wird, werden gleichzeitig in den einzelnen Strommitteln selbst noch Kiese und Steine z. T. weit bis in eisrandferne Bereiche transportiert. Im Hintergrund die Stauchmoräne und die Gletscherzunge des Comfortlessbreen (s. Beitrag Stackebrandt et al., S. 31)

Herausgeber: © Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg, amt. Direktor: Dr. Werner Stackebrandt
Tel. (033203) 36600, Fax (033203) 36702

Redaktionsbeirat: Dr. Werner Stackebrandt, Dr. habil. Fritz Brose, Dr. Volker Manhenke, Dr. Peter Nestler, Dr. Volker Scheps,
Prof. Dr. habil. Joachim Tiedemann, Dr. Hans Ulrich Thieke

Redaktion: Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg, Stahnsdorfer Damm 77, 14532 Kleinmachnow

Verantwortlicher Redakteur: Dr. Gerhard Ehmke

Layout und Satz: Dipl.-Geol. Ulrich Wutzke

Erscheinungsweise: Die Schriftenreihe erscheint jährlich mit 1 bis 2 Heften. Preis dieses Heftes: 29,00 DM

Belichtungen: LUTZ Digitaler Medien Service, Berlin

Druck: Druckhaus Schöneweide, Berlin

Printed in Germany

ISSN 0947-1995

Zur Anwendung des Hydrogeochemischen Genesemodells der Wässer in den Grundwasserleiterkomplexen des Landes Brandenburg (mittelbrandenburgischen Raum, Stand April 1997)*

BERTHOLD RECHLIN

1. Entwicklung und Anwendung des Hydrogeochemischen Genesemodells

Das hier vorgestellte Hydrogeochemische Genesemodell beruht auf Arbeiten russischer und sowjetischer Geologen und Geochemiker, die sich mit der Entstehung von Kalisalzlagern und damit im Zusammenhang stehender Fragen zu den ursächlichen Wässern etwa ab 1890 beschäftigten. Als ein Ergebnis dieser Arbeiten legte VALJAŠKO 1961 das modifizierte „Genesemodell der Naturwässer“ zu o. g. Sachverhalt als Typendiagramm einschließlich Berechnungsmatrix der Lagepunkte der Wässer nach ihrer Herkunft vor. Eine mögliche Anwendbarkeit auf den Süßwasserbereich wurde in diesem Rahmen nicht geprüft, da sie nicht im unmittelbaren Zusammenhang mit dem Forschungsthema stand.

Dieses Genesemodell beruht auf dem Prinzip der Zuordnung der Lösungskomponenten zu hypothetischen Salzen und stellt Grundwassertypen entsprechend der Löslichkeit der Ionenverbindungen in einem Typendiagramm dar (Abb. 1). Zu untersuchen sind folgende Kationen und Anionen:

Kationen: Fe^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+

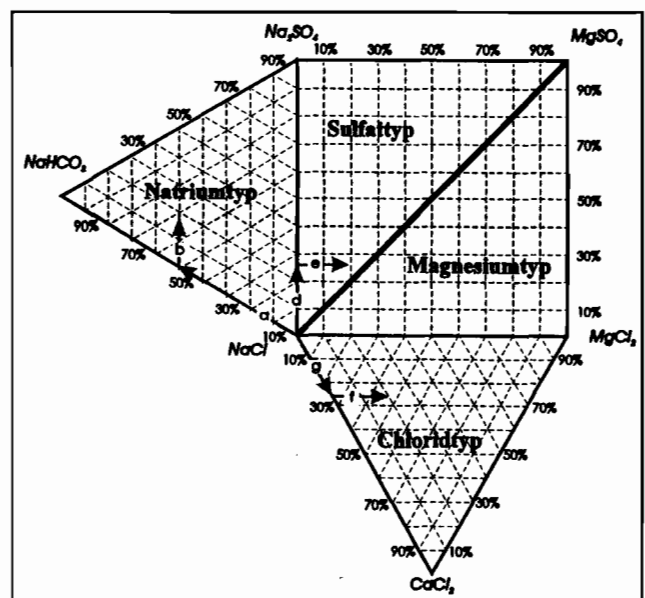
Anionen: SiO_3^{2-} , HPO_4^{2-} , CO_3^{2-} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-

