

Brandenburgische Geowiss. Beitr.	Kleinmachnow	6 (1999), 1	S. 5–20	8 Abb., 4 Tab., 24 Lit.
----------------------------------	--------------	-------------	---------	-------------------------

Überblick über das Geopotential des Landes Brandenburg

VOLKER MANHENKE

1. Geopotentialgliederung

Mit dem Begriff Geopotential wird das Leistungsvermögen der Erde bezogen auf die Nutzung durch den Menschen bezeichnet. Dieses Leistungsvermögen ist komplex zu bewerten. Sidorenko (1968) formulierte: „Vom geologischen Standpunkt aus muß das nicht nur eine Einschätzung der Bodenschätze sein, sondern eine Einschätzung der natürlichen und negativen Eigenschaften der Erdrinde, der günstigen und ungünstigen Besonderheiten der Erdrinde hinsichtlich der Arbeit und der Bedürfnisse des Menschen“. Dieses Geopotential besteht hauptsächlich aus dem Naturraumpotential als den von der Natur bereitgestellten Ressourcen, d. h. dem natürlichen günstigen – im weiteren Sinne nutzbaren – und ungünstigen Geopotential.

Auch durch die Tätigkeit des Menschen wurden und werden Potentiale in die Erde eingebracht, die bei entsprechender Ausdehnung ebenfalls zu einem bemerkenswerten nutzbaren oder auch schädlichen Geopotential werden können und bei der Geopotentialbewertung einer Region zu beachten sind. Insbesondere unter dem heutigen Kenntnisstand über die ökologischen Auswirkungen der Tätigkeit des Menschen (u. a. BUND und Misereor 1996) ist dieses vom Menschen geschaffene – anthropogene – Geopotential als eigene Kategorie in eine Gliederung aufzunehmen. Somit möchten wir das Geopotential, das im wesentlichen der Lithosphäre angehört, aber auch auf die Bereiche der Pedo-, Hydro- und Biosphäre wirkt, gliedern in:

- nutzbare natürliches (geogenes) Geopotential,
- überwiegend ungünstiges geogenes Geopotential,
- anthropogenes Geopotential (Tab. 1).

Verfasser ist sich bewußt, daß diese Gliederung noch entwicklungsfähig ist, z. B. ist der Boden nicht nur geogen, sondern auch anthropogen geprägt, z. B. können unter verschiedenen Aspekten ungünstige Geopotentiale in größeren Zeiträumen auch nützlich werden. Das gleiche trifft auf anthropogene Geopotentiale zu. Bergbau z. B. schafft naturbeeinträchtigende Hohlräume und Massenschüttungen und kann Bergbaufolgelandschaften mit Seen, Bio- und Geotopen hinterlassen. Andererseits können nutzbringende Kanäle - verbunden mit der Schaffung von Hohlräumen und Deichmassenschüttungen - schädliche

Folgewirkungen für die Flußlandschaft haben. Die Benennung anthropogener Geopotentiale unterscheidet hier nicht zwischen günstigen und ungünstigen Auswirkungen und ist durchaus nicht vollzählig. Dennoch wird der Versuch unternommen, einen Überblick für das Land Brandenburg zu geben.

Tab. 1 Geopotentialgliederung

Nutzbare geogenes Geopotential	Ungünstiges geogenes Geopotential	Anthropogenes Geopotential
Erdoberfläche	Seismizität	Massen-
Boden	Vulkanismus	schüttungen
Baugrund	Landversatz	Hohlräume
Grundwasser	Versumpfung	Stoffan-
Erdwärme	Versalzung	reicherungen
fest mineralische Rohstoffe	Überschwem-	
Erdöl und Erdgas	mung	
geologische Speicherfor-	Verwehung	
mationen	Verkarstung	

Der nachfolgend dargestellte Kenntnisstand für Brandenburg stützt sich bezüglich des Untergrundes vor allem auf Bohrergebnisse von rund 160 000 Bohrungen, d. h. durchschnittlich 5-6 pro km², die im Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg (LGRB) erfaßt sind (3 300 davon haben das Lockergestein durchteuft und prätertiäre Gesteine erreicht), und auf geophysikalische Meßergebnisse, mit denen vor allem die Verbreitung von Homogenbereichen und z. T. von Strukturen belegt werden kann sowie auf unzählige Erkundungs- und Untersuchungsberichte, die insbesondere im Zeitraum 1945-1989 lückenlos in staatlichen Archiven zusammengetragen und vom LGRB übernommen worden sind.

2. Erdoberfläche, Baugrund und Boden als nutzbare Geopotentiale

Die hauptsächliche Nutzung des brandenburgischen Geopotentials besteht in der Besiedlung der geologisch gebildeten **Erdoberfläche**, des Baugrundes und des Bodens. Als Landesfläche werden für Brandenburg rd. 30 000 km² angegeben, wobei die Fläche immer auf das Geoid (geglättete Erdfigur) bezogen wird. Brandenburgs Oberfläche ist geogen bedingt überwiegend flach. Diese Oberflächengestalt - zusammen mit den Geopotentialen von Boden und Baugrund sowie günstige Wasserverhältnisse und ein gemäßigtes Klima - bieten in Brandenburg großräumig gute Lebensbedingungen für Pflanzen, Tiere und Menschen.

Brandenburgs geologische Bildungen an der Erdoberfläche werden wegen ihrer Form, Schönheit und erdgeschichtlichen Bedeutung nicht selten zu den schutzwürdigen Geotopen gezählt (Göllnitz, Manhenke & Ehmke 1996). **Geotope** sind hervorhebenswerte erdgeschichtliche Bildungen der unbelebten Natur, die Kenntnis über die Entwicklung der Erde und des Lebens vermitteln. Von den etwa 700 für Brandenburg erfaßten Geotopen sind elf Glazial- und vier Bergbaufolgelandschaften sowie 150 Einzelgeotope im „Atlas zur Geologie von Brandenburg“ (Stackebrandt, Ehmke & Manhenke 1997) ausgewiesen. Als besonders hervorhebenswerte Glaziallandschaften Brandenburgs sind zu nennen:

Rheinsberger Glaziallandschaft
Ruppiner Schweiz
Templiner Glaziallandschaft
Choriner Glaziallandschaft
Märkische Schweiz
Potsdamer Glaziallandschaft
Hoher Fläming
Golm-Berg-Gebiet (Niederer Fläming)
Unter- und Oberspreewald
Schlaube-Ölse-Gebiet
Muskauer Faltenbogen.

Ebenso verdanken auch Brandenburgs Seen ihre Entstehung den quartärgeologischen Prozessen. Wegen ihrer Bedeutung für die Erholung und Bewirtschaftung sind sie in diesem Sinne Geopotentiale und oft als Geotop hervorhebenswert. Die Oberflächengestalt Brandenburgs weist kaum natürliche Möglichkeiten zur Anlage von Stauseen und sonstiger Nutzung von Reliefunterschieden einschließlich des fließenden Wassers für die Energiegewinnung - mit Ausnahme von früherem Mühlenbetrieb - auf, die weiten flachen Landstriche bieten jedoch die Möglichkeit der Windkraftnutzung.

Das durch die Lockergesteine geprägte Geopotential **Baugrund** als oberster Teil der Erdrinde, der durch bautechnische Maßnahmen beansprucht oder verändert wird, kann in Brandenburg überwiegend als gut eingestuft werden. Die Sande und Lehme sind durch den pleistozänen Eisdruck bereits verdichtet worden. Sande sind auch nachträglich gut verdichtbar. Bei Lehmen können größere Steineinlagerungen hinderlich sein. Hier können auch Sandlinsen mit Schichtwasser bzw. in Sanden Geschiebemergellagen mit schwebenden, nur lokal erkennbaren Grundwässern auftreten. Hoher

Grundwasserstand in den Urstromtälern und Flußauen wie auch Moorbildungen und Dünen sowie Interglazialschichten kennzeichnen einen ungünstigen Baugrund.

Das Geopotential Baugrund ist nicht nur in den Stadtgebieten anthropogen geprägt. Setzungsgefährdete Kippen und Halden von Braunkohlentagebauen und einsturzgefährdete Hohlräume des ehemaligen Braunkohlentiefbaus (s. Pkt. 9) erfordern insbesondere bei Bauvorhaben spezielle Sanierungsmaßnahmen.

Das Geopotential **Boden** als belebte, lockere, überwiegend klimabedingte oberste Verwitterungsschicht der Erdrinde, ist in Brandenburg im Wesentlichen aus quartärem Lockergestein, vornehmlich glaziären und periglaziären Sedimenten entstanden. Auf lehmig-schluffigem Untergrund sind Böden mit mittlerem Ertragspotential ausgebildet, die besten in der Uckermark mit Schwarzerdeanteilen sowie in der Oder- und Elbeniederung. Die ärmeren Böden auf Sand überwiegen. Vorherrschend sind Braunerden, daneben treten Parabraun- und Fahlerden, Podsol-, Gley- und auch Moorböden auf.

In den rekultivierten Bereichen des Lausitzer Braunkohlereviers bestehen die Kippsubstrate aus anthropogen umgelagerten, pleistozänen und tertiären Sedimenten. Nach meliorativer Behandlung entwickeln sich daraus junge Böden mit geringem Entwicklungsstand. Böden, bei denen durch Umlagerungseinwirkung des Menschen die für Böden typische Aufgliederung in verschiedene Horizonte verlorengegangen ist, bilden eine spezielle Bodenart. Bei dem vorherrschend gemäßigten Klima sind alle Böden Brandenburgs land- und forstwirtschaftlich nutzbar (s. Kühn, in diesem Heft).

3. Nutzbare Grundwasserlagerstätten

Das **Grundwasser** als unterirdisches Wasser, das die Hohlräume der Erdkruste ausfüllt und das durch Versickerung von atmosphärischen Niederschlägen, teilweise auch von Fluß- und Seewasser oder künstlicher Bewässerung und Verrieselung in die Erdschichten gelangt ist, kann in Brandenburg nahezu an jeder Stelle erbohrt werden, wenn auch in unterschiedlichen Tiefen zwischen wenigen Dezimetern bis etwa 100 m. Brandenburg besitzt trotz der für das nordostdeutsche Flachland typischen, nur mäßigen Niederschläge von 500-650 mm pro Jahr durch im quartären und tertiären Lockergestein weiträumig ausgebildete Schicht- bzw. Porengrundwasserleiter ergiebige bis sehr ergiebige Grundwasserlagerstätten.

In etwa 100-300 m Tiefe treten die bis ca. 80 m mächtigen Tone und Schluffe der mitteloligozänen Rupelschichten als maßgeblicher Grundwasserstauer zwischen dem süßwasserführenden Grundwasserstockwerk und dem unterhalb des Rupeltones gelegenen Salzwasserstockwerk auf (s. Abb. 1 u. 6).

Die Lockergesteine des oberen, durchschnittlich 100-200 m mächtigen süßwasserführenden Grundwasserstockwerkes können im wesentlichen in drei aus Sanden und Kiessanden bestehende Grundwasserleiterkomplexe (GWLK, Abb. 1) mit zwischengelagerten grundwasserhemmenden Geschiebemergeln und tonigen Schluffen gegliedert werden.

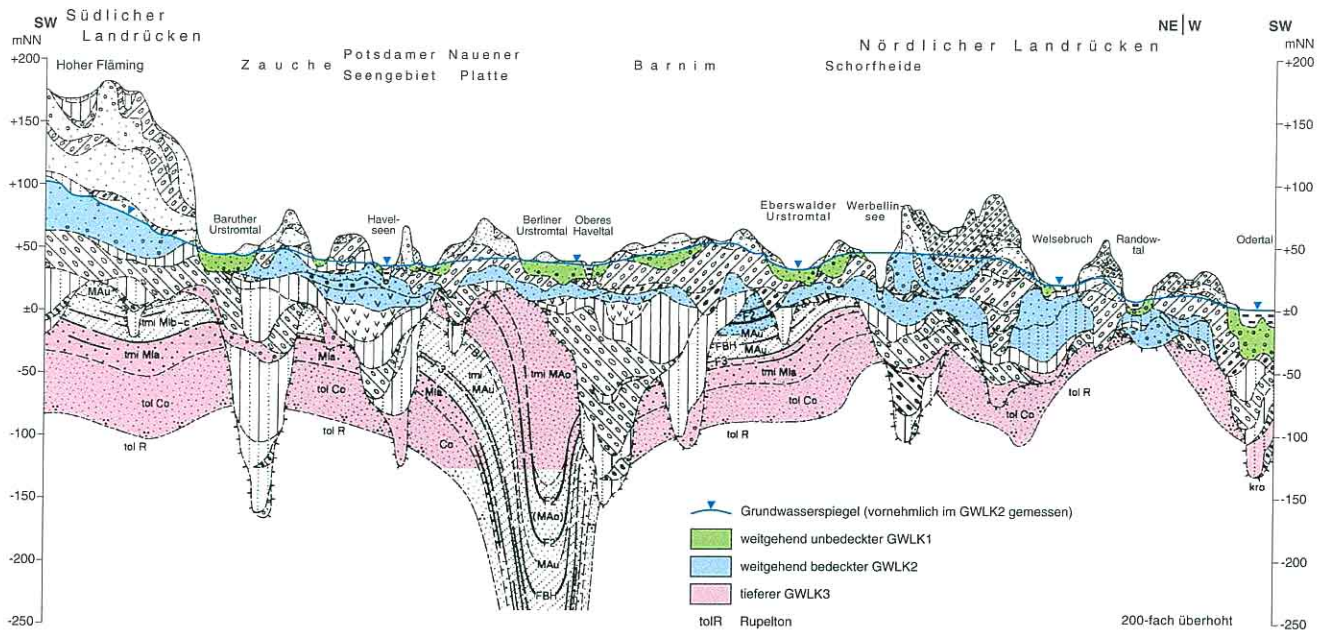


Abb. 1
Geologischer Schnitt bis zum Rupelton mit den nutzbaren Grundwasserleiterkomplexen im Land Brandenburg
Geologie nach LIPPSTREU (Quartär) und JORTZIG (Tertiär)

Oberflächennah sind ein weitgehend unbedeckter GWLK 1 in Urstromtälern und Niederungen, z. T. auch in weichsel- und saalekaltzeitlichen Sanden höherer Gebiete und ein weitgehend von Geschiebemergel bedeckter, überwiegend quartärer GWLK 2 ausgebildet. Der GWLK 2 bildet in Brandenburg den überwiegend genutzten Hauptgrundwasserleiterkomplex. Zum GWLK 2 gehören allgemein

- saalekaltzeitliche Sande zwischen der Saale-I- und Saale-II-Grundmoräne, wenn die Saale-I-Grundmoräne erodiert bzw. nur in Relikten erhalten ist,
- frühsaalekaltzeitliche Sande,
- holsteinwarmzeitliche Sande,
- spätelsterkaltzeitliche Sande,
- tertiäre Sande auf Tertiärhochlagen.

Auf etwa 1/10 der Fläche Brandenburgs sind grundwasserhemmende Holsteinschluffe in den GWLK 2 eingelagert. Nach einer 1996 von Ziermann und Zwirner aus der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe dargestellten Verbreitung und Tiefenlage des Holsteinkomplexes in Berlin-Brandenburg, verbunden mit der Kenntnis, dass die bindige Paludinenbank des Holsteins unter ± 0 m NN liegt, wurde diese Verbreitung in die Abbildung 2 aufgenommen. Ansonsten sind die holsteinzeitlichen Schichten überwiegend feinsandig ausgebildet.

In weiten Gebieten Brandenburgs sind sowohl der GWLK 1 als auch der GWLK 2 ausgebildet, im Elbe- und Odertal sowie den Urstromtälern sind beide meist übereinandergelagert und hydraulisch verbunden. Die Darstellungen in Abbildung 2 u. 3 entsprechen der Karte „Oberflächennahe Grundwasserleiterkomplexe“ im „Atlas zur Geologie von Brandenburg“. Nach Abschluss der im LGRB seit 1996 be-

gonnenen hydrogeologischen Kartierung dieser Grundwasserleiterkomplexe im Maßstab 1 : 50 000 werden präzierte Darstellungen vorgelegt werden.

Im Liegenden tritt der tiefere, überwiegend tertiäre GWLK 3 auf, zu dem auch Sande und Kiese in den nicht selten tief eingeschnittenen quartären Rinnen gehören. Der GWLK 3 ist zum Teil von elsterkaltzeitlichem Geschiebemergel, z. T. von tertiären Schluffkomplexen mit eingeschalteten Braunkohlenflözen überdeckt, z. T. - besonders im Lausitzer Braunkohlengebiet - durch Schluff- bzw. Braunkohle-Schichten untergliedert.

Die Grundwasserleiterkomplexe 1-3 führen Grundwasser, das über Niederschlag, Versickerung und Abfluß am Wasserkreislauf teilnimmt. Der unterirdische Abfluß in den GWLK folgt dem natürlichen Gefälle bzw. dem durch Absenkungstrichter bei der Grundwassergewinnung anthropogen geschaffenen Gefälle und fließt somit den Vorflutern bzw. den Wasserfassungen zu. Die Grundwasserfließrichtung ist in Brandenburg weitgehend auf die Elbe als Hauptvorfluter und ihre Nebenflüsse gerichtet, nur in einem relativ schmalen Bereich Ostbrandenburgs wirken Oder und Neiße als Hauptvorfluter. Der Grundwasserstand im känozoischen Hauptgrundwasserleiterkomplex, der dem GWLK 2 bzw. dem verbundenen GWLK 1 und 2 entspricht, nimmt von > 100 m NN im südlichen Landrücken (Fläming, Lausitz) und > 80 m NN im nördlichen Landrücken (Prignitz, Uckermark) auf unter 40 m NN im Bereich der mittelbrandenburgischen Urstromtäler ab. Im nordwestlichen Elbegebiet sinkt der Grundwasserspiegel auf unter 20 m NN und im Oderbereich bis unter 10 m NN (s. Abb. 3).

Es kann Grundwasser ausgehalten werden, das auf kurzem Wege am aktuellen Wasserkreislauf teilnimmt, das also geringen Alters ist, und Grundwasser, das sehr lange Verweil-

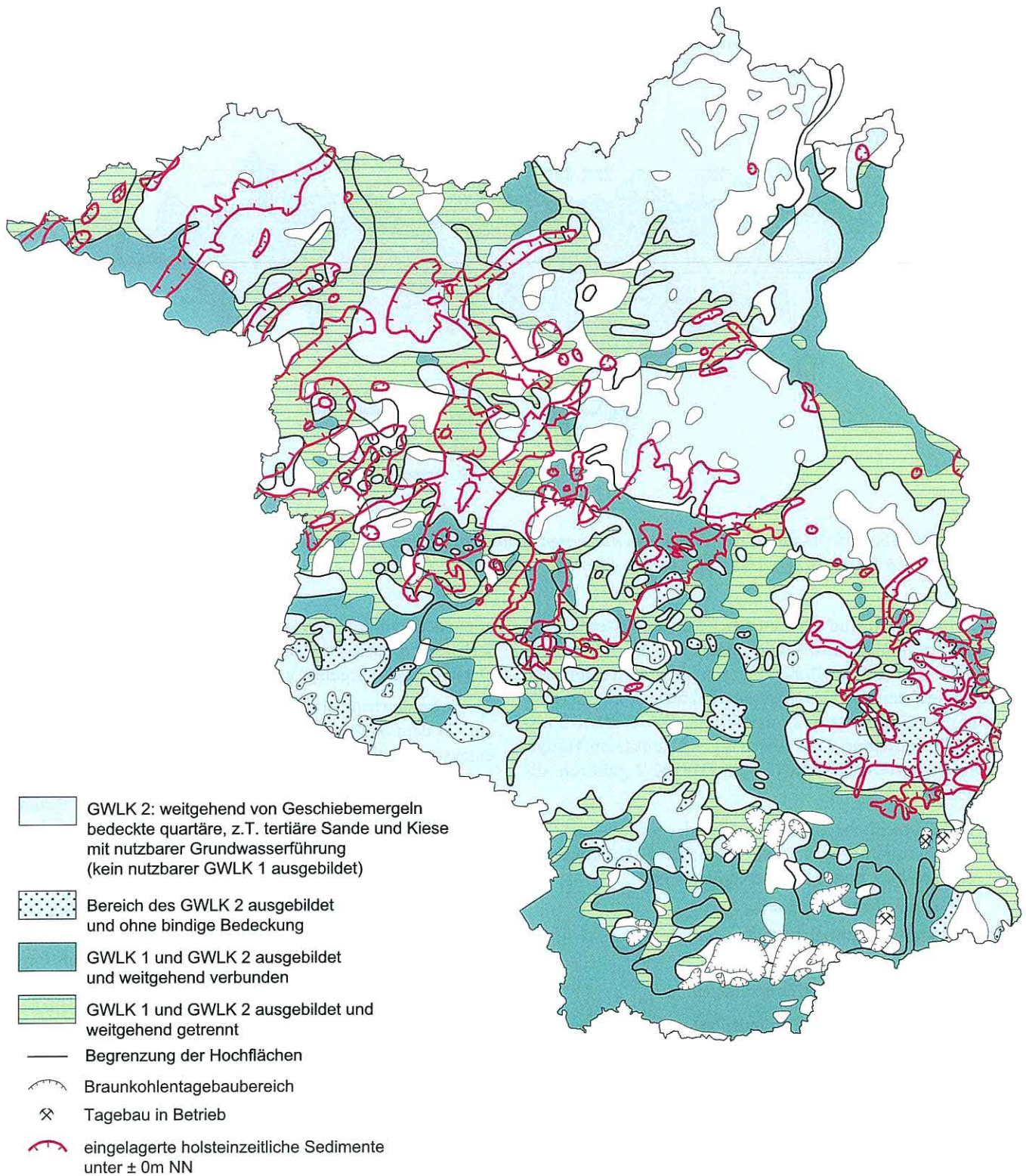


Abb. 2 Verbreitung des Hauptgrundwasserleiterkomplexes (GWLK 2) im Land Brandenburg

zeiten von mehr als 1 000 Jahren im Untergrund aufweist und damit nur in verzögertem bzw. eingeschränktem Maße am Wasserkreislauf teilnehmen kann.

