

## Das Geopotenzial Brandenburgs

Die Karten 29 bis 46 beinhalten Geopotenziale des Landes Brandenburg.

Mit dem Begriff Geopotenzial 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 Geopotenzial besteht hauptsächlich aus dem Naturraum-potenzial mit den von der Natur bereitgestellten Ressourcen, d. h. dem natürlichen günstigen – im weiteren Sinne nutzbaren – und dem ungünstigen Geopotenzial.

Auch durch die Tätigkeit des Menschen wurden und werden Potenziale in die Erde eingebracht, die bei entsprechender Ausdehnung ebenfalls zu einem bemerkenswerten nutzbaren oder auch schädlichen Geopotenzial werden können und bei der Bewertung einer Region zu beachten sind. Insbesondere unter dem heutigen Kenntnisstand über die ökologischen Auswirkungen der Tätigkeit des Menschen ist dieses vom Menschen geschaffene – anthropogene – Geopotenzial als eigene Kategorie in eine Gliederung aufzunehmen. Somit kann das Geopotenzial, das im Wesentlichen der Lithosphäre angehört, aber auch auf die Bereiche der Pedo-, Hydro- und Biosphäre wirkt, gegliedert werden in:

- nutzbares natürliches (geogenes) Geopotenzial,
- überwiegend ungünstiges geogenes Geopotenzial und
- anthropogenes Geopotenzial (Tab. 3).

In die Tabelle 3 sind mit dem Vulkanismus, dem Landversatz und der Verkarstung auch Begriffe aufgenommen worