

Brandenburgische Geowiss. Beitr.	Kleinmachnow	5 (1998), 2	S. 73–79	2 Abb., 1 Tab., 6 Lit.
----------------------------------	--------------	-------------	----------	------------------------

Hydrogeologische Verhältnisse im brandenburgischen Abschnitt des Odertales ¹⁾

GERHARD HOTZAN

1. Geologischer Bau und Grundwasserleiter im brandenburgischen Einzugsgebiet der Oder

Die Oder bildet in Brandenburg zusammen mit der Lausitzer Neiße und der Westoder ein zusammenhängendes Flußsystem. Sie weist eine Gesamtlänge von 161,7 km auf. Nur ca. 5 % ihres Einzugsgebietes liegen auf dem Territorium der BRD (5587 km²). Die Oder ist in Brandenburg als ein typischer Flachlandfluß zu charakterisieren. Sie weist ein relativ geringes Gefälle auf.

Die Wasserführung ist großen Schwankungen unterworfen. Der minimale Niedrigwasserabfluß betrug am Pegel Hohen- saaten-Finow NNQ = 111 m³/s und der maximale Hochwasserabfluß HHQ = 3480 m³/s. Der mittlere Abfluß wurde im Zeitraum 1921 - 1990 mit 540 m³/s errechnet.

Das Mittlere und Untere Odertal erhielt seine heutige Gestalt im Ergebnis der geologischen Prozesse seit dem Saale-Spätglazial. Das durch den saale-2-kaltzeitlichen Oder-Gletscher ausgeräumte und durch Toteis teilweise plombierte Gebiet diente abschnittsweise, d.h. in Abhängigkeit vom Zurücktauen der weichselkaltzeitlichen Gletscher, als Hauptabflußbahn der Schmelzwässer in nördlicher Richtung. Im Holozän erfolgten weitere Eintiefungen und Sedimentationen auf unterschiedlichen Terrassenniveaus, die sich auch gegenwärtig noch im Landschaftsbild abzeichnen.

In Brandenburg können von Süd nach Nord folgende Abschnitte des Odertales aus geomorphologischer Sicht unterschieden werden:

Neuzeller Niederung,
Ziltendorfer Niederung,
Oderdurchbruchstal bei Frankfurt/Oder,
Oderbruch,
Unteres Odertal.

Nach Westen wird das Odertal durch die Grundmoränenplatten

der Fünfeichener Hochfläche,
der Lebuser Platte,
des Barnims und
der Uckermärker Hochfläche begrenzt.

Die Hochflächenbereiche, insbesondere die Fünfeichener Hochfläche, die Lebuser Platte, der Barnim sowie die Uckermärker Hochfläche wurden saalekaltzeitlich angelegt und in der Weichselkaltzeit nochmals glazigen überprägt. An der Oberfläche do-

minieren mächtige Geschiebemergelkomplexe (20 - 80 m) saalekaltzeitlichen (südlich der Eisrandlage der Frankfurter Staff- fel) und weichselkaltzeitlichen Alters (insbesondere in der Uk- kermark nördlich des Verbreitungsgebietes der Pommerschen Haupteisrandlage). Neben den bindigen Ablagerungen der Grundmoränen, die als Grundwassergeringleiter fungieren, wurden auch rollige glazifluviatile und fluviatile Ablagerungen, d.h. die Grundwasserleiter (GWL), in den Vor- und Nachschütt- phasen der Vereisungszyklen sedimentiert. Das Kornspektrum und demzufolge auch die Durchlässigkeitsbeiwerte sind breit gestaffelt und reichen von Schluffen ($K_f = \text{ca. } 1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$) über Fein- und Mittelsande ($K_f = \text{ca. } 1 \cdot 10^{-4} - 5 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$) bis zu Grobsanden und Kiesen ($K_f = \text{ca. } 8 - 10 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$). Die Mäch- tigkeit und laterale Verbreitung schwanken in Abhängigkeit von den Bildungsbedingungen äußerst stark. Mächtigkeiten im De- kameterbereich sind als normal anzusehen.

Auf der Fünfeichener Hochfläche, der Lebuser Platte sowie der Barnimhochfläche besitzen saalekaltzeitlich angelegte Stauchungskomplexe eine weite Verbreitung (Abb. 1). Die ursprünglich horizontal abgelagerte Schichtenfolge ist hier durch den Druck der vorrückenden Gletscher in vielfältiger Weise verschuppt und verfaltet worden. Dadurch wurden ei- nerseits die ursprünglichen Wasserwegsamkeiten und unter- irdischen Abflußverhältnisse gestört, andererseits aber auch neue hydraulische Verbindungen zwischen GWLn unter- schiedlichen Alters geschaffen. Die Steilstellung der Schich- ten bewirkt die Schaffung der Voraussetzung für die Spei- sung der tieferliegenden bedeckten GWL durch die Grund- wasserneubildung.

Nach der in Brandenburg gebräuchlichen Klassifikation der Grundwasserleiter von MANHENKE u.a. (1995) können die be- deckten GWL der Hochflächen den Grundwasserleiterkomple- xen (GWLK) 2 und 3 zugeordnet werden. Die Abbildung 2 zeigt die Verbreitung insbesondere des GWLK 2 in Brandenburg.

Im Vorfeld der Rückzugsstaffeln des Brandenburger Stadiums der Weichselkaltzeit, insbesondere der Eisrandlage der Frank- furter Staffel sowie der Pommerschen Haupteisrandlage wur- den mächtige Schlauch- und Flächensander geschüttet. Die Flächensander zeigen eine ständige, ungespannte Grundwas- serführung und entwässern in Richtung der Urstromtäler.