LEHMANN (1974) ordnete die Lagepunkte der Wässer des Salzwaterstockwerkes der nordostdeutsch-polnischen Senke unterhalb des mitteloligozänen Rupeltones entsprechend ihrer Herkunft und Entstehung zu, so daß bei 1981 begonnenen Arbeiten von RECHLIN zu den geogen-salinar gefährdeten Potsdamer Wasserwerken „Rehbrücke“ und „Leipziger Straße“ diese Ergebnisse bei der Identifizierung von Aufstiegsbahnen mineralisierter Tiefenwässer in den betroffenen Einzugsgebieten genutzt werden konnten. Die Anwendbarkeit dieser genetischen Betrachtungsweise auch für das Süßwaterstockwerk oberhalb des Rupeltones im mittelbrandenburgischen Raum wurde durch die Erarbeitung einer Fördervorschrift (1986) auf hydrogeochemisch-genetischer Grundlage für das Wasserwerk „Leipzi-

ger Straße“, das durch Salzwasserintrusion im Jahre 1983 in weiten Teilen nicht mehr förderfähig war, nachgewiesen. Durch Auswertung entsprechender Daten im Zeitraum von 1983–85 aus Grundwassermeßstellen und Förderbrunnen sowie durch umfangreiche Testförderungen an Einzelbrunnen, Brunnengruppen und ganzen Fassungs-galerien konnten die typischen Lagepunkte der aktuellen Grundwasserneubildung der weitgehend unbedeckten Grundwasserleiter (Grundwasserleiterkomplex 1 nach MANHENKE, HANNEMANN und RECHLIN 1995, Abb. 2), die des Ufer-/Seebodenfiltrats, die der nicht oder nur noch eingeschränkt am Wasserkreislauf teilnehmenden Wässer der tiefen, bedeckten Grundwasserleiter (Grundwasserleiterkomplex 3) identifiziert werden, so daß die Einflüsse der mineralisierten Tiefenwässer auf den genutzten Hauptgrundwasserleiter auch bei großer Verdünnung recht sicher beurteilt werden konnten.

Im Ergebnis der Anwendung der bis zum heutigen Tage gültigen Fördervorschrift („Fahrbefehl“) konnte die Förderung des Wasserwerkes von genehmigten $10\,300\text{ m}^3/\text{d}$ bis

Abb.1 Typendiagramm des hydrogeochemischen Genesemodells (RECHLIN, B. & W. SCHIRRMAYER 1997)



* Vortrag auf der Veranstaltung Nr. 25/97 der Landeslehrstätte Lebus im Rahmen des Kolloquiums „Grundwasserbewirtschaftung – Stand und Perspektiven“ des Landesumweltamtes, Abt. Gewässerschutz und Wasserwirtschaft am 29.04.1997

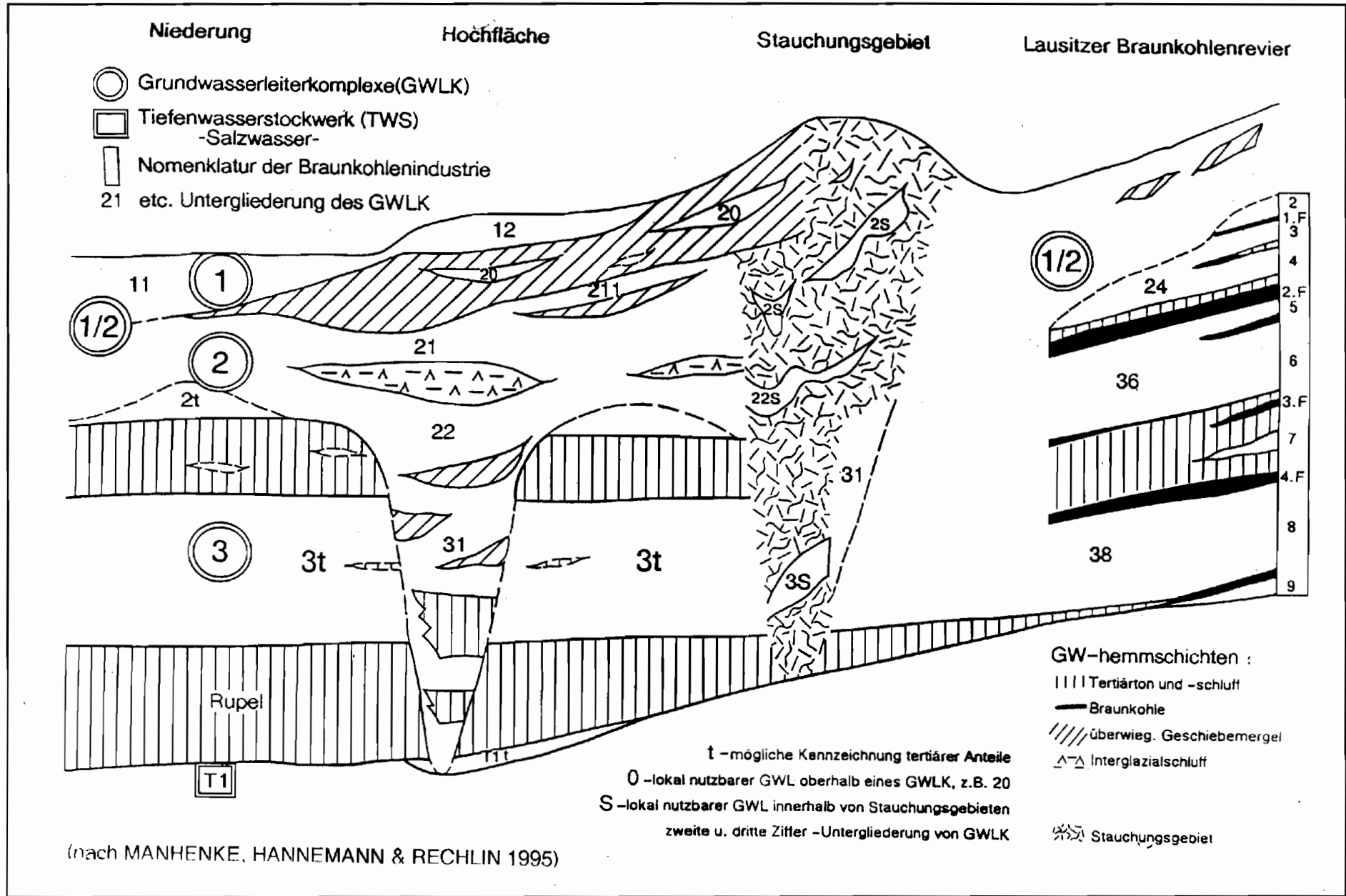


Abb.2 Gliederung der nutzbaren Lockergesteinsgrundwasserleiter des Landes Brandenburg in Grundwasserleiterkomplexe

auf 24 000 m³/d in der Bedarfsspitze gesteigert und das Bilanzdefizit von ca. 13 000 m³/d für die Stadt Potsdam im sehr heißen Sommer 1986 ausgeglichen werden, ohne daß es zu den Qualitätsbeeinträchtigungen des Jahres 1983 gekommen ist.

Die hydrogeochemisch-genetischen Erkenntnisse und die sich darauf gründende der Fördertätigkeit dieses Wasserwerkes wurden durch RECHLIN 1987 in einem Gutachten für die Staatliche Vorratskommission der DDR niedergelegt und unter Berücksichtigung der damals gültigen Geheimhaltungsvorschriften der WWD Oder/Havel, dem Zentralen Geologischen Institut Berlin, dem VEB WAB Potsdam und dem VEB Hydrogeologie, Betriebsteil Berlin, zur Verfügung gestellt.

Die Kenntnisse zu den Lagepunkten der Wässer (Abb. 3, s. Beilage) der bedeckten Grundwasserleiter des Grundwasserleiterkomplexes (GWLK) 2 begründen sich auf der hydrogeochemisch-genetischen Bewertung einer Vielzahl von Grundwasserlagerstätten des Landes Brandenburg ab 1987, u. a. Premnitz, Niemegek, Rathenow, Brandenburg-Kaltenhausen, Beelitz, Kleinmachnow, Fürstenwalde, Berkenbrück, Strausberg-Bötzsee und Cottbus-Sachsendorf, zu der die Mitarbeiter des Dezernates Hydrogeologie (HOTZAN, G., JESCHKE, R., HERMSDORF, A., KALATZ, R., BROSE, D.) bis zum heutigen Tage wesentlich beigetragen haben.