Die vorwiegend nutzbaren oberflächennahen Grundwasserlagerstätten Brandenburgs treten in den GWLK 1 und GWLK 2 auf. Der GWLK 2 führt durch seine schützenden

Deckschichten im allgemeinen überwiegend sauberes Trinkwasser, bei dem vor einer Nutzung meist nur der Härtegrad und der Eisen- und Mangengehalt durch Aufbereitung verringert werden müssen. Die Gesamtmineralisation des Grundwassers liegt durchschnittlich bei 500-750 mg/l, die des tieferen Grundwassers im tertiären, z. T. auch elster-

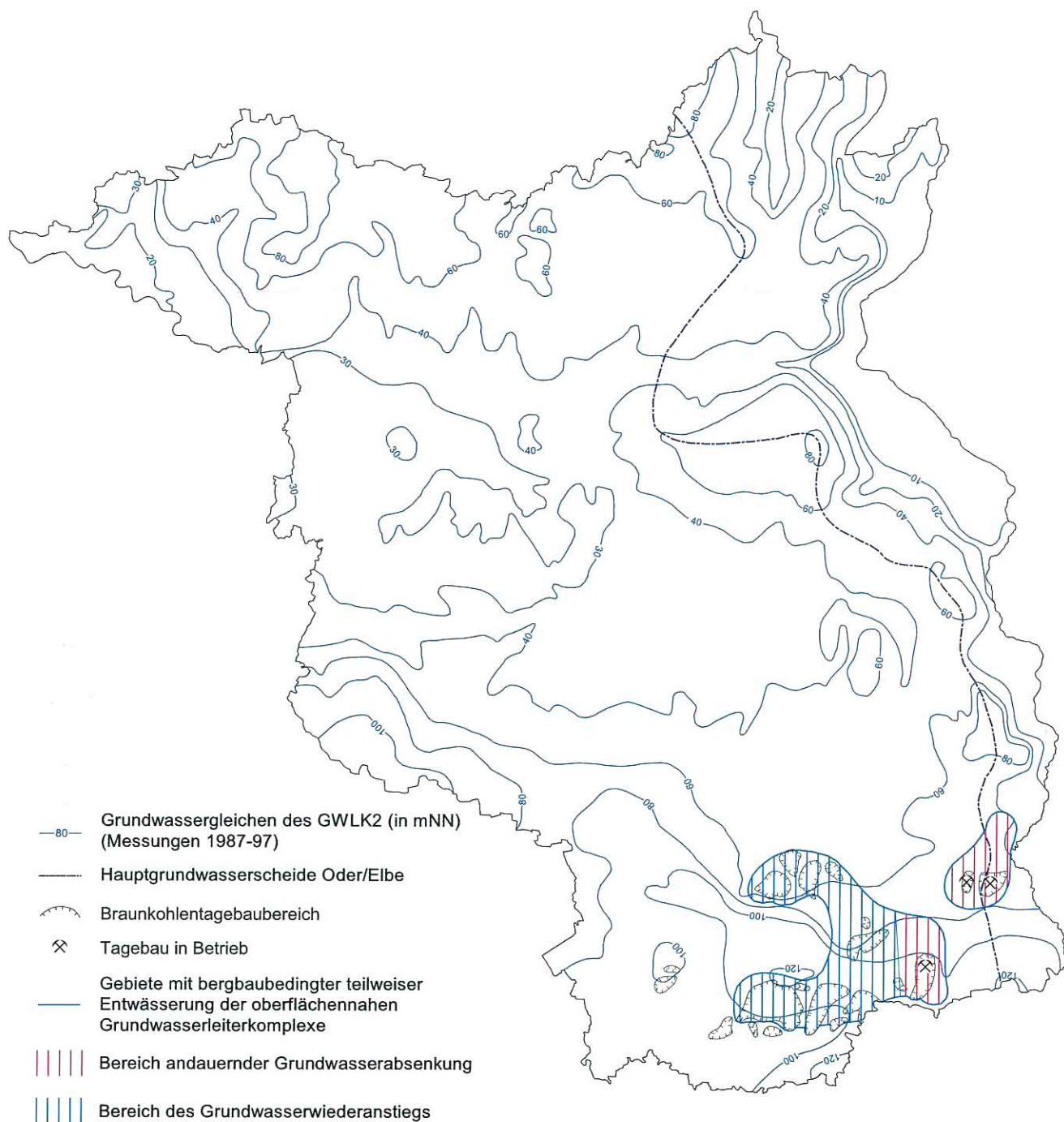


Abb. 3 Grundwassergleichen im känozoischen Hauptgrundwasserleiterkomplex des Landes Brandenburg

kaltzeitlichen GWLK 3 häufig unter 350 mg/l. Letzteres ist natrium- und sulfatarm und zur Mineralwassernutzung gut geeignet.

Dem Schutz des Grundwassers vor anthropogenen Schadstoffen kommt große Bedeutung zu. Bereits heute werden u. a. chlorierte Kohlenwasserstoffe aus industriell und militärisch verursachter Verunreinigung in einzelnen Wasserwerken beobachtet. In Brandenburg bestehen deshalb rund 1 000 Trinkwasserschutzgebiete. Mit der Umweltgeologischen Karte zum Rückhaltevermögen der Grundwasserüberdeckung (Hannemann et al. 1995) hat das LGRB eine Übersicht zur Schutzfunktion der Aerationzone vorgelegt.

Im Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg (LGRB) wurde als Behördenausgabe eine „Karte der ungenutzten und teilgenutzten oberflächennahen Grundwasserlagerstätten des Landes Brandenburg“ erstellt (Hermsdorf et al., in diesem Heft). In diesen Grundwasserlagerstätten wurden Grundwasservorräte mit meist sehr guten Qualitätsparametern und einer Fördermenge von ca. 760 000 m³/d, was etwa dem Bedarf Berlins entspricht, als brandenburgisches Grundwasserreservoir für die Zukunft nachgewiesen.

Als grobe Schätzung können für die Grundwasserlagerstätten Brandenburgs insgesamt Grundwasservorräte von rd. 300 Mrd. m³ angegeben werden, wenn man bei den

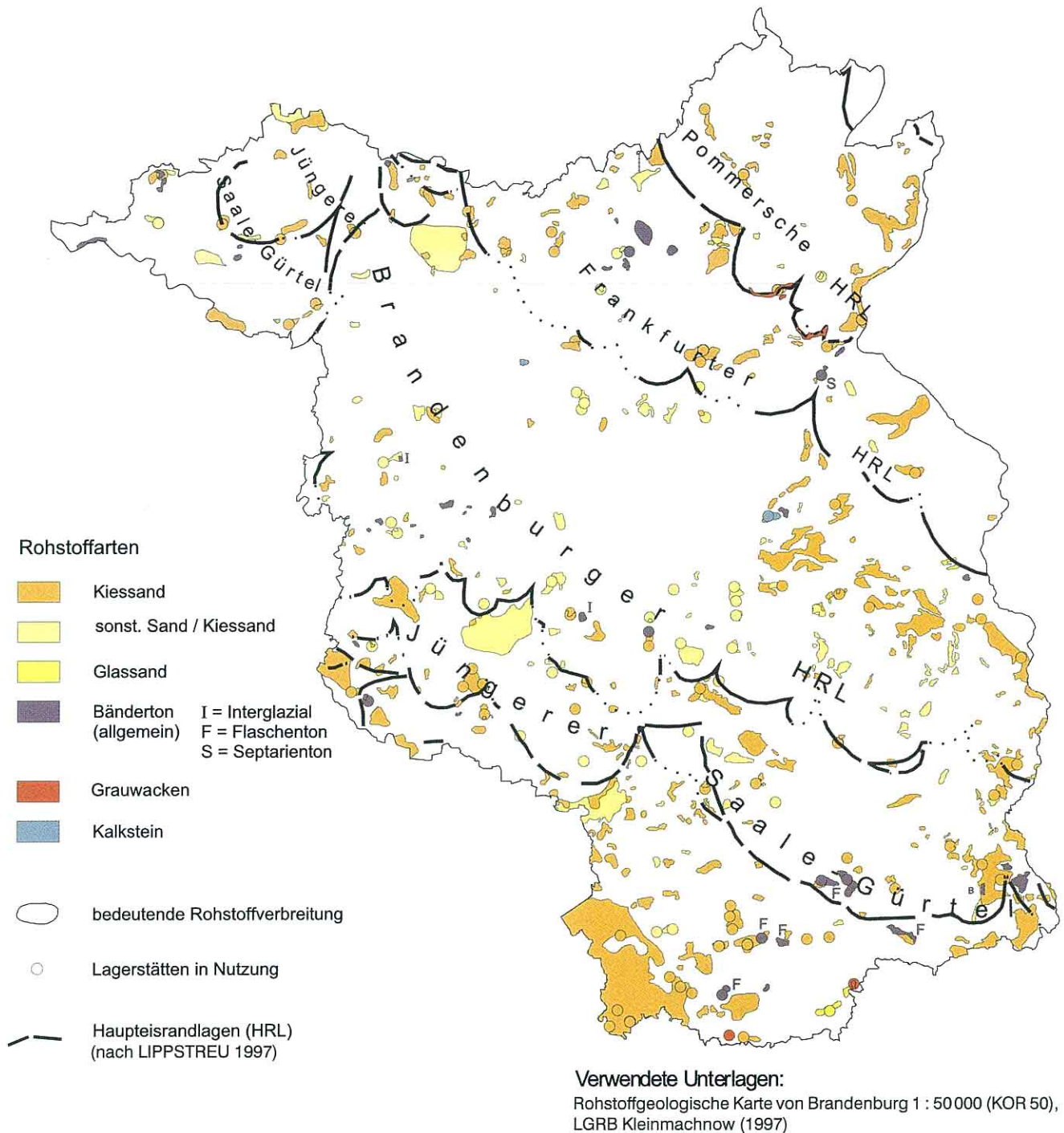


Abb. 4 Verbreitung von oberflächennahen Steine- und Erdenlagerstätten im Land Brandenburg

GWLK Porenvolumina von rd. 20 % ansetzt und einen durch aufsteigendes Salzwasser beeinträchtigten Teil von 20 % abzieht. Bei einer durchschnittlichen Grundwasserneubildung durch anteilige Versickerung der Niederschläge von etwa 3 l/s km² werden jährlich rund 3 Mrd. m³ Grundwasser, d. h. täglich fast 8 Mio m³ neugebildet. In der Wasserwirtschaft rechnet man mit einer aus der Neubildung effektiv gewinnbaren Grundwassermenge von täglich über 2 Mio m³, wovon z. Z. rund 1,5 Mio m³, d. h. das Dreifache des Bedarfs durch Brunnen erschlossen sind (MUNR 1996). Brandenburg ist zweifellos ein grundwasserreiches Land.

Nicht zu den Grundwasserlagerstätten Brandenburgs werden hier die Salzwässer unterhalb des Rupeltones gezählt. Bei diesen Salzwässern handelt es sich um **Thermalsolen**, eine Bezeichnung, die ab > 14,5 g/l Salzgehalt und bei Temperaturen > 22 °C verwendet wird. Diese Thermalsolen sind nicht am Wasserkreislauf beteiligt. Sie sind u. a. wegen ihres Jod- und Eisengehaltes als Heilwässer nutzbar. Thermalsolen können als mineralischer Rohstoff für eine balneologische Nutzung angesehen werden, hinsichtlich einer geothermischen Nutzung durch Wärmeentzug jedoch grundsätzlich dem Geopotential Erdwärme zugeordnet werden (s. Pkt. 6.).

4. Feste mineralische Baurohstoffe und Braunkohle

Die festen mineralischen Rohstoffe gliedern sich im wesentlichen in Steine und Erden, Energierohstoffe, Erze und Salze.

In den durchschnittlich über 150 m mächtigen känozoischen Lockergesteinen Brandenburgs (vgl. Abb. 1) sind Lagerstätten von Steinen und Erden vorwiegend als Baurohstoffe und von Braunkohle als Energierohstoff weit verbreitet.

Als quartäre Rohstoffe treten besonders Lagerstätten von **Kiessanden, Sanden und Tonen** auf. Sie sind generell an glaziale und periglaziale Bildungen gebunden. Wegen des mehrfachen Vorstoßens und Abtauens der Gletscher liegen häufig komplizierte Lagerungsverhältnisse vor.

Besonders günstige Abbaubedingungen weisen fluviatil gebildete Lagerstätten auf. Wirtschaftlich bedeutende und die qualitativ besten Kiessandlagerstätten Brandenburgs mit uneingeschränkter Nutzungseignung für die Bauindustrie als Betonzuschlagstoff sind in den spätpleistozänen-frühholozänen Terrassenbildungen der Elbe (Kreis Elbe-Elster) enthalten. Sie bilden weitflächig zusammenhängende und homogene Rohstoffkörper von mehr als 40 m Mächtigkeit. Die hier gewinnbaren Vorräte werden auf ca. 5 Mrd. t geschätzt. Ihr Kiesanteil liegt bei 50 %. Weniger mächtig und mit geringeren Kiesgehalten sind analoge Lagerstätten im Odergebiet ausgebildet (Kreis Barnim). Mittelpleistozän entstandene Terrassen des Berliner Elbelaufs sind im Raum südlich Berlins bekannt. Diese sind jedoch durch saale- und weichselzeitliche Ablagerungen bedeckt und nur in Einzelaufschlüssen in glazinen aufgeschobenen Schollen zugänglich.

Überwiegend sind die Sand- und Kiessandlagerstätten Brandenburgs glazifluviatil durch Schmelzwässer der Gletscher gebildet worden. Rohstoffgenetisch relevant sind dabei Sander, endmoränenartige Aufschüttungen und intraglaziär gebildete Kames und Oser. Lagerstätten dieses Ursprungs folgen den Eisrandlagen des Saaleglazials (z. B. Lausitzer Grenzwall, Niederer und Hoher Fläming) im Süden und Südosten sowie des Weichselglazials (Endmoränenzüge des Brandenburger Stadiums und der Frankfurter Randlage) im Zentralteil und im Norden des Landes. Charakteristisch für diese Lagerstätten sind deren horizontal und vertikal wechselnder Aufbau, Kiesgehalte von meist $\leq 20\%$, selten über 30 % und z. T. Anteile an abschlämmbaren Bestandteilen größer als 4 %. Hierdurch ist ein erhöhter Aufwand zur Aufbereitung (Siebung, Fraktionierung, Wäsche) notwendig, bevor das Material in der Bauindustrie verwendet werden kann.

Im Vorland von Eisrandlagen kam es in Geländedepressionen zur Ablagerung von Staubeckenschluffen und -tonen (Bänderton). Typisch für diese glazilimnischen Sedimente ist eine rhythmische Feinschichtung überwiegend toniger und überwiegend feinsandiger Schlufflagen. Größere Vorkommen und Lagerstätten sind im Vorland der Pommerschen Eisrandlage im Norden des Landes, im Gebiet des Brandenburger Stadiums im Mittelteil sowie im Altmoränengebiet im Süden und äußersten Nordwesten Brandenburgs geologisch untersucht und bei Mächtigkeiten von $> 6-8$ m bereits in großem Umfang abgebaut worden.

In den holozänen Flußauen der Elbe, Oder und Havel kam es zur Ablagerung von **Auelehmen**. Diese stellen einen qualitativ hochwertigen Rohstoff für die Ziegelindustrie dar, besitzen aber auch einen außerordentlich hohen Ackerbodenwert.

Der derzeitige Kenntnisstand über die Verbreitung der Steine- und Erdenlagerstätten ist im LGRB flächendeckend kartiert und in 85 Karten im Maßstab 1 : 50 000 dargestellt worden. Eine generalisierte Darstellung entsprechend der 2. überarbeiteten Karte 1 : 300 000 des LGRB (Pawlitzy & Liersch 1998) mit Ergänzungen zeigt Abbildung 4.

Bedeutendster Rohstoff im Tertiär Brandenburgs ist die **Braunkohle**. Zur Zeit des Miozäns befand sich Brandenburg im Übergangsbereich zwischen einer von der Nordsee ausgehenden großen Meeresbucht und großen Schuttfächern im Vorland der heutigen Mittelgebirge. Begünstigt durch das tropische Klima herrschten ideale Voraussetzungen für die Bildung von ausgedehnten Mooren, aus denen in der Lausitz 4 Flözhorizonte hervorgingen. Nach Norden lassen sie sich im Untergrund - durch weiträumige Ausräumungszonen unterbrochen - z. T. bis nach Mecklenburg verfolgen, nehmen aber an Mächtigkeit und Reinheit ab. Eingeschaltet sind die Flöze in mächtige Sand-, Schluff- und Tonschichten.

In der DDR waren die Braunkohlenlagerstätten bis in den Raum östlich Berlin und in Mecklenburg intensiv untersucht worden. Die Abbildung 5 zeigt nur das derzeit wirtschaftlich relevante Gebiet der Niederlausitz. Das bauwürdige 2. Lausitzer Flöz erreicht in den Braunkohlenlagerstätten der Niederlausitz durchschnittliche Mächtigkeiten von 8 bis 14 m und liegt im Abbaugbiet in 40 bis 100 m Tiefe (s. Nestler, in diesem Heft).

Weitere Rohstoffpotentiale des tertiären Deckgebirges stellen die z. T. sehr mächtigen **marinen Tone** dar. Am weitesten verbreitet ist hiervon der oligozäne Rupelton, der als

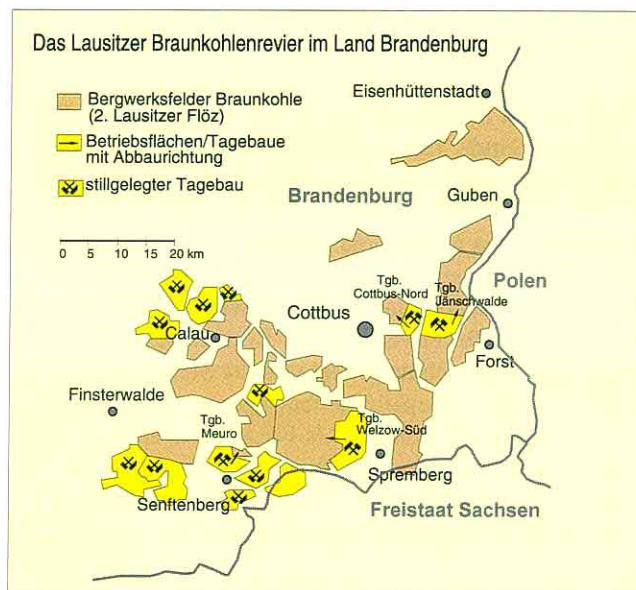


Abb. 5
Das Lausitzer Braunkohlenrevier im Land Brandenburg

keramischer Rohstoff Verwendung findet. Wegen seiner Teufenlage können Lagerstätten des Rupeltones nur in glazial verfrachteten Schollen innerhalb pleistozäner Ablagerungen erschlossen werden. Als Begleitrohstoff im Deckgebirge der Braunkohle tritt als hochwertiger grobkeramischer Rohstoff der sogenannte Flaschenton (Miozän) auf.

Im prätertiären Festgesteinsuntergrund Brandenburgs sind die vom Perm bis zur Kreidezeit gebildeten Schichten der Norddeutschen Senke und die in Südostbrandenburg z. T. an der Erdoberfläche auftretenden älteren Gesteine des variszischen Grundgebirges bezüglich mineralischer Rohstoffvorkommen zu bewerten. Die Gesamtmächtigkeit der Senkenfüllung erreicht in den beckenzentralen Teilen Nordwest-Brandenburgs mehr als 5 000 m, nach Südosten hebt sich die Senke bis zu den Mitteldeutschen Hauptabbrüchen allmählich heraus (s. Abb. 6).

berechnungen bzw. nach dem geologischen Kenntnisstand geschätzten nutzbaren Steine-Erden-Rohstoffvorräte zusammengestellt.

Die Nutzbarkeit von Kiesen und Sanden wird allerdings dadurch eingeschränkt, daß diese Lagerstätten zugleich Grundwasserlagerstätten darstellen und dafür z. T. erhalten bleiben müssen. Insbesondere bei Baurohstoffen kommt hinzu, daß sie sehr transportpreisabhängig sind, so daß die Nähe zum Verbraucher entscheidend für ihre Nutzbarkeit ist. Nutzungseinschränkungen durch den Bedarf der Räume für Land- und Forstwirtschaft, Erholung, Natur- und Landschaftsschutz sind generell bei mineralischen Rohstoffen, die im Tagebau mit erheblichem Flächenbedarf gewonnen werden, gegeben. Deshalb spielt die Rohstoffsicherung gegenüber anderen Nutzungsinteressen und zur Rohstoffvorsorge für die Zukunft eine wichtige Rolle (s. Höding in diesem Heft).

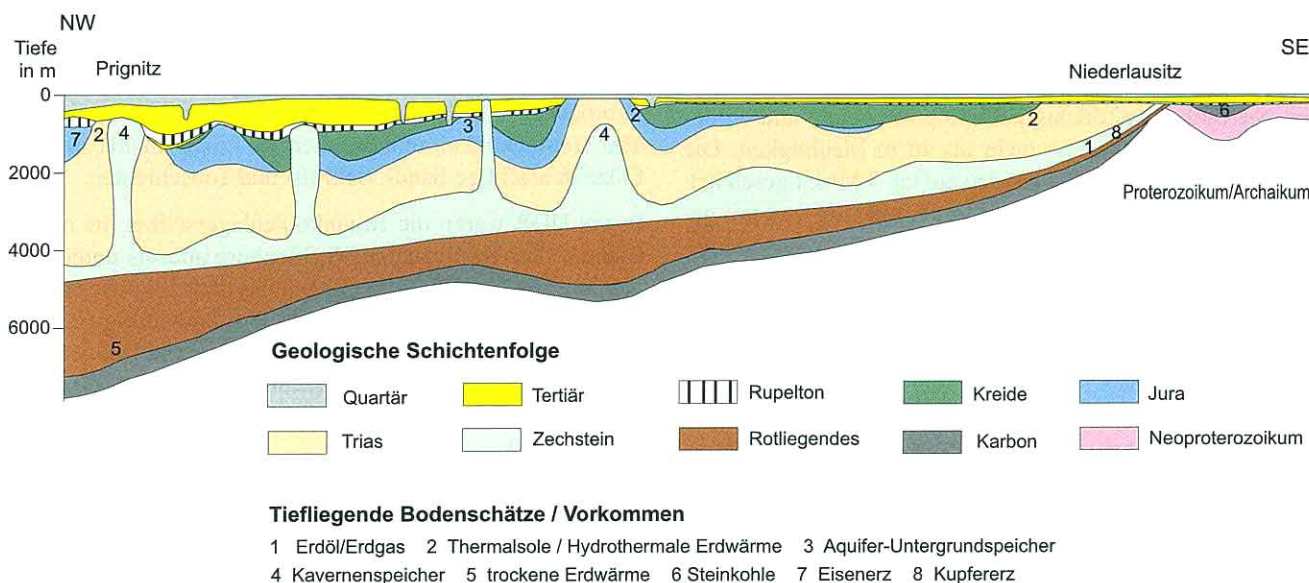


Abb. 6 Vereinfachter und schematischer geologischer Schnitt durch Brandenburg mit Kennzeichnung der Geopotentiale (vgl. Atlas zur Geologie von Brandenburg, ergänzt)

Die Senke ist vor allem von mächtigen **Vulkaniten, Salzgesteinen, Sand-, Ton- und Kalksteinen** gefüllt. Vorkommen fester mineralischer Rohstoffe können in den Festgesteinen im Untergrund Brandenburgs allein wegen ihrer Tiefenlage - bis auf wenige Ausprägungen - kaum Abbauwürdigkeit erlangen. Die in der Lausitz teilweise anstehenden proterozoischen Lausitzer **Grauwacken** sind als Festgesteinsrohstoffe verwendbar, der Rothsteiner Felsen steht heute unter Naturschutz. Lokal sind die Schichten der Senkenfüllung durch die Salzfließbewegungen des Zechsteinsalzes aufgewölbt worden. Als Folge eines solchen Salzaufstieges ist auch der **Rüdersdorfer Muschelkalk**, die einzige bedeutende Kalksteinlagerstätte Brandenburgs, in Oberflächennähe gelangt (vgl. Abb. 4 u. 6).