¹⁾ Vortrag zur I. Internationalen Oder-Forschungskonferenz 15.6. bis 19.6.1998 in Krakow (Polen)

Am Hochflächenrand sind häufig periglaziale Trockentäler zu beobachten. Sie entstanden durch die Schmelzwässer der abtauenden Toteisfelder der letzten Vereisung und führten diese in östliche Richtung, d.h. zum Odertal, ab. In Abhängigkeit von der Größe des Einzugsgebietes haben sie die Geschiebemergelkomplexe der Hochflächen tiefgründig erodiert und Grundwasserleiter angeschnitten. Ihre Ausfüllung mit rolligen Sedimenten bewirkt gute Wasserwegsamkeiten ($K_f = \text{ca. } 1 - 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$).

Genetisch stellen die Terrassensysteme des Odertales glazifluviatile bis fluviatile Sedimentationskomplexe dar, die im Weichselspätglazial angelegt wurden, als die Oder aufgrund der Blockierung durch die weichselkaltzeitlichen Gletscher noch nicht als Hauptabflußbahn wirkte. Auch morphologisch heben sich diese Bereiche von den holozänen, d.h. jüngeren, Bildungen des Odertales ab. Die Terrassensedimente lagern diskordant auf den z.T. verfalteten tertiären und saalekaltzeitlichen Sedimenten. Im allgemeinen herrschen $\pm$ sölhliche Lagerungsverhältnisse vor. Im oberflächennahen Bereich dominieren Fein- bis Mittelsande fluviatilen Ursprungs ($K_f = \text{ca. } 1 - 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$), nach der Tiefe werden die Sedimente zunehmend grobklastischer ($K_f = \text{bis ca. } 8 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$) und besitzen eine glazifluviatile spätweichselkaltzeitliche Genese. Die Terrassensedimente bilden einen unbedeckten Grundwasserleiter mit einer ständigen, ungespannten Grundwasserführung. Ihre Mächtigkeit erreicht ca. 5 - 15 m.

Im Odereinzugsgebiet erstrecken sich Teilbereiche des Warschau-Berliner und des Torun-Eberswalder Urstromtales. Sie dienten als Hauptabflußbahnen der Schmelzwässer des Brandenburger bzw. des Pommerschen Stadiums der Weichselkaltzeit. Die Hochflächen wurden dabei bis auf ein Niveau von 0 bis +20 m NN erodiert. Die entstandenen Hohlformen wurden mit dem Nachlassen der Reliefeenergie der Schmelzwässer hauptsächlich mit rolligen Sedimenten ausgefüllt. Ähnlich wie im Bereich der Oderterrassen findet man in Oberflächennähe Fein- bis Mittelsande, die zur Basis der Schichtenfolge hin zunehmend grobklastischer werden ($K_f = \text{ca. } 1 - 8 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$).

Im Bereich des Warschau-Berliner Urstromtales erreicht die Mächtigkeit der weichsel-1-kaltzeitlichen Sedimente 30 - 40 m. Lokal werden erosionsbedingt auch saalekaltzeitliche rollige Bildungen angeschnitten, so daß sich die Mächtigkeit der rolligen Schichtenfolge auf ca. 60 m erhöhen kann. Im Eberswalder Urstromtal ist die Mächtigkeit der weichsel-2-kaltzeitlichen Sedimente bedeutend geringer. Sie erreichen Maximalwerte von ca. 15 m und liegen im Durchschnitt bei ca. 10 m. Die Urstromtalsedimente bilden einen unbedeckten Grundwasserleiter mit einer ständigen, ungespannten Grundwasserführung.

Das Odertal erstreckt sich in einer präweichselglazial angelegten Depression, die weichsel- und postweichselglazial modifiziert wurde. Die Lagerungsverhältnisse des quartären Schichtenverbandes sind ungestört und sölhlich. An der Oberfläche lagert eine Wechselfolge von holozänen humosen Feinsanden, Mudden und Torfen sowie Aueton. Sie erreicht eine Gesamtmächtigkeit von durchschnittlich 1 - 5 m, maximal 10 m. Die rolligen Bildungen in diesem Niveau sind als

Grundwasserleiter anzusehen ($K_f = \text{ca. } 1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$). Sie zeigen jedoch nur eine begrenzte lokale Verbreitung. Die Ausbildung grundwassergeringleitender Schichten im Liegenden (z.B. Aueton, Torfe) bewirkt häufig ihre hydraulische Trennung vom im Liegenden folgenden Grundwasserleiter. Die Wasserführung ist somit als Schichtwasser bzw. Drängewasser der Vorfluter anzusehen.

Bei lückenhafter Verbreitung der liegenden bindigen Deckschichten bestehen hydraulische Verbindungen zwischen den holozänen und weichselkaltzeitlichen GWL. Die gesamte holozän-spätweichselkaltzeitliche Schichtenfolge ist in diesem Falle als einheitlicher Grundwasserleiterkomplex aufzufassen.

Das Liegende des GWLK bildet ein spätweichselkaltzeitlich bis holozän abgelagerter Sedimentkomplex. Er erreicht eine Mächtigkeit von ca. 20 - 30 m und besteht im oberen Teil hauptsächlich aus holozänen Fein- bis Mittelsanden, die nach der Tiefe in spätweichselkaltzeitliche Mittel- bis Grobsande übergehen ($K_f = \text{ca. } 1 \cdot 10^{-4} - 8 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$). Diese Sedimente bilden den eigentlichen Hauptgrundwasserleiter des Odertales.