Da der erreichte Wissensstand weiterer Vertiefungen bedarf, werden diese Arbeiten durch das Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe fortgeführt, zumal schon jetzt klar ist, daß es für jede einzelne Region des Landes typische genetische Lagepunkte und ein dementsprechen-

Befunde aus der hydrogeochemisch-genetischen Bewertung genauso herangezogen werden wie die aus den Bohrergebnissen und Stichtagsmessungen.

2. Hydrogeochemische Grundlagen und Berechnungsmatrix

Zur genetischen Bewertung des Grundwassers im brandenburgischen Raum nach seiner Herkunft ist im allgemeinen das nachfolgende Untersuchungsspektrum, auch aus Kostengründen, ausreichend: Leitfähigkeit, Temperatur, pH-Wert, Eh-Wert, Chlorid, Sulfat, Hydrogenkarbonat, Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium, Phosphat, Ammonium, Nitrit, Nitrat, Chemischer Sauerstoffbedarf (Mangan/Chromat) und UV-Extinktion bei 254 nm. Auf die Einhaltung der zulässigen Abweichung der Ionensummenbilanz ist nach den vorliegenden empirischen Befunden im vorgegebenen Rahmen unbedingt zu achten, da sonst keine auswertbaren Ergebnisse mehr erzielt werden können. Folgende Genauigkeitsanforderungen an die hydrogeochemische Analytik in der zulässigen Abweichung (e) der Ionensummenbilanz bei entsprechenden Gesamtsalzgehalten sind einzuhalten:

5 mval/l	→ e = 0 – 0,5 %
≤ 7,5 mval/l	→ e = 1,0 %
≤ 10 mval/l	→ e = 2,0 %
≤ 15 mval/l	→ e = 3,0 %
> 15 mval/l	→ e = 5,0 %

Die Zuordnung der Wässer zu genetischen Grundtypen erfolgt nach den Verhältnissen der Moläquivalente der Karbonat- und Sulfationen zu den Moläquivalenten der Calcium- und Magnesiumionen entsprechend Tabelle 1.

Tab. 1 Grundtypen der Wässer nach VALJAŠKO (1961), RECHLIN, SCHIRRMESTER, W. (1997):

	$\frac{r\text{CO}_3+r\text{HCO}_3}{r\text{Ca} + r\text{Mg}}$	$\frac{r\text{CO}_3+r\text{HCO}_3+r\text{SO}_4}{r\text{Ca} + r\text{Mg}}$	$\frac{r\text{CO}_3+r\text{HCO}_3+r\text{SO}_4}{r\text{Ca}}$
Natriumtyp	> 1	> 1	> 1
Sulfattyp	< 1	> 1	> 1
Magnesiumtyp	< 1	< 1	> 1
Chloridtyp	< 1	< 1	< 1

des, regional gültiges, hydrogeochemisches Genesemodell geben wird, das Rückschlüsse auf die zugrundeliegenden Lagerungsverhältnisse zuläßt. Damit ist es möglich, die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung und das Gefährdungspotential konkreter Standorte für die Grundwasserlagerstätten zu bewerten, Nutzungsbeschränkungen auf ihre Erforderlichkeit zu überprüfen und Lage und Größe von Trinkwasserschutzgebieten zu verifizieren. In jedem Falle ist die Kenntnis der hydrogeologischen Verhältnisse des Bewertungsraumes unerläßliche Voraussetzung. Diese werden u. a. in dem sich in Erarbeitung befindenden hydrogeologischen Kartenwerk von Brandenburg im Maßstab 1 : 50 000 (HYK 50) zusammengefaßt dargestellt, wobei bei der Konstruktion hydrogeologischer Schnittdarstellungen und deren kartenmäßiger Darstellung die

Diese Kriterien besagen: Zum Natriumtyp gehören sämtliche Wässer, in denen der Karbonatgehalt nicht durch die Calcium- und Magnesiumionen-Konzentrationen der Wässer abgedeckt wird, d. h. NaHCO₃-Wässer.