Als Relikt ehemaligen Gipsabbaus ist der nur noch in Resten an der Oberfläche anstehende Zechstein-Gips über dem Salzstock Sperenberg zu nennen, der heute als Geotop schutzwürdig ist. In der Tabelle 2 wurden die durch geologische Vorrats-

Bei im Tiefbau bzw. Bohrlochbergbau gewinnbaren Bodenschätzen bestehen solcherart Nutzungskonflikte in weit geringerem Maße. Ein Tiefbau käme allerdings nur für hochwertige feste mineralische Rohstoffe in Frage. Dazu gehören Erz-, Steinkohle- und Kalisalzlagerstätten. Die Suche nach Erz- und Steinkohlelagerstätten, die die Entwicklung der Montanindustrie bis weit in unser Jahrhundert bestimmte, konnte in Brandenburg aufgrund der geologischen Situation nur zu bescheidenen Ergebnissen führen. Als mineralische Rohstoffe ohne gegenwärtige wirtschaftliche Bedeutung sind der Anthrazit von Doberlug-Kirchhain als unterkarbones Steinkohlevorkommen geringer Größe ab 200 m Tiefe, das Eisenerz in der westlichen Prignitz mit geringen Gehalten jurassischer Eisenoolithe in 600 - 1 000 m Tiefe und das Kupfererz Spremberg mit Metallgehalten von Kupfer, Blei, Zink und Silber im Kupferschiefer an der Zechsteinbasis in 900 - 1 400 m Tiefe zu nennen (s. Abb. 7).

Tab. 2 *Nutzbare Steine- und Erden-Rohstoffvorräte im Land Brandenburg*

Glassande	rd.	15 Mio t
Tone		100 - 250 Mio t
Kalksteine		150 - 325 Mio t
Grauwacke	rd.	300 Mio t
Betonkiese	rd.	5 Mrd t
Sande / Kiessande	rd.	100 Mrd t

Auch abbauwürdige Kalisalzlagerstätten treten in Brandenburg nicht auf. Die mächtigen Zechsteinsalzaflagerungen im Untergrund gelangen in zahlreichen Salzstrukturen lokal in ein dem Bergbau zugängliches Teufenniveau von < 1 000 - 200 m unter Gelände. Gegenüber den traditionellen Revieren des Salzbergbaus (Teufen bis unter 1 000 m) liegen in Brandenburg jedoch geringe Kaligehalte und sehr komplizierte montanhydrogeologische Verhältnisse vor. Salzstrukturen, insbesondere Salzstöcke erlangen dagegen für die Anlage von Kavernenspeichern Potentialwert (s. Pkt. 7).

5. Erdöl- und Erdgasvorkommen

Als fossiler Energierohstoff wurden in Brandenburg neben der Braunkohle in geringem Umfang auch **Erdöl- und Erdgaslagerstätten** nachgewiesen. Die geologischen Voraussetzungen zur Bildung von Lagerstätten dieser flüssigen und gasförmigen mineralischen Rohstoffe - Vorhandensein von Muttergestein, Speichergestein, Fallen - sind in den Zechsteinschichten in Südostbrandenburg gegeben. Die meisten Erdöl-/Erdgas-Lagerstätten befinden sich in porösen und klüftigen Karbonaten des Staßfurtkarbonats in Tiefen von 1 150 bis 2 750 m. Es wurden 29 Lagerstätten von geringer Ausdehnung ermittelt (vgl. Abb. 7). Am höffigsten erwies sich der Bereich der Wellmitzer Lagune in Ostbrandenburg zwischen Eisenhüttenstadt und Guben. Zum gegenwärtigen Abbaustand siehe Pkt. 10. Außerhalb des Staßfurtkarbonats wurde nur noch eine Erdgaslagerstätte im Rotliegendesandstein in 3 100 m Tiefe unter Rüdersdorf entdeckt. Das Gas weist hier jedoch einen hohen Stickstoffanteil auf, ist aber wegen seines Heliumanteils wirtschaftlich interessant. Einen Überblick über die Erdöl-Erdgas-Exploration in Brandenburg hat Schretzenmayr (1998) in dieser Zeitschrift gegeben.

Aufgrund der intensiven Untersuchungen in der Vergangenheit kann ausgeschlossen werden, daß in Brandenburg sowohl in den regional verbreiteten Sandsteinen des Mesozoikums (wie etwa im Raum Hannover und Emsland) als auch in den Sandsteinen des Rotliegenden (wie in der Lagerstätte Salzwedel-Peckensen der Altmark) Erdöl/Erdgas bzw. Erdgaslagerstätten von Bedeutung zu erwarten sind und auch für die Karbonate des Zechsteins kann eingeschätzt werden, daß keine geologischen Voraussetzungen für eine wirtschaftlich bedeutsame Erdöl-/Erdgasförderung gegeben sind (Beer & Eckhardt 1993).

Auf der Suche nach Erdöl-/Erdgaslagerstätten wurde bei Pröttlin nordwestlich von Perleberg (Prignitz) die mit 7 008 m gegenwärtig tiefste Bohrung Brandenburgs geteuft.

6. Erdwärme als geogenes Energiepotential

Die **Erdwärme** stellt ein enormes Geopotential im Untergrund dar. Im Erdkern werden Temperaturen von mehr als 5 000 °C erreicht. Zwischen dem Erdkern und der Erdoberfläche tritt ein ständiger geringer Wärmefluß auf. Etwa 30 % dieser Wärmeenergie entstammt der Ursprungswärme aus dem Entstehungsprozeß der Erde vor 4,5 Mrd. Jahren, 70 % dem natürlichen Zerfall radioaktiver Elemente in der Erdkruste. Die Temperaturen der Erdschichten nehmen also vom Erdinnern nach außen ab bzw. entsprechend der geothermischen Tiefenstufe je 100 m Tiefe um ca. 3 °C zu. Die Erdwärme ist dabei sowohl in der Gesteinsmatrix als auch in den flüssigen und gasförmigen Inhaltsstoffen gespeichert.

In den tiefliegenden Gesteinsserien, besonders in den Rotliegend-Vulkaniten in 3 500 - 7 000 m Tiefe (s. Abb. 6), treten Temperaturen über 150 °C auf. Das Wärmepotential dieser tiefliegenden Gesteine liegt als eventuell in Zukunft nutzbarer perspektivischer Bodenschatz vor (sog. **trockene oder tiefe Erdwärme**). Eventuell geeignete Gesteine mit hohen Mächtigkeiten sind in Abbildung 7 ausgewiesen. Die Erdwärme kann aus jeder Teufe über Erdwärmesonden - Beispiel Prenzlau - gewonnen werden (s. Pkt. 10).

In 2 000 m Tiefe treten in Abhängigkeit von der geologischen Situation überwiegend Temperaturen zwischen 60 - 90 °C, in 4 000 m Tiefe bereits um 150 °C auf (s. Beer & Hurlig, in diesem Heft). Das Wärmepotential der bis in diese Tiefe und darüber hinaus im Untergrund Brandenburgs auftretenden Gesteine, insbesondere der mesozoischen, z. T. hochporösen Sandsteinschichten, ist über die darin enthaltenen **Thermalsolen** als Wärmeträger nutzbar, indem der über Bohrungen geförderten und anschließend wieder zurückgeleiteten Sole Wärme entzogen wird (**hydrothermale Erdwärme**, vgl. Abb. 7). Thermalsolen sind in Aquifere im tieferen Tertiär, in der lokal klüftigen Oberkreide, der Unterkreide, in Jura und Trias und unterhalb des Zechsteinsalzes im Rotliegenden und in klüftigen Gesteinen des kristallinen Grundgebirges enthalten. Als wirtschaftlich besonders geeignet erwiesen sich Jura-Sandsteine des Hettang und Sinemur und der Contortasandstein des Rätkeuper in der oberen Trias. Im nördlichen und südöstlichen Brandenburg wurden nutzbare Aquifere in 1 000 - 1 700 m Tiefe mit Mächtigkeiten von 20 bis mehr als 50 m und Temperaturen um 50 - 67 °C mit Thermalsolen bei 160 - 170 g/l Salzgehalt erbohrt. Im mittleren und südwestlichen Brandenburg wurden nutzbare Thermalsolen in 400 - 800 m Teufe mit geringeren Temperaturen erbohrt. Auf der Abbildung 7 sind Standorte verzeichnet, bei denen eine Thermalsolenutzung - allerdings vor allem unter balneologischem Aspekt - z. T. bereits vorbereitet worden ist (s. Manhenke u. a. in diesem Heft).

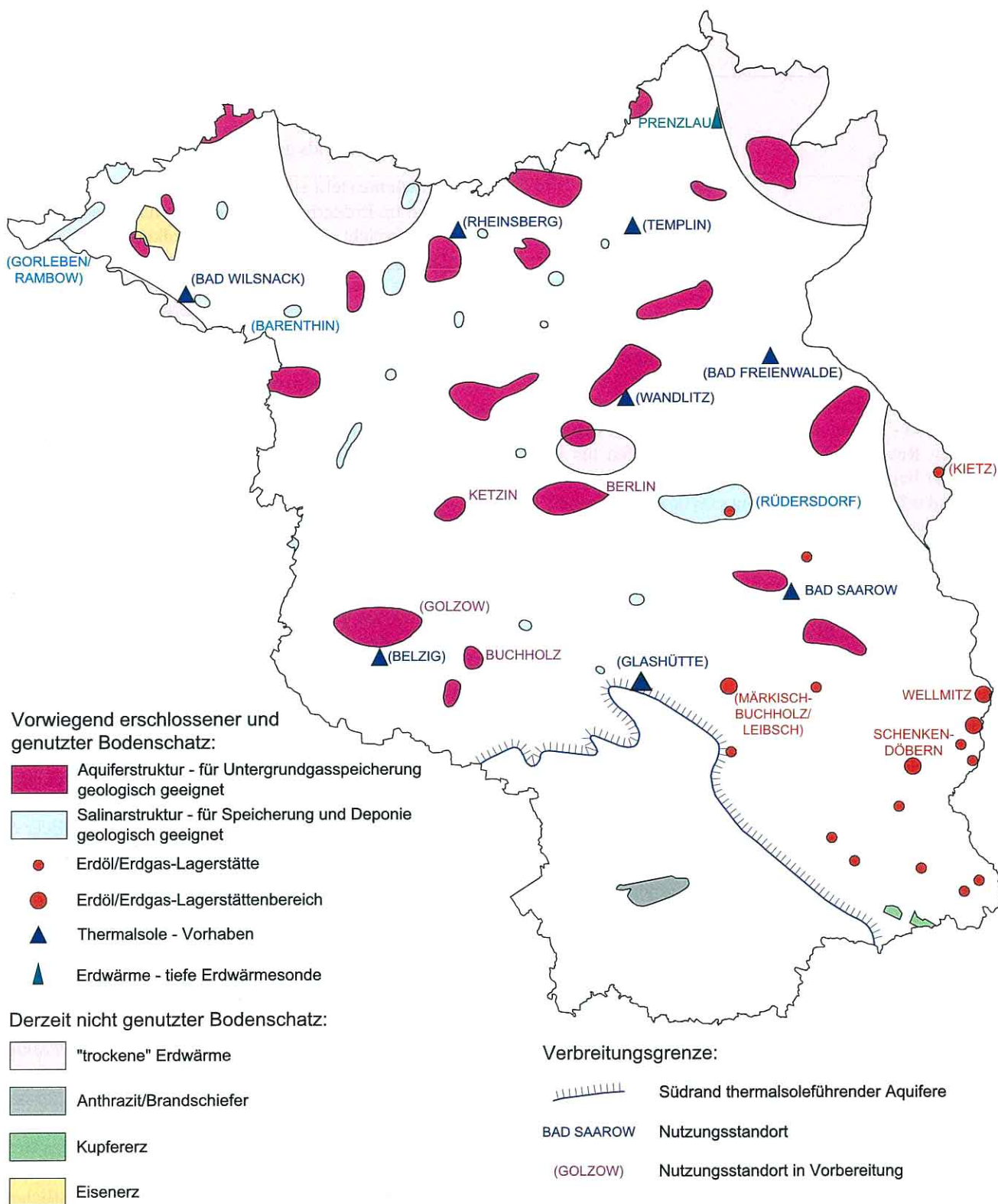


Abb. 7

Verbreitung tiefliegender Geopotentiale im Land Brandenburg (nach BEER & ECKHARDT in Atlas zur Geologie von Brandenburg)

Auch die oberflächennahe Erdwärme mit Temperaturen von 8 - 15 °C in 2 - 150 m Tiefe lässt sich über Sonden und Wärmepumpen gewinnen (Kruse & Heidelck 1997). Die Wärme regeneriert sich durch Solarstrahlung, Grundwasserneubildung, geothermischen Wärmefluss und fließendes Grundwasser (s. Bussmann u. a. 1991 u. 1997).

7. Sandstein und Salzgesteine als Speicherpotentiale

Brandenburg verfügt im Untergrund über ein besonders perspektivreiches Geopotential, das sich zur unterirdischen behälterlosen Speicherung eignenden geologischen

Gesteinsformationen des Zechsteinsalzes und der mesozoischen Sandstein-Aquifere im Mittleren Buntsandstein sowie vom Keuper bis zum mittleren Jura.

Geologische Speicherformationen werden zunehmend für die Zwischenlagerung von Gas, eventuell auch flüssigen Energieträgern und zur Wärmespeicherung sowie z. T. als unterirdische Deponie für Sonderabfälle Bedeutung erlangend. Es eignen sich einerseits Salzstöcke und Salzkissen mit Steinsalzmächtigkeiten > 150 m und Tiefenlagen der Steinsalzoberfläche bis etwa £ 1 000 m. Maßgebend für die Eignung ist, dass kompakte Salzgesteine infolge ihrer hygroskopischen Eigenschaft undurchlässig sind. Zahlreiche derartige Salzstöcke und -kissen sind nachgewiesen. In Salzdiapiren ist das Salz bis über 2 000 m mächtig. Es können über Bohrungen durch Wasserausspülung Kavernen ausgesolt werden, die dann als Speicher nutzbar sind. Im LGRB wurden 31 perspektive Salinarstrukturen (Salzstöcke bzw. Salzkissen) auskartiert (Abb. 7). Davon weisen 23 Strukturen Salzmächtigkeiten > 2 000 m mit geringen Teufenlagen der Steinsalzoberfläche überwiegend zwischen 100 - 500 m auf; 4 dieser Strukturen und die übrigen 8 sind wegen komplizierter Tektonik bzw. geringerer Mächtigkeit bzw. Teufen zwischen 1 000 - 1 500 m eingeschränkt perspektiv.

Von Bedeutung sind andererseits mesozoische Sandsteine in strukturellen Hochlagen, wenn sie durch abdichtende tonige Deckschichten gesichert sind. Bewertet und z. T. genutzt wurden bisher vor allem Aquiferstrukturen in Tiefenlagen von 300 bis etwa 1 400 m. Solche Strukturen sind für die Untergrundgasspeicherung geeignet. Durch Einleiten von Gas wird das Schichtwasser verdrängt und es entsteht eine künstliche Gaslagerstätte, die entsprechend des jahreszeitlichen Bedarfs wieder genutzt werden kann. Geeignet sind natürlich auch abgebaute Erdöl- und Erdgaslagerstätten. Im LGRB wurden 23 perspektive Sandsteinstrukturen in Teufen zwischen 500 - 1 400 m auskartiert, wovon zwei bereits genutzt werden (Abb. 7).

Südlich der Verbreitzungszone mesozoischer Aquifere verfügt Brandenburg weder über geeignete Sandstein- noch Zechsteinsalzstrukturen. Detaillierte Angaben zum Stand und der Entwicklung der Untergrundgasspeicherung bringen Eckhardt & Beer in diesem Heft.

Geologische Schichten können auch zur **Wärme- und Kältespeicherung** genutzt werden. Auch hierzu bieten sich poröse Locker- und Festgesteine an. Rockel et al. stellen in diesem Heft ein Konzept für den Reichstag in Berlin vor.

8. Überschwemmung und Grundwasserversalzung als ungünstige Geopotentiale Brandenburgs

Nicht unbedeutend für die Lebensbedingungen ist, dass ungünstige Geopotentiale wie Vulkanismus und Seismizität geologisch bedingt in Brandenburg nicht auftreten bzw. bedeutungslos sind, Landversatz wie Küstenabbau sowie Erdbebenprozesse an Berghängen mangels Küsten und entsprechenden Bergen nicht möglich und ehemalige Versumpfungsgebiete weitgehend trockengelegt sind.

Als ungünstige Geopotentiale sind für Brandenburg Überschwemmungen und Grundwasserversalzung zu nennen. Im eng begrenzten Auenbereich der Flüsse Oder und Elbe, auch Havel, Spree, Schwarze Elster und Neiße bestehen Überschwemmungsgebiete, die innerhalb von Deichen oder als Flutungspolder bei Hochwasser vorgehalten werden. Deiche können als ein anthropogenes Geopotential angesehen werden, das die natürliche Ausbreitung der Oberflächengewässer bei Hochwasser verhindert und eine Besiedlung der geschützten Gebiete ermöglicht. Die Gefahr von **Überschwemmungen** bleibt allerdings bestehen (vgl. Niesche & Krüger 1998).

Brandenburgs Grundwasserlagerstätten (s. Pkt. 4) können durch aufsteigende Salzwässer gefährdet werden. Salzwasser steigt dort auf, wo bei natürlichem Wasserabfluss und/oder Wasserförderung im Brunnen verstärkt Grundwasser aus der Tiefe nachströmt und wo im Untergrund in tiefreichenden Quartärrinnen der Rupelton, der in der Regel das Salzwasserstockwerk nach oben begrenzt, ausgeräumt wurde (s. Sonntag & Lippstreu, Karte 6 und Jortzig, Karte 8 in Atlas zur Geologie von Brandenburg) und in der Rinne durchlässige Bereiche vorhanden sind. Die **Versalzung** in Oberflächennähe ist ein ungünstiges natürliches Geopotential, auch wenn es im Mittelalter einige Versuche zur Salzgewinnung aus Salzwasser gegeben hat. Besonders in Urstromtälern - vornehmlich im Bereich des Berliner und Baruther Urstromtals - ist Salzwasser bereits bis an die Oberfläche vorgedrungen. Vorstellungen über paläohydrogeologische Grundlagen der Entwicklung der Süß-/Salzwassergrenze und der Salzwasserausstritte in Brandenburg haben Hannemann & Schirrmeister (1998) dargelegt.

9. Anthropogene Geopotentiale

Zu diesem Punkt sollen einige Vorbemerkungen gegeben werden.

Veränderungen, die in der Erdrinde in erster Linie durch den Bergbau, aber auch durch hydrotechnische Anlagen und andere Einmischungen des Menschen bewirkt werden, sind zum Teil nicht umkehrbar und verbleiben als neue Geopotentiale. Zu den **Massenschüttungen** sind z. B. Halden, Kippen, Deponien und Deiche zu rechnen. Hohlräume treten insbesondere durch Lagerstättenabbau sowohl als Restlöcher von Tagebauten als auch als unterirdische Strecken etc. und auch z. B. durch Kanalbauten weiträumig auf. Der Mensch verändert Geopotentiale u. a. auch durch Flussbegradigungen, Entwässerung, Trockenlegung, Versiegelung von Flächen. Stoffanreicherungen können durch Abprodukte, Verrieselung, Düngung, Radioaktivität, Milieuveränderung zu bemerkenswerten nutzbaren oder schädlichen Potentialen der Erde werden.

Bei Neumann-Mahlkau (1996) findet man folgende Angaben zu anthropogenen Massenschüttungen u. a.:

- Massenverlagerung durch Bergbau weltweit 17,8 km³/a, bei der Sand- und Kiesproduktion allein der USA 1,3 km³/a,
- technisch bewegtes Massenvolumen gesamt einschließlich Straßenbau, Kanalbau ca. 35 km³/a,

- Erhöhung der Sedimentfracht der Flüsse von natürlich 4,5 km³/a durch menschliche Einwirkung auf 26 km³/a,
- Stoffanreicherung von Versauerungspotential durch Verlagerung von 46 Mio t Bisulfid vom reduzierenden ins oxydierende Milieu beim Kohleabbau.

Im Folgenden sollen für Brandenburg nur bergbaubedingte anthropogene Geopotentiale dargestellt werden.

In Brandenburg wurden vor allem im Niederlausitzer Braunkohlenrevier Abraummassen von mehreren Milliarden m³ gewonnen und auf Kippen und Halden umgelagert. Diese Flächen nehmen einschließlich der Altkippen rd. 500 km² ein. Die natürlichen Boden-, Baugrund-, Gelände- und Schichtlagerungsverhältnisse und damit die Grundwasserfließverhältnisse sind hier gestört. Die Nutzung erfordert Sanierungsaufwand. Nachträgliche Setzungen des Bodens können auftreten und erfordern für Baumaßnahmen spezielle Verdichtungen. Außerdem bestehen mehr als 200 km nicht begehbare rutschungsgefährdete Kippenböschungen.

Zahlreiche **Tagebaurestlöcher** werden als zukünftige Restseen entstehen. Als größere Seen sind u. a. die Restseen Gräbendorf, Greifenhain, Klinge, Schönfeld, Kahnsdorf, Bischdorf, Lichtenau, Drehna, Beesdau/Schlabendorf, Bergheide, Heidesee, Meuro, Sedlitz, Skado und Koschen, später Cottbus-Nord, Welzow-Süd und Taubendorf zu nennen. Die Restseen bilden als Wasserspeicher und Badeseen ein nutzbares Geopotential. Als bekannte Erholungsgebiete werden der Helensee bei Frankfurt/Oder und der Senftenberger See genutzt.

In der Restloch-Datenbank des LGRB sind insgesamt 1 785 Restlöcher des Landes Brandenburg erfaßt, davon aus dem Abbau von Braunkohle 231, Torf 24, Sand/Kies 787, Ton/Lehm/Mergel 367, Kalk und Gips 4; 372 sind noch nicht zugeordnet.

Die Fläche der Restlöcher kann nur grob geschätzt werden, da oftmals keine bzw. nur geschätzte Größenangaben vorliegen:

Braunkohle ca. 10 000 ha; Torf 58 ha, Sand/Kies 700 ha, Ton/Lehm/Mergel 853 ha, Kalk und Gips 4 ha, insgesamt 11 615 ha.

Von den Restlöchern werden 65 % nachgenutzt:

Einlagerung von Müll, Bauschutt u. ä.	30 %
Angelgewässer	20 %
Badegewässer	13 %
sonstige Nutzung (Fischzucht u. ä.)	2 %

Außerdem erfolgt in den meisten Fällen eine forstwirtschaftliche Nutzung der umgebenden Kippenböden.

Hohlräume des früheren Braunkohlentiefbaus, die in der Regel unverfüllt gelassen worden sind, beeinträchtigen etwa 2,2 % der Fläche Brandenburgs, da sie einsturzgefährdet sind und weiterhin zu Tagesbrüchen führen können. Sie stellen in jedem Fall einen ingenieurtechnisch geschwächten Teil der Erdoberfläche und damit eine Gefahr für die öffentliche Sicherheit dar (Brose 1994, s. auch Karte 17, in Atlas zur Geologie von Brandenburg). Hohlräume des Braunkohlentiefbaus bilden somit wegen der von ihnen ausgehenden Bruchgefahr ein ungünstiges Potential.

Als Auslöser bedeutender **Stoffanreicherung** infolge des Braunkohlenbergbaus hat sich die Verlagerung des in den tertiären Schichten auftretenden FeS₂ in Abraumkippen und im ungestörten Schichtbereich der mit der Grundwasserabsenkung verbundene Sauerstoffzutritt erwiesen. Diese Verlagerung vom reduzierenden ins oxydierende Milieu führt zur Bildung von löslichen Sulfaten mit einem erheblichen Versauerungspotential für die durchströmenden Grundwässer. Für den Tagebau Schlabendorf-Süd wird z. B. ein Pyritüberschuß von 36 Mio t mit einem entsprechend hohen Versauerungspotential berechnet. Eine Versauerung des Grundwassers wird jedoch räumlich begrenzt bleiben. Als kritisch wird der Sulfatgehalt bewertet, der in Kippenwässern um 1 200 - 1 500 mg/l (Trinkwassergrenzwert 240 mg/l) liegt (Wurl et al. 1998).

Bei Berücksichtigung der geringen Grundwasserfließgeschwindigkeit von 20 bis max. 60 m/a und des Vermischungseffektes durch Grundwasserneubildung sowie durch Einbringen von Oberflächenwasser zur rascheren Restseefüllung ist die Reichweite erhöhter Sulfatwerte im Grundwasserabstrom prognostisch recht sicher einzugrenzen (Schirrmeister et al. 1998, Hänel & Manhenke 1998).

10. Gegenwärtige Nutzung des Geopotentials

Der Umfang des Abbaus der festen, flüssigen und gasförmigen Rohstoffe, der Gewinnung von Erdwärme und Grundwasser sowie der Nutzung unterirdischer Speicher wird nachfolgend als Tabelle (Tab. 3) und als sogenannte Rohstoffschlange (Abb. 8) dargestellt.

Außerdem ist das derzeit genutzte Geopotential nach der zeitlichen Entstehung und Zuordnung zu geologischen Formationen sowie nach Art und Lokalisierung der Nutzung tabellarisch zusammengestellt worden (Tab. 4).

Tab. 3

Rohstoff-/Geopotentialnutzung im Land Brandenburg (MWMT, 1997)

Erdöl	11 700 t
Erdgas	1,8 Mio m ³
Braunkohle	37,4 Mio t
Sand und Kiessand	22,8 Mio t
Quarzsand	3,0 Mio t
Kalkstein	3,8 Mio t
Grauwacke/Naturstein	2,4 Mio t
Ton	1,2 Mio t
Torf	0,01 Mio t
Findlinge	2 670 t
Erdwärme ¹⁾	30 MW
Grundwasser ²⁾	180 Mio m ³
Gespeichertes Gas ³⁾	255 Mio m ³

1) ohne oberflächennahe Erdwärme

2) entspricht etwa 25 % des jährlich neugebildeten, konzentriert nutzbaren Grundwasserdargebots

3) genannt ist das Aktivgasspeichervolumen

Geologische Formation / Jahre vor heute	Geopotential	Art der Nutzung	Nutzungsstandorte	Nutzungssteufe unter Oberfläche
Quartär Holozän	Boden	Land- und Forstwirtschaft, Landschafts- und Naturschutz	rd. 90 % der Landesfläche	0 - 1 m
Pleistozän	Torf	Balneologie	vereinzelt (z. B. Dörlingen)	0 - 1,5 m
	Erdoberfläche	Besiedlung	Brandenburg insgesamt	
	Baugrund	Bebauung	Brandenburg insgesamt	
	Sand, Kiessand	Baurohstoff	rd. 200 Standorte	0 - 40 m
	Geschiebe/Findlinge	Dekorationsstein	Braunkohlentagebaue	0 - 30 m
Tertiär / 1,8 Mio	Ton, Lehm	Grobkeramik/Ziegelherstellung	z. Z. 7 Standorte	0 - 14 m
	Grundwasser	Trinkwassergewinnung	rd. 750 Wasserwerke	2 - 130 m
	Erdwärme	Wärmeversorgung	Einzelgebäude	1,20 - ca. 150 m
	Braunkohle	Energiegewinnung	Tagebaue Welzow, Cottbus und Jänschwalde (Lausitz)	35 - 120 m
	Glassand	Glasherstellung	Hohenbocka (Lausitz)	0 - 36 m
Oligozän	Ton	Keramik	Plieskendorf u. a. (Lausitz)	0 - 16 m
	Grundwasser	Trinkwasser/Mineralwasser	einzelne Mineralwasserbrunnen sowie Trinkwassergewinnung (SO-Brandenburg)	90 - 150 m
	Ton	Grobkeramik/Ziegelherstellung	Bad Freienwalde (Ostbrandenburg)	0 - 40 m
	Aquifere		gegenwärtig ohne wirtschaftliche Nutzung	
	Thermalsoleführender Sandstein	Balneologie	Bad Saarow (südöstl. Berlins)	450 m
Jura / 145 Mio	stein	Untergrundgasspeicher	Ketzin (westlich Berlins)	200 - 700 m
	thermalsoleführender Sandstein	Balneologie, Wärmeversorgung	in Vorbereitung	800 - 1650 m
	Kalkstein	Zement-, Brantkalkherstellung	Rüdersdorf (östlich Berlins)	0 - 100 m
Trias / 206 Mio	stein	Düngemergel		
	Erde	Untergrundgasspeicher	Buchholz (SW-Brandenburg)	600 - 700 m
	Erde	Wärmeversorgung	Prenzlau (NO-Brandenburg)	2800 m
Perm / 250 Mio	Erde	chemische Industrie/Energiegewinnung	u. a. Wellmitz (SO-Brandenburg)	um 1850 m
	Steinsalz	Kavernenspeicher	in Vorbereitung	1200 - 1600 m
Karbon - Kambrium / 295 Mio			gegenwärtig ohne wirtschaftliche Bedeutung	
Proterozoikum / 545 Mio		Schotter, Splitt	Koschenberg (Lausitz)	0 - 40 m

Tab. 4 Zuordnung des derzeitigen genutzten Geopotentials im Land Brandenburg

Obwohl die Braunkohlenförderung von 1989 = 114 Mio t auf 1997 = 37,4 Mio t sank, leistet der **Braunkohlenbergbau** in der Lausitz einen wesentlichen Beitrag zur Energieversorgung des Landes. Langfristig sollen das Förderzentrum Cottbus mit den Tagebauen Cottbus-Nord und Jänschwalde, die das Braunkohlenkraftwerk Jänschwalde (3 000 MW) beliefern, und der Tagebau Welzow-Süd nördlich von Spremberg, der das neu errichtete modernste Braunkohlenkraftwerk der Welt und die Veredlungsanlagen in Schwarze Pumpe beliefert, eine Jahresförderung von etwa 35 - 40 Mio t Braunkohle erbringen (1997 = 32,6 Mio t Rohbraunkohle und 4,8 Mio t im Auslauftagebau Meuro). Die Planung für die drei Langzeittagebaue (s. Abb. 5) reicht derzeit bis zum Jahr 2020 bzw. 2032.

Der hohe Bedarf der Bauindustrie von Brandenburg und Berlin an **Baurohstoffen** führt zu einer ständigen Steigerung des Abbaus von Steine-Erden (1995 ca. 31 Mio t, 1996 und 1997 ca. 33 Mio t), so dass langfristig mit annähernd 35 - 40 Mio t die Braunkohlenmengen durchaus erreicht werden können. Die Sand- und Kiessandvorräte reichen mehrere 100 Jahre.

Rund 250 Gewinnungsbetriebe für Steine und Erden bestehen in Brandenburg, davon stehen z. Z. 170 unter Bergaufsicht (vgl. Abb. 4). Als Begleitrohstoff aus dem Deckgebirge der Braunkohlentagebaue wurden 1996 rd. 8 000 t Kies, 2 670 t Findlinge und rund 200 000 t Ton gewonnen.

Für balneologische Zwecke wird **Torf** gewonnen und als Heilschlamm eingesetzt.

Seit Aufnahme der Förderung im Jahre 1963 wurden insgesamt über 900 000 t **Erdöl** und 800 Mio m³ **Erdgas** (vorwiegend Erdölbegleitgas) sowie nahezu 500 Mio m³ Inertgas zur Heliumgewinnung (von 1964 - 1991, Rüdersdorf) gefördert. Der Abbau von Erdöl/Erdgas ist gegenwärtig stark rückläufig.

Erdwärme wird in geringem Umfang seit 1994 aus der ersten geothermischen Tiefensonde Prenzlau gewonnen (30 MW jährlich). Die Wärmeengewinnung erfolgt aus einem Wasserkreislauf, dessen Wasser sich in 2 800 m Tiefe bei Gesteinstemperaturen von 108 °C erhitzt. Als tiefste Erdwärmesonde der Welt erhielt sie 1995 den Innovationspreis der Energiedirektion der EU für Ostdeutschland.

Oberflächennahe Erdwärme mittels Erdwärmesonden und Wärmepumpen wird bisher in etwa 800 Einzelobjekten zur Gebäudeversorgung genutzt (Ache 1997). Der Anteil der Erdwärmennutzung zum Heizen von Einzelgebäuden könnte künftig deutlich erweitert werden. Es werden Erdkollektoren in 1,20 - 2 m und Erdwärmesonden bis in rd. 100 m Tiefe genutzt, Heizen und Kühlen können gekoppelt werden.

Im Wissenschaftspark Golm der Max-Planck-Gesellschaft wird z. Z. bei Potsdam ein größeres Vorhaben mit Erdwärmesonden realisiert.

Thermalsolen zur balneologischen und eventuell energetischen Nutzung sind in Templin, Rheinsberg, Belzig, Bad Saarow, Bad Wilsnack und Burg erschlossen. Ihre Nutzung für thermale Bäder im Kur- und Tourismuswesen wird vorbereitet. Das Thermalbad in Bad Saarow, 30 km südöstlich von Berlin, wurde 1998 eröffnet.

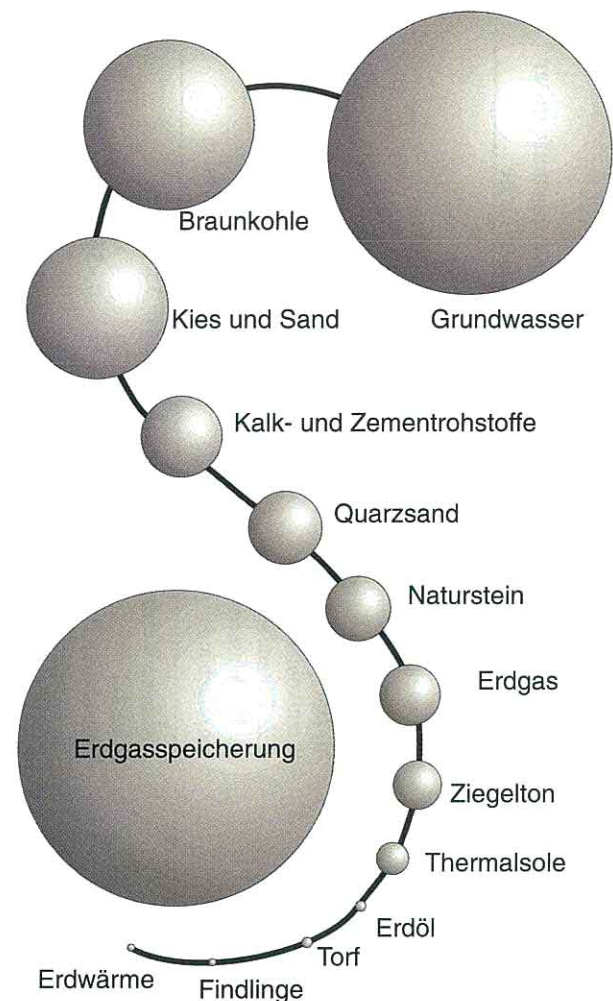


Abb. 8 Brandenburger Rohstoffschlange (Rohstoffnutzung 1997 plus Soleförderung Bad Saarow ab 12/98 und Angabe des im Untergrund als Aktivgasvolumen gespeicherten Erdgases)

Untergrundgasspeicher werden vor allem genutzt, um den saisonalen Wintermehrbedarf an Gas vorzuhalten und über eine mögliche Havariereserve für Brandenburg und Berlin zu verfügen. Die in den Untergrundgasspeichern Ketzin bei Potsdam (Gasspeichervolumen in Liasaquiferen 350 Mio m³, davon rund 135 Mio m³ Arbeits- bzw. Aktivgas) und Buchholz bei Treuenbrietzen (Gasspeichervolumen in Buntsandsteinaquiferen 310 Mio m³, davon rund 120 Mio m³ Arbeitsgas) gegenwärtig installierte Speicherkapazität beträgt insgesamt 255 Mio m³. Bei Golzow soll ein weiterer Aquifer-Gasspeicher und bei Rüdersdorf der erste Kavernenspeicher Brandenburgs vorbereitet werden (vgl. Abb. 7).

Eine vollständige Eigenversorgung Brandenburgs ist beim Bodenschatz **Grundwasser** zu verzeichnen. Durch 776 Wasserwerke werden 95 % der Einwohner mit Trink- und Brauchwasser versorgt, wobei rund 2 % länderübergreifend versorgt werden; 5 % betreiben Eigenversorgung durch Hausbrunnen. Aus den Grundwasserlagerstätten der Grundwasserleiterkomplexe 1-3 könnten täglich über 2 Mio m³ Grundwasser gewonnen werden, ohne dass die Vorräte abnehmen, da sie durch Grundwasserneubildung im Jahresdurchschnitt ergänzt wer-

den. Zur Zeit sind rund 1,5 Mio m³ durch Brunnen erschlossen. Der Trinkwasserbedarf liegt gegenwärtig bei rd. 500 000 m³/d, er wird zum geringen Teil auch aus Uferfiltrat und über künstliche Grundwasseranreicherung gedeckt (MUNR 1996).

Als Wasserspeicher und Badeseen werden infolge des Braunkohlenbergbaus entstandene Restlöcher genutzt bzw. zur Nutzung vorbereitet, wie der Helensee bei Frankfurt (Oder) und der Senftenberger See zum Baden, die größeren Restlochseen auf sächsischem Gebiet als zukünftiges **Wasserreservoir** zur Regulierung der Oberflächenwasserabflüsse, insbesondere der Spree, und die zukünftigen Restseen u. a. auf brandenburgischem Gebiet der Lausitz mit 0,5 - 1,0 m möglichen Staulamellen zur Oberflächenwasserregulierung im Bereich der Schwarzen Elster und von Spree- nebenflüssen.

Die Bemühungen zur Nutzung des Speicherpotentials wie auch eine mögliche Erdwärmenutzung zeigen, dass Geopotentiale im Laufe der Entwicklung des Menschen, seiner Technik und seines Bedarfs vom Vorkommen zum nutzbaren Bodenschatz aufgewertet werden können. Dagegen können früher genutzte Bodenschätze auch ihre Bedeutung verlieren. So werden durch Geologen auch immer wieder neue - dem sich entwickelnden Bedarf entsprechende - Lagerstätten entdeckt.

Es ist Aufgabe der Geologen, den geologischen Kenntnisstand ständig zu verbessern und damit Grundlagen zu schaffen für die gegenwärtige und künftige Nutzung des Geopotentials. Das vom LGRB 1997 herausgegebene Kartenwerk im Maßstab 1 : 50 000 für die oberflächennahen Rohstoffe gibt der Regionalplanung die Grundlage zur Interessenabwägung mit anderen bedeutsamen Raumnutzungen und zur begründeten Festlegung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten auf der Erdoberfläche. Die Verbreitung der tiefliegenden Geopotentiale zeigt, dass auch für die unterirdische Raumnutzung Abstimmungen und Vorrangentscheidungen zu treffen sind, bilden doch die Aquifere des Untergrundes z. B. teilweise gleichzeitig die Möglichkeit der Thermalsolenutzung als auch der Speicherung von Gas oder Abprodukten, wobei beide Nutzungsarten weit über die Nutzbohrungen hinausreichen.

Zusammenfassung

Eine Gliederung der Geopotentiale wird vorgelegt. Kenntnisse über die Geopotentiale Brandenburgs von der Oberflächengestalt über das Grundwasser bis zu den geologischen Speicherformationen und anthropogenen Geopotentialen einschließlich ihrer Nutzung werden vorgestellt.

Summary

A subdivision of geopotentials is presented. Submitted information about the geopotentials of Brandenburg comprehends the superficial configuration, the groundwater, the geological storage formations, and the anthropogenic geopotentials including their application.

Literatur

- ACHE, R. (1997): Technische und wirtschaftliche Analyse von Wärmepumpenanlagen in Brandenburg. – Dipl.-Arb., BTU Cottbus
- BEER, H. & G. ECKHARDT (1993): Karte der tiefliegenden Bodenschätze des Landes Brandenburg (Vorkommen und Nutzung) 1 : 300 000 mit Erläuterungen. – 22 S., LGRB, Kleinmachnow
- BROSE, F. (1994): Zu einigen Problemen des Altbergbaus ohne Rechtsnachfolger im Land Brandenburg. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **1**, 1, S. 113-116, Kleinmachnow
- BUND UND MISEREO (Hrsg. 1996): Zukunftsfähiges Deutschland. Ein Beitrag zu einer global nachhaltigen Entwicklung. – Studie des Wuppertal Instituts für Klima, Umwelt, Energie, 453 S., Basel, Boston, Berlin
- BUSSMANN, W., KABUS, F. & P. SEIBT (Hrsg.) (1991): Geothermie – Wärme der Erde. – Technologie – Konzepte – Projekte, Karlsruhe
- BUSSMANN, W. et al. (1997): Geothermische Energie – ein Leitfadens für Städte und Gemeinden. – Forum für Zukunftenergie e.V., Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Technologie Brandenburg, Bonn/Potsdam
- GÖLLNITZ, D., MANHENKE, V. & G. EHMKE (1996): Geotope als Naturdenkmale und Kulturerbe in Brandenburg. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **3**, 1, S. 35–51, Kleinmachnow
- HÄNEL, R. & V. MANHENKE (1998): Ergebnisse des Teilprojektes 6 zur Grundwassergüteentwicklung in der Lausitz. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **5**, 1, S. 81–83, Kleinmachnow
- HANNEMANN, M. & W. SCHIRRMEISTER (1998): Paläohydrogeologische Grundlagen der Entwicklung der Süß-/Salzwassergrenze und der Salzwasseraustritte in Brandenburg. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **5**, 2, S. 61–72, Kleinmachnow
- HANNEMANN, M., BERNER, K., HOFFMANN, B. & V. MANHENKE (1995): Umweltgeologische Übersichtskarte des Landes Brandenburg 1 : 300 000 – Rückhaltevermögen der Grundwasserüberdeckung. – LGRB, Kleinmachnow
- KRUSE, H. & R. HEIDELCK (1997): Heizen und Wärmepumpen. – TÜV Rheinland, Köln
- MANHENKE, V. & G. EHMKE (Red.) (1997): Tätigkeitsbericht 1993 – 1996. – Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg, 139 S., 68 Abb., 20 Tab., Kleinmachnow
- MANHENKE, V., HANNEMANN, M., ECKHARDT, G., PAWLITZKY, M. & B. RECHLIN (1996): Geologische Kartierung der mineralischen Rohstoffe und der Grundwasserlagerstätten in Brandenburg. – Geol. Jb. A 114, S. 367–379, Hannover
- MUNR (1996): Wasserversorgungsplan für das Land Brandenburg. – Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung Land Brandenburg, 79 S., Potsdam
- MWMT (1997): Bericht über die Tätigkeit der Bergbehörden in den Ländern Brandenburg und Berlin für das Jahr 1997. – Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Technologie, 48 S., 4 Anl., Potsdam
- NEUMANN-MAHLKAU, P. (1996): Anthropogener Massentransport – ein geologischer Faktor? - Schriftenr. Dt. Geol. Ges. **1**, S. 63, Hannover
- NIESCHE, H. & F. KRÜGER (1998): Das Oder-Hochwasser 1997 – Verlauf, Deichschäden und Deichverteidigung. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **5**, 1, S. 15-22, Kleinmachnow

- PAWLITZKY, M. & W. LIERSCH (Red.) (1998): Karte der oberflächennahen Rohstoffe Steine-Erden des Landes Brandenburg 1 : 300 000. – 2. überarb. Aufl., LGRB, Kleinmachnow
- SCHIRRMEISTER, W., MANHENKE, V., MÜNCH, U. & J. WURL (1997): Prognose der Grundwassergüteentwicklung im bergbaubeeinfluften Spree-Einzugsgebiet Brandenburgs. – Vortragsband 4. GBL-Kolloquium vom 26.–28.11.1997 in Cottbus, S. 164–172, NLFb, Hannover
- SCHRETZENMAYR, S. (1998): Erdöl-Erdgas-Exploration in Brandenburg – Historie, Ergebnisse, Kenntnisgewinn. – Brandenburg. geowiss. Beitr. 5, 2, S. 9–18, Kleinmachnow
- SIDORENKO, A. W. (1968): Mensch-Technik-Erde (III) – Das Studium der Erdkruste als Heim- und Wirkungsstätte des Menschen. – Z. angew. Geol. 14, S. 284–290, Berlin
- STACKEBRANDT, W., EHMKE, G. & V. MANHENKE (Hrsg.) (1997): Atlas zur Geologie von Brandenburg. – LGRB, Kleinmachnow
- WURL, J., MÜNCH, U., SCHIRRMEISTER, W. & L. THOMAS (1997): Charakterisierung der bergbaubeeinfluften Reaktionsräume und die Ableitung des Versauerungspotentials in den Testgebieten Schlabendorf/Seese und Greifenhain/Gräbendorf. – Vortragsband 4. GBL-Kolloquium vom 26.–28.11.1997 in Cottbus, S. 152–163, NLFb, Hannover
- ZIERMANN, H. & R. ZWIRNER (1996): Der Holstein-Komplex in Berlin-Brandenburg, Verbreitung und Tiefenlage, Maßstab 1:500.000. – Mitteilung BGR, Berlin (unveröff.)

Mitteilung aus dem Landesamt für Geowissenschaften
und Rohstoffe Brandenburg No. 126

Anschrift des Autors:

Dr. Volker Manhenke,
Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg,
Stahnsdorfer Damm 77
14532 Kleinmachnow