Als Liegendstauer dient ein ca. 50 - 80 m mächtiger Komplex saalekaltzeitlicher Geschiebemergel und Beckenschluffe. In den in der Tiefe folgenden elsterkaltzeitlichen Schichten findet man lokal ebenfalls süßwasserführende GWL, jedoch ist aufgrund der Tiefe und dem möglichen Aufdringen versalzener Tiefenwässer ihre wasserwirtschaftliche Bedeutung gering.

2. Hydrodynamische Verhältnisse im brandenburgischen Einzugsgebiet der Oder

Die Hauptgrundwasserscheide zwischen Ostsee und Nordsee, d.h. zwischen den Einzugsgebieten von Elbe und Oder, bildet die westliche Begrenzung des Einzugsgebietes der Oder. Sie verläuft konform mit den höchsten Erhebungen der saalekaltzeitlich angelegten Stauchungsgebiete auf den Hochflächen.

Die GWL der Hochflächen sind bis auf Ausnahmen im Bereich der periglazialen Rinnen bedeckt, d.h. das Grundwasser ist gespannt. Die Druckspiegelfläche ist mit einem Gefälle von 3 - 5 ‰ nach Ost bis Nordost geneigt. Der Grundwasserflurabstand ist relativ hoch und wird wesentlich durch die Mächtigkeit der hangenden grundwasserhemmenden Deckschichten bestimmt. Im Bereich der Stauchungsgebiete können Grundwasserflurabstände von mehreren Dekametern beobachtet werden (ca. 30 - 50 m).

Das Warschau-Berliner und das Torun-Eberswalder Urstromtal sind durch einen relativ mächtigen, unbedeckten Hauptgrundwasserleiter charakterisiert. Der Grundwasserflurabstand ist mit 1 - 5 m unter Gelände (u. Gel.) oberflächennah. Im Odereinzugsgebiet erfolgt die Entwässerung in östlicher Richtung. Das Gefälle der Grundwasseroberfläche beträgt nur 1 - 2 ‰. Das Grundwasser des Hauptgrundwasserleiters steht mit den Oberflächenwässern der Vorfluter in hydraulischer Verbindung und wird durch diese ebenfalls hydrodynamisch beeinflusst. Die ursprünglichen Wasserläufe wurden seit dem

Mittelalter zu schiffbaren Kanälen ausgebaut (Oder-Spree-Kanal im Berliner Urstromtal, Oder-Havel-Kanal im Eberswalder Urstromtal). Durch Schleusen und ein Schiffshebewerk werden die Niveauunterschiede zwischen den Urstromtälern und dem Odertal überwunden.

Die Oderniederung weist erosionsbedingt (morphologisch als auch hydrodynamisch) das tiefste Niveau des Einzugsgebietes auf. Die Grundwässer der bedeckten GWL der Hochflächen treten in den Terrassenbereichen in das Odertal ein. Insbesondere in den Übergangsbereichen sind hohe Grundwassergefällegradienten von 5 - 10 ‰ zu beobachten. Die generelle Grundwasserfließrichtung ist nach Ost bis Nordost orientiert, wobei die Grundwasserflurabstände bei ca. 3 - 5 m u. Gel. liegen. Im eigentlichen Odertal wird die Grundwasserdynamik insbesondere durch Meliorationsmaßnahmen und die Eindeichung in den Poldergebieten, im Oderbruch durch zwei entgegengesetzt gerichtete Strömungsrichtungen gekennzeichnet. Einerseits wirkt der Abfluß von den Hochflächen, andererseits der Drängewasserstrom der Oder. Diese Grundwasser-Strömung ist in östliche bis nordöstliche Richtung orientiert und weist ein Gefälle von 0,2 - 0,5 ‰ auf. Die im Ergebnis der Eindeichung der Oder erzielte Verlagerung der Vorfluter an den östlichen Rand des Odertales macht es erforderlich, daß die Vorfluterfunktion durch ein System von Meliorationsgräben übernommen wird. Diese Gräben besitzen durchschnittliche Einschnittiefen von ca. 1,8 m, maximal bis 5 m und weisen dadurch in den meisten Fällen hydraulische Verbindungen zum Hauptgrundwasserleiter auf. Durch Regulierung über Schöpfwerke wird ein Wasserstand

von 0,5 - 2 m u. Gel. gehalten. Da das Niveau der Oder bis zu 4 m über dem der umgebenden Niederung liegt, sind über weite Strecken keine natürlichen Zuflüsse in die Oder vorhanden. Nach dem Frankfurter Oderdurchbruchstal mit seinen kleinen Zuflüssen (Bardaune, Klinge u.a.) bildet erst die Alte Oder bei Hohensaaten den nächsten Zufluß. Die Überleitung der Wässer aus den Gräben erfolgt deshalb mit Hilfe von 15 Schöpfwerken.

Der Verlauf der eingedeichten Oder über dem Niveau der umgebenden Niederung bewirkt in diesen Bereichen ein Einspeisung des Oderwassers in den Hauptgrundwasserleiter. Diese "Drängewasserströmung" wird im Isohypsenbild deutlich. Ihre Reichweite wird maßgeblich vom Wasserstand im Vorfluter bestimmt. Bei Hochwasser können die Zuflüsse Größenordnungen von 10 m³/s erreichen und damit bis 90 % der Zuflüsse in den Gräben ausmachen. Die Drängewasserströmung ist in westliche bis nordwestliche Richtung orientiert. Das Grundwassergefälle ist mit ca. 0,2 - 0,5 ‰ analog dem der Zuflüsse von den Hochflächen.