Für die Wässer des Sulfattyps ist bestimmend, daß Calcium und Magnesium den Karbonatgehalt abdecken. Bei den Wässern dieses Typs reicht diese Menge jedoch nicht aus, um auch den Sulfatgehalt abzudecken, und in der Lösung tritt deshalb freies Na₂SO₄ auf.

In den Wässern des Magnesiumtyps ist die Calcium- und Magnesiumkonzentration so groß, daß auch die Sulfate abgedeckt werden; Calcium allein reicht dazu jedoch nicht aus, so daß die überschüssigen SO₄-Ionen als MgSO₄ vorliegen.

Die Wässer des Chloridtyps werden durch Calciumgehalte charakterisiert, die über den Konzentrationen an Sulfaten und Karbonaten liegen. Calcium liegt als Chlorid gebunden vor.

Im Unterschied zu anderen statistischen Klassifikationen ist die Typbezeichnung nicht identisch mit den vorherrschenden Anionen und Kationen in Grundwässern.

Nach der Zuordnung der Wässer zu den Grundtypen werden die Lagepunkte im Diagramm entsprechend der nachfolgenden Matrix berechnet und die für die Beurteilung wichtigen hypothetischen Salze ermittelt:

1. Natriumtyp

Zu diesem genetischen Grundtyp gehören alle Salze des Kations Natrium. Bestimmend ist, daß nur hier NaHCO_3 auftreten kann.

$$\begin{aligned} \text{an } 1 &= r\text{CO}_3 + r\text{HCO}_3 \\ \text{an } 2 &= r\text{SO}_4 \\ \text{an } 3 &= r\text{Cl} \\ \text{bn } 1 &= r\text{Ca} \\ \text{bn } 2 &= r\text{Mg} \\ \text{bn } 3 &= r\text{Na} \end{aligned}$$

Zusammensetzung im Wasser:

-	NaHCO_3	Na_2SO_4	NaCl (KCl)
MgCO_3	$\text{Mg(HCO}_3)_2$	-	-
CaCO_3	$\text{Ca(HCO}_3)_2$	-	-

- $\text{an } 1 - (\text{bn } 1 + \text{bn } 2) = \text{an } 1^*$
- $\text{an } 1^* + \text{an } 2 + \text{an } 3 = \Sigma \text{ an}$
- $\frac{\text{an } 1^* \times 100}{\Sigma \text{ an}} = a \%$
- $\frac{\text{an } 2 \times 100}{\Sigma \text{ an}} = b \%$
- $\frac{\text{an } 3 \times 100}{\Sigma \text{ an}} = c \%$

2. Sulfattyp

Hierzu gehören alle Salze des Anions Sulfat. Bestimmend ist das hypothetische Salz CaSO_4 .

$$\begin{aligned} \text{an } 1 &= r\text{HCO}_3 \\ \text{an } 2 &= r\text{SO}_4 \\ \text{an } 3 &= r\text{Cl} \\ \text{bn } 1 &= r\text{Ca} \\ \text{bn } 2 &= r\text{Mg} \\ \text{bn } 3 &= r\text{Na} \end{aligned}$$

Zusammensetzung im Wasser:

-	-	Na_2SO_4	NaCl (KCl)
MgCO_3	$\text{Mg(HCO}_3)_2$	MgSO_4	-
CaCO_3	$\text{Ca(HCO}_3)_2$	CaSO_4	-

- $(\text{bn } 1 + \text{bn } 2) - \text{an } 1 = \text{bn } 2^*$
- $\text{an } 2 + \text{an } 3 = \Sigma \text{ an}$
- $\frac{\text{an } 2 \times 100}{\Sigma \text{ an}} = d \%$
- $\frac{\text{bn } 2^* \times 100}{\Sigma \text{ an}} = e \%$
- $\frac{\text{an } 3 \times 100}{\Sigma \text{ an}} = m \%$ $d + m = 100 \%$

$$6. \quad \frac{\text{bn } 3 \times 100}{\Sigma \text{ an}} = n \% \quad e + n = 100 \%$$

3. Magnesiumtyp

Hierzu gehören alle Salze des Kations Magnesium.