3. Grundwasserneubildung und Grundwasserbewirtschaftung

Der Osten Brandenburgs ist mit einer jährlichen Niederschlagsmenge von ca. 450 mm (Oderbruch) bis ca. 560 mm (Barnimhochfläche) als relativ niederschlagsarm zu bezeichnen. Demzufolge sind auch die GW-Neubildungsraten in diesem Gebiet mit ca. 4,6 - 5,6 l/s · km² in den Hochflächenbereichen als nicht sehr hoch anzusehen. Die Grundwasserneu-

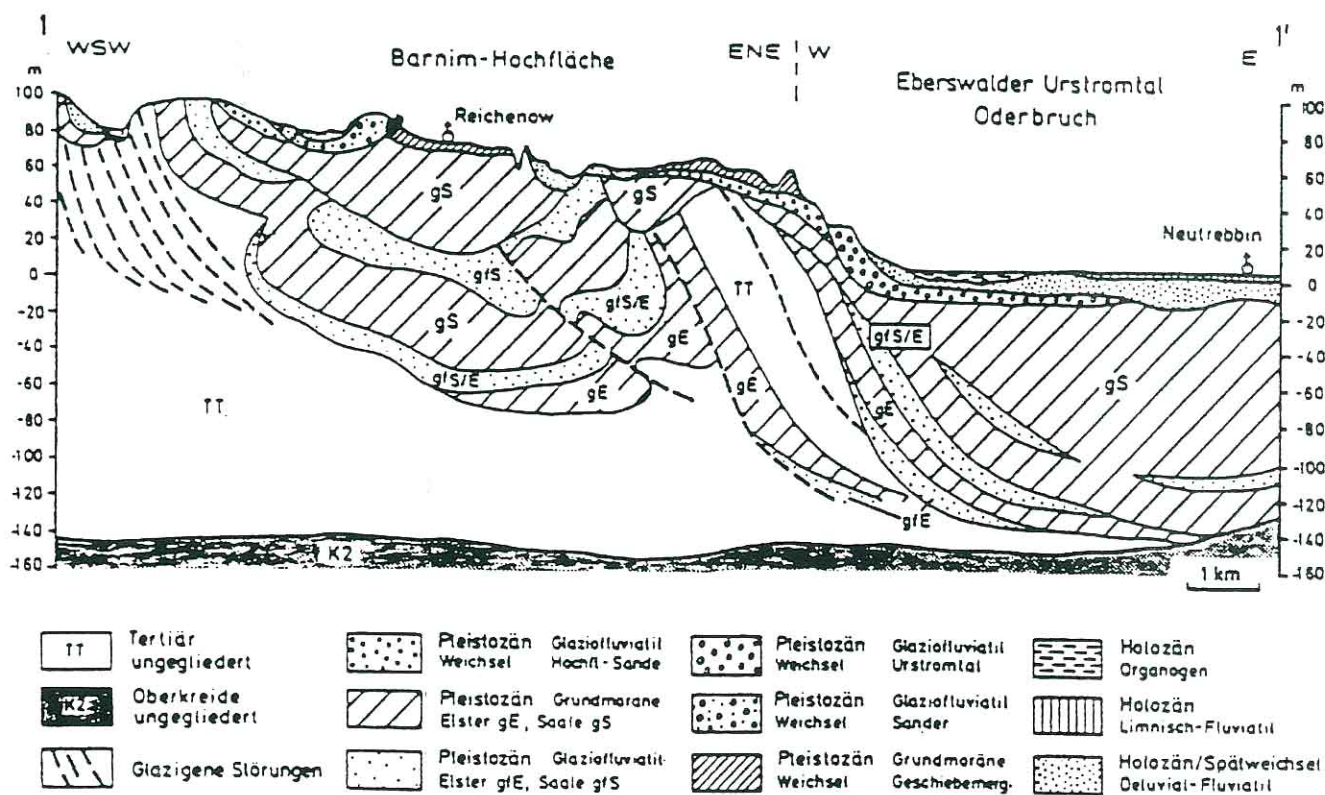


Abb. 1

Geologisches Profil durch die Barnimhochfläche und das Odertal im Raum Reichenow-Neutrebbin.

Aus: HANNEMANN, M. & W. SCHIRMER 1995

bildung und Speisung der tiefen bedeckten GWL vollzieht sich hauptsächlich in den Stauchungsgebieten. Die mächtigen, häufig lückenlos ausgebildeten Geschiebemergelkomplexe gestatten nur beim Vorhandensein geologischer Fenster und einem abwärtsgerichteten Druckpotential größere Speisungsraten. Über weite Strecken ist die GW-Neubildung mit ca. $1,5 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ äußerst gering.

Für die Grundwasserneubildung günstigere geologische Voraussetzungen bestehen im Bereich der Urstromtäler und der spätpleistozänen Schmelzwasserterrassen. Der hier verbreitete, mächtige unbedeckte GWL läßt höhere Versickerungs- und Neubildungsraten zu. Allerdings gestattet die nach Osten abnehmende Niederschlagsmenge nur durchschnittliche Neubildungsraten von ca. $2,5 - 4,5 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$.

Die Oderniederung mit ihren großflächig geringen Grundwasserflurabständen ist über weite Strecken als GW-Zehrgebiet zu betrachten. Die Verdunstungsraten liegen zwischen $400 - 500 \text{ mm/a}$. Da sich bei Niedrigwasser der Oder auch der Drängewasserstrom auf ca. $2 \text{ m}^3/\text{s}$ verringert, sind insbesondere die Polderflächen und das Oderbruch in diesen Zeiten als Wassermangelgebiete zu betrachten. Eine Grundwasserneubildung findet in diesen Bereichen fast nicht statt (Neubildungsraten $0,0 - 2,5 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$).

Bis vor 250 Jahren war das Odertal eine anthropogen weitestgehend unberührte Flußauenlandschaft. Unter dem Druck der Schaffung neuer landwirtschaftlicher Nutzflächen im 18. Jahrhundert wurden nach holländischem Vorbild gezielte Maßnahmen zur Umgestaltung der Flußau der Oder eingeleitet. Durch Deiche wurde der Fluß reguliert und begradigt. Zur Schaffung größerer zusammenhängender Flächen wurde er an den Ostrand des Tales verlegt.

Mit Hilfe von Grabensystemen und Schöpfwerken konnte der Wasserstand im Bereich der sich somit entwickelnden landwirtschaftlichen Nutzflächen reguliert werden. Die hohe Grundwasserzehrung machte insbesondere in niederschlagsarmen Zeiten auch eine Bewässerung durch Beregnung bzw. durch Einstau erforderlich.

Im Ergebnis des gezielten Eingriffs des Menschen in den Wasserhaushalt der Region wurden im Laufe der Jahrhunderte landwirtschaftliche Nutzflächen in einer Größenordnung von ca. 1000 km^2 geschaffen. Ihr gezielter Rückbau, wie im Bereich des Nationalparks Unteres Odertal, verlangt aber auch eine hydrologisch-hydrogeologische Begleitung und kontinuierliche Beobachtung und Dokumentation dieser Prozesse.

Die Entstehung von Siedlungs- und Industriezentren im Einzugsgebiet der Oder, insbesondere seit den 60er Jahren unseres Jahrhunderts, ließ auch den Bedarf an qualitativ hochwertigem Trink- und Brauchwasser drastisch ansteigen. Insbesondere die Schaffung des Eisenhüttenkombinates Ost in Eisenhüttenstadt und des Petrochemischen Kombinates sowie der Papierfabrik in Schwedt/Oder erforderten den Bau leistungsfähiger Wasserwerke. Auch Ballungsgebiete wie Frankfurt (Oder) und Eberswalde mußten versorgt werden. Deshalb wurde das Odereinzugsgebiet systematisch hydrogeologisch erkundet. Das Ziel

dieser Arbeiten bestand darin, standortkonkret, d.h. in unmittelbarer Nähe der Verbraucher, die benötigte Wassermenge in entsprechender Qualität nachzuweisen. Der Investitionsaufwand sollte dabei so gering wie möglich gehalten werden.

Als günstige Fassungsstandorte erwiesen sich die Randbereiche der Hochflächen zu den Urstromtälern und den spätpleistozänen Schmelzwasserterrassen des Odertales. An dieser Stelle sollen nur einige Beispiele genannt werden:

- Wasserwerk Eisenhüttenstadt: Das Wasserwerk betreibt Fassungen in Pohlitz und Rautenkranz. Diese sind im unbedeckten Hauptgrundwasserleiter des Warschauer Berliner Urstromtales verfiltert. Das unterirdische Grundwassereinzugsgebiet erstreckt sich bis zu den Stauchungsgebieten im Zentralteil der Fünfeichener Hochfläche. Das Grundwasser strömt den Fassungen von den bedeckten GWL der Fünfeichener Hochfläche zu, wird aber auch im Urstromtal neugebildet. Die große Mächtigkeit des GWL und die lithologische Ausbildung ($K_f = \text{ca. } 5 - 8 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$) gestatten die Gewinnung großer Wassermengen (ca. $22 \text{ Tm}^3/\text{d}$) bei äußerst geringen Absenkungsraten. Die Grundwasserqualität ist einwandfrei.
- Wasserwerk Frankfurt (Oder) I: Dieser Fassungsstandort wurde in der Oderniederung errichtet. Die Brunnen förderten bei einer Gesamtmenge von ca. $10 \text{ Tm}^3/\text{d}$ zu ca. 90 % ein Uferfiltrat aus der Oder. Nur ca. 10 % der gefaßten Wassermenge hatte seinen Ursprung in den bedeckten GWL der Lebuser Platte. Durch die glazigenen Deformationen der Schichtenfolge ist die Wasserwegsamkeit dieser GWL z.T. stark eingeschränkt. In den Brunnen konnte eine Wassermenge bis zu $10\,000 \text{ m}^3/\text{d}$ gewonnen werden. Probleme traten insbesondere bei Hochwasser auf (Überschwemmung der Brunnen). Auch Qualitätsprobleme bewirkten, daß die Förderung eingestellt wurde. Heute wird Frankfurt (Oder) ausschließlich durch das Wasserwerk Briesen (Spree-Elbe-Einzugsgebiet) versorgt ($Q_{365} = \text{ca. } 20\,000 - 30\,000 \text{ m}^3/\text{d}$).
- Wasserwerk Wriezen: Die Fassung dieses Wasserwerkes wurde im Bereich der spätpleistozänen Schmelzwasserterrassen des Oderbruches errichtet. Wie bereits oben beschrieben strömen in diesen Bereichen große Mengen qualitativ hochwertiger Hochflächenwässer (d.h. aus gut geschützten, bedeckten GWL) den Brunnen zu. Die günstigen K_f -Werte unterstützen die Fassung größerer Wassermengen. Jedoch ist der unbedeckte GWL äußerst empfindlich gegenüber anthropogenen Kontaminationen. Deshalb wurden und werden gegenwärtig Trinkwasserschutzzonen ausgrenzt, in denen Nutzungsbeschränkungen für Bebauung, Gewerbeansiedlung und den Umgang mit wassergefährdenden Stoffen gelten. Das Wasserwerk Wriezen ist eines der Hauptwasserwerke zur Versorgung der Gemeinden im Oderbruch ($Q_{365} = \text{ca. } 1000 \text{ m}^3/\text{d}$). Die ursprünglich dort befindlichen Wasserwerke wurden wegen zunehmender Qualitätsprobleme, die aufbereitungstechnisch nicht mehr beherrschbar waren, geschlossen (Huminsäuren, Fe^{2+} , Mn^{2+} , NO_3^-).

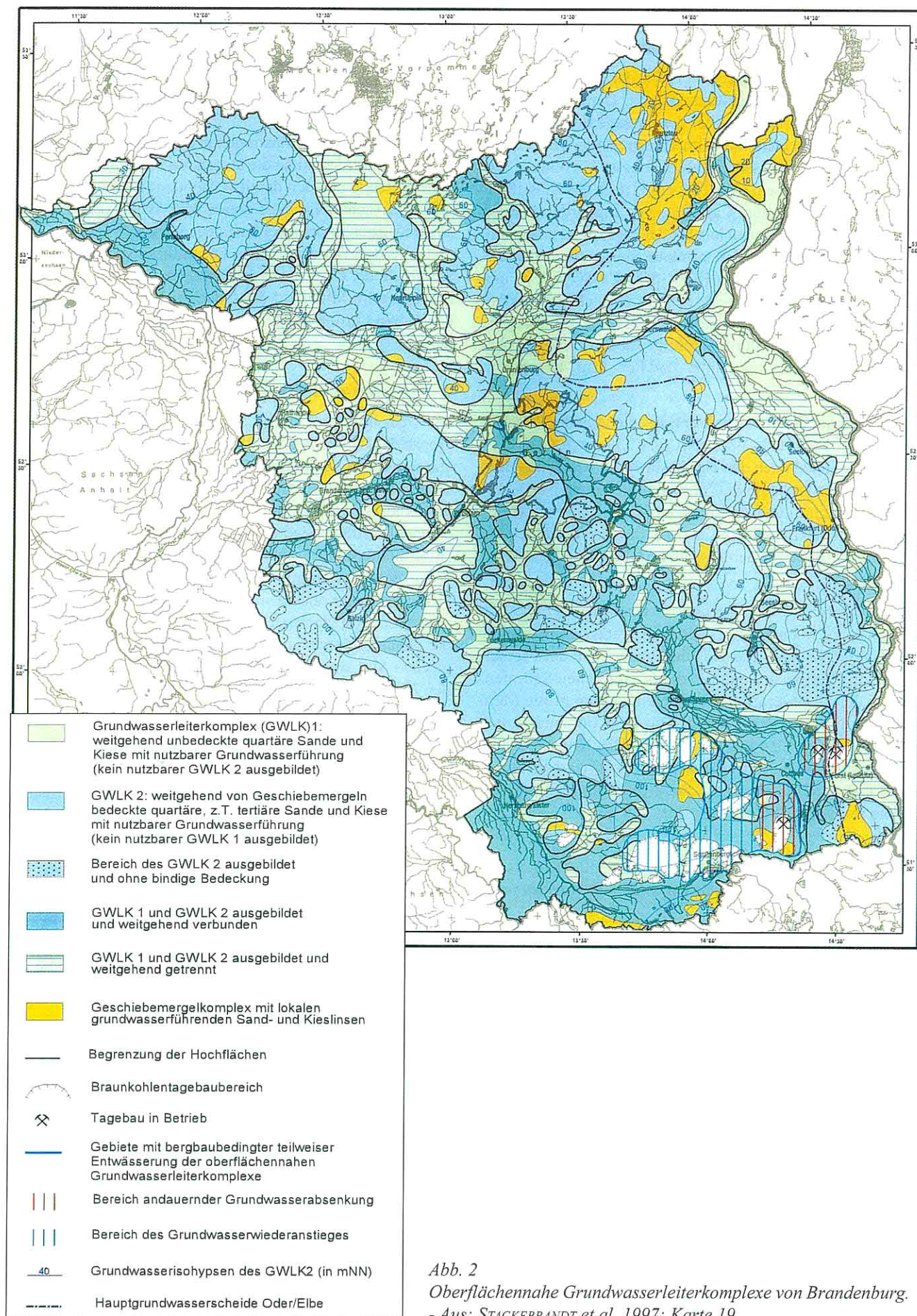


Abb. 2
Oberflächennahe Grundwasserleiterkomplexe von Brandenburg.
- Aus: STACHEBRANDT et al. 1997; Karte 19

4. Grundwasserchemismus und Kontaminationspotentiale im Odereinzugsgebiet

Die Grundwässer der bedeckten GWL der Hochflächen besitzen einen hohen Geschütztheitsgrad. Dementsprechend lang sind die Verweilzeiten bei der Passage durch die hängenden Deckschichten und beim Transport von den Neubildungs- bis zu den Fassungsgebieten bzw. Vorflutern. Die Grundwässer in diesem Bereich werden nach der Klassifikation von ŠČUKAREV dem Ca-HCO_3 -Typ zugeordnet. Durch Kationenaustausch können lokal NaHCO_3 -Wässer entstehen. Im Bereich des Berliner Urstromtales sind gering mineralisierte Wässer der Typen $\text{Ca-HCO}_3\text{-SO}_4$, $\text{Ca-SO}_4\text{-HCO}_3$ und Ca-HCO_3 nach ŠČUKAREV verbreitet, wobei sich die sulfatbetonten Wässer auf den unbedeckten GWL konzentrieren. Typische Ionenkonzentrationen zeigt Tabelle 1. Geogen bedingt treten erhöhte Ammonium- und Fe^{2+} , Mn^{2+} -Konzentrationen auf.

Im Bereich der Schmelzwasserterrassen und in der Oderniederung sind die Grundwässer den Ca-HCO_3 - sowie $\text{Ca-HCO}_3\text{-SO}_4$ -Typen, lokal auch den $\text{Na+K-Ca-HCO}_3\text{-Cl}$ -Typen nach ŠČUKAREV zuzuordnen. Auffällig sind die hohen NaCl - und SO_4^{2-} -Konzentrationen im Mittleren Odertal. Hier wirkt sich der Einfluß der Drängewässer der Oder aus, die durch die Einleitung von Bergbauabwässern im Oberstrom diese Belastung zeigen.

In der Oderniederung wurden im Grundwasser darüber hinaus erhöhte Fe^{2+} , Mn^{2+} - sowie Nitratkonzentrationen beobachtet. Diese haben z.T. ihre Ursache in der Freisetzung von Huminsäuren durch die organogenen Sedimente. Bei der Degeneration von Torfen werden große Mengen von Nitraten freigesetzt. Die Fe -Konzentrationen können dabei 8 - 14 mg/l erreichen. Die Nitrat-Gehalte schwanken um den Grenzwert der Trinkwasserverordnung (50 mg/l) und führten zur Stilllegung der Wasserwerke im Oderbruch.

Neben den bereits oben beschriebenen Huminsäuren und Nitraten sind als weiteres geogenes Kontaminationspotential die Salzstrukturen, insbesondere im Raum Gartz zu nennen. Die Ablaugung des Scheitelbereiches dieser Salzstruktur führt zur Anreicherung mit NaCl - und CaSO_4 -reichen Wässern.

Anthropogene Kontaminationen in den Polderbereichen und im Odertal werden durch die langandauernde landwirtschaftliche Nutzung und den damit verbundenen Düngemitelein-satz verursacht. Als Folge dieser Aktivitäten sind lokal erhöhte Konzentrationen der Ionen der Stickstoff-Gruppe (NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+) zu verzeichnen. Die anthropogen verursachte Salzfracht der Oder hat in den Drängewasserbereichen, insbesondere im Mittellauf der Oder bei Niedrigwasser einen deutlichen Einfluß auf den Grundwasserchemismus der Region.

5. Zusammenfassung

Die Oder bildet auf einer Länge von ca. 161,7 km die Ostgrenze des Landes Brandenburg. Nur ca. 5 % der Gesamtfläche des Einzugsgebietes erstrecken sich auf brandenburgischem Territorium. Dennoch besitzt dieses Gebiet aus hydrogeologischer Sicht eine große Bedeutung, da sich hier einerseits größere Siedlungs- und Industriezentren befinden (Eisenhüttenstadt, Frankfurt /Oder, Eberswalde, Schwedt), deren Wasserversorgung zu gewährleisten ist und andererseits sich insbesondere im Odertal eingedeichte landwirtschaftliche Nutzflächen erstrecken, deren Bestand direkt von der genauen Kenntnis der hydrologischen und hydrogeologischen Verhältnisse in diesem Bereich abhängt. Auch für den Naturpark "Unteres Odertal" ist die Kenntnis und Berücksichtigung der hydrogeologischen Verhältnisse von größter Bedeutung.

Zum Einzugsgebiet der Oder gehören aus hydrogeologischer Sicht nicht nur das unmittelbare Odertal, sondern auch große Bereiche der angrenzenden Hochflächen.

Tab. 1

Grundwasserchemismus an ausgewählten Standorten im Einzugsgebiet der Oder

Geologische Position	Wasserwerksstandort	Ionen-Konzentration in mg/l											
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Fe _{ges.}	Mn _{ges.}	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻
Hochfläche	Eberswalde	83,1	19,0			347,7	35,4	28,4	1,41	0,27	0,08	0,0	0,001
Spätpleistozäne Schmelzwasserterrasse	Wriezen	115,7	15,5			274,5	108,9	45,4	0,15	0,13	0,01	31,0	0,001
Berliner Urstromtal	Eisenhüttenstadt/ Pohlitz	88,8	7,3	16,0	4,0	274,5	36,5	38,2	0,75	0,18	0,22	7,8	0,04
Oderdurchbruchstal	Frankfurt (Oder) I	95,9	16,3	69,3	6,2	201,3	114,2	140,4	5,7	1,66	0,73	2,8	0,015
	Brieskow-Finkenheerd	170,4	12,5			73,2	375	191,7	0,28	0,17	0,28	8,7	1,5
Unteres Odertal	Schwedt- Schloßwiesenspolder	135,6	15,0	60,0	10,0	396,5	103,3	85,1	3,22	1,25	1,46	21,1	0,05
Oderbruch	Zäckeriner Loose	120,7	15,0			335,5	153,5	49,7	0,57	2,13	0,19	36,6	0,2
	Wollup	115,7	19,4			274,5	104,3	88,0	9,0	5,59	3,22	0,0	0,04
	Alt Tucheband	77,4	7,8			256,2	32,5	58,2	14,25	2,64	0,99	1,55	0,09

Die Oderniederung weist erosionsbedingt das tiefste Niveau des Einzugsgebietes auf. Aufgrund der Niederschlagsarmut in diesem Gebiet und der großflächigen Verbreitung von als Grundwassergeringleiter wirkenden organogenen (Torf, Mudde) und bindigen Sedimenten (Aueton) im Hangendbereich des Grundwasserleiters sind die Grundwasserneubildungsprozesse stark eingeschränkt.

Die Eindeichung der Stromoder bewirkte, daß das Niveau des Vorfluters z.T. heute mehrere Meter über dem Niveau der Oderniederung liegt. Da während der Bauarbeiten, die vor ca. 250 Jahren begannen, keine Abdichtung des Flußbettes vorgenommen wurde, erfolgt eine Speisung des unbedeckten Grundwasserleiters durch den Vorfluter.

Da die hydrodynamischen Verhältnisse der Flußbaue durch die Eindeichung gestört wurden, besteht die Notwendigkeit, durch künstliche Wasserhaltungsmaßnahmen dafür einen Ausgleich zu schaffen. Zur Regulierung der Wasserstände im Oderbruch und den Polderflächen wurde ein umfangreiches System von Meliorationsgräben angelegt. Über Schöpfwerke erfolgt die Überleitung dieser Wässer zur Oder.

Die Grundwasserqualität im Einzugsgebiet der Oder wird einerseits durch die Grundwässer der bedeckten Grundwasserleiter der Hochflächen sowie die Neubildungswässer mit ihren spezifischen Beschaffenheiten, andererseits durch die anthropogen beeinflussten Drängewässer des Vorfluters geprägt.

Anthropogene Kontaminationen in den Polderbereichen und im Oderbruch werden durch die langandauernde landwirtschaftliche Nutzung und den damit verbundenen Düngermiteinsatz (Nitrat) verursacht. Auch das Oderwasser ist anthropogen beeinflusst und hat als Drängewasser einen bedeutenden Einfluß auf den Grundwasserchemismus der Region.

Summary

The river Odra forms in a length of about 161,7 km the eastern border of the Land Brandenburg. Only 5 % of the total catchment area of the Odra are part of the Brandenburgian territory. Nevertheless this region has a great importance from hydrogeological point of view because here are located larger centres of settlement and industry (Eisenhüttenstadt, Frankfurt/Oder, Eberswalde, Schwedt), the water supply of them is to ensure. On the other hand it is to consider that diked agricultural acreage especially in the valley of Odra directly depend on the detailed knowledge of the hydrological and hydrogeological situation in this region including the nature reserve "Unteres Odertal (Lower Odra Valley)".

From hydrogeological point of view not only the Odra Valley belongs to the catchment area of the Odra, but also large areas of the adjacent flat uplands.

The lowland of Odra shows the deepest level of the catchment area. The renewal processes of groundwater are very restricted on account of the low precipitation and the widespread occurrence of minor permeable sediments (peat, organic silt, meadows clay) on the top of the aquifers.

The diking of the Odra caused the elevation of the corrosive base level above the level of the Odra lowland. The uncovered aquifer is alimentated by the receiving stream, because there are no sealing of the river bed since the diking measures had been begun about 250 years ago.

The quality of groundwater in the catchment area of the Odra is determined on the one hand by the groundwater of the covered aquifers of the flat uplands and the renewed water as well as by the anthropogenic influenced penetrating water of the Odra on the other hand.

Anthropogenic contaminations in the Oderbruch and the retention areas are caused by the traditional agriculture and the use of fertilizer (nitrate). The water of Odra is anthropogenically affected and has an important influence on the regional chemical compositions of groundwater in form of the penetrating water.

Literatur

- JORDAN, H. & H.-J. WEDER (1995): Hydrogeologie.- 1., stark überarb. und erw. Aufl. - Stuttgart (Enke Verlag)
- KNISPEL, H. (1993): Grundwasservorratsprognose Ostbrandenburg - ehemaliger Bezirk Frankfurt/Oder, Hydrogeologie Berlin-Brandenburg GmbH.
- MANHENKE, V., HANNEMANN, M., RECHLIN B. (1995): Gliederung und Bezeichnung der Grundwasserleiterkomplexe im Lockergestein des Landes Brandenburg. - Brandenburgische Geowiss. Beitr. 1, S. 12, Kleinmachnow
- STACKEBRANDT, W., EHMKE, G. & V. MANHENKE (Hrsg.) (1997): Atlas zur Geologie von Brandenburg im Maßstab 1 : 1 000 000. - Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg, Kleinmachnow.
- SCHIRMER, W. (ed.) (1995): Quarternary field trips in Central Europe.- Vol. 4, Exkursionen in Berlin und Umland, München (Verlag Dr. Friedrich Pfeil).
- Oderbericht zur Wasserqualität (1995): Landesumweltamt Brandenburg, Potsdam.

Mitteilung aus dem Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg No. 123

Anschrift des Autors:

Dipl.- Geol. Gerhard Hotzan
Landesamt für Geowissenschaften
und Rohstoffe Brandenburg
Regionalbüro Frankfurt/Oder
Schulstr.16
15230 Frankfurt/Oder