$$\begin{aligned} \text{an } 1 &= r\text{HCO}_3 \\ \text{an } 2 &= r\text{SO}_4 \\ \text{an } 3 &= r\text{Cl} \\ \text{bn } 1 &= r\text{Ca} \\ \text{bn } 2 &= r\text{Mg} \\ \text{bn } 3 &= r\text{Na} \end{aligned}$$

Zusammensetzung im Wasser:

-	-	NaCl (KCl)	MgCl_2
MgCO_3	$\text{Mg(HCO}_3)_2$	MgSO_4	MgCl_2
CaCO_3	$\text{Ca(HCO}_3)_2$	CaSO_4	-

- $(\text{an } 1 + \text{an } 2) - \text{bn } 1 = \text{an } 2^*$
 $\text{an } 2^* = \text{Mg(HCO}_3)_2 + \text{MgSO}_4$
- $\text{bn } 2 + \text{bn } 3 = \Sigma \text{ bn}$
- $\frac{\text{an } 2^* \times 100}{\Sigma \text{ bn}} = d \%$
- $\frac{\text{bn } 2 \times 100}{\Sigma \text{ bn}} = e \%$
- $\frac{\text{bn } 3 \times 100}{\Sigma \text{ bn}} = m \%$ $d + m = 100 \%$
- $\frac{\text{bn } 3 \times 100}{\Sigma \text{ bn}} = n \%$ $e + n = 100 \%$

3. Chloridtyp

Hierzu gehören alle Salze des Anions Chlorid. Bestimmend ist das CaCl_2 .

$$\begin{aligned} \text{an } 1 &= r\text{HCO}_3 \\ \text{an } 2 &= r\text{SO}_4 \\ \text{an } 3 &= r\text{Cl} \\ \text{bn } 1 &= r\text{Ca} \\ \text{bn } 2 &= r\text{Mg} \\ \text{bn } 3 &= r\text{Na} \end{aligned}$$

Zusammensetzung im Wasser:

-	-	-	NaCl (KCl)
-	-	MgCl_2	CaCl_2
CaCO_3	$\text{Ca(HCO}_3)_2$	CaSO_4	CaCl_2

- $\text{bn } 1 - (\text{an } 1 + \text{an } 2) = \text{bn } 1^*$
- $\text{bn } 1^* + \text{bn } 2 + \text{bn } 3 = \Sigma \text{ bn}$
- $\frac{\text{bn } 2 \times 100}{\Sigma \text{ bn}} = f \%$
- $\frac{\text{bn } 1^* \times 100}{\Sigma \text{ bn}} = g \%$
- $\frac{\text{bn } 3 \times 100}{\Sigma \text{ bn}} = h \%$ $f + g + h = 100 \%$

Literatur

- MANHENKE, V., HANNEMANN, M. & B. RECHLIN (1995): Gliederung und Bezeichnung der Grundwasserleiterkomplexe im Lockergestein des Landes Brandenburg. - Brandenburgische Geowiss. Beiträge 2, 1 Kleinmachnow
- LEHMANN, H. W. (1974): Geochemie und Genesis der Tiefenwässer der Nordostdeutschen Senke.- Zeitschrift für Angewandte Geologie 20, 11/12

- RECHLIN, B. (1987): Bericht zu den Untersuchungsergebnissen der hydrochemischen Entwicklung der Brunnengalerien des Wasserwerkes II „Potsdam - Leipziger Straße“ des VEB WAB Potsdam zur Ermittlung von Förderraten als Voraussetzung von Bewirtschaftungsvarianten, Abteilung Geologie, Potsdam (unveröffentlicht)
- VALJAŠKO, M. G. u. a. (1961): Geochemie der Halokinese. - In: Sb. Tr. geol. Fakut. Moskau, Izdat. mosk. Univ. (russ.)
- VALJAŠKO, M. G. (1962): Geochemische Gesetzmäßigkeiten der Entstehung der Kalisalzagerstätten. - Verlag der Moskauer Universität (russ.). (Übersetzung der Zentralen Forschungsstelle der Kali-Industrie TU Leuna-Merseburg)

Mitteilung aus dem Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg No. 102

Anschrift des Autors:

Dipl.-Geol. Berthold Rechlin

Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg

Stahnsdorfer Damm 77

14532 Kleinmachnow

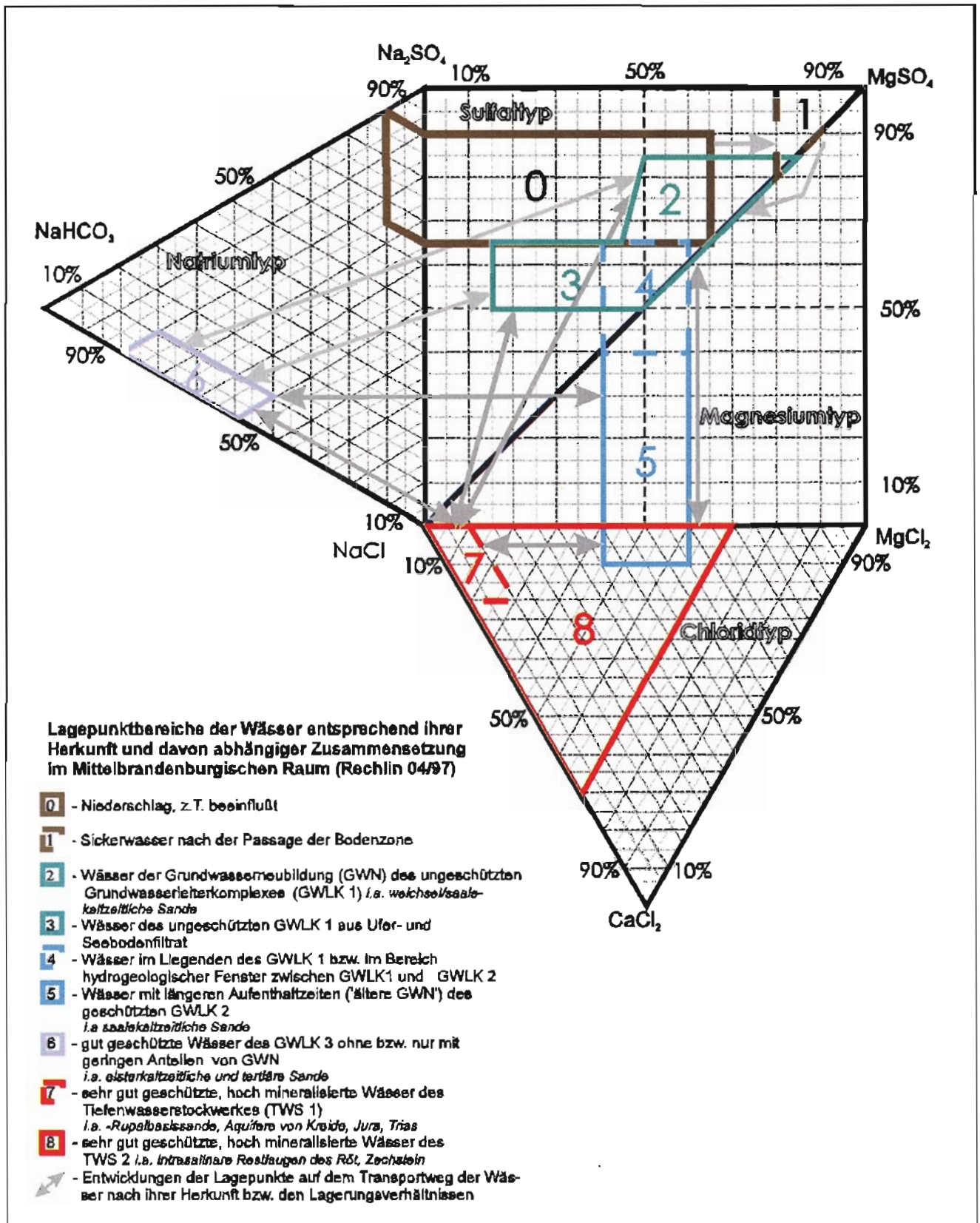


Abb.3

Hydrogeochemisches Genesemodell der Wässer in den Grundwasserleiterkomplexen des Landes Brandenburg
 Gliederung nach maßgebenden hypothetischen Salzen (RECHLIN, B. & W. SCHIRRMEISTER 1997; Berechnungen und Diagramm nach VALJASKO 1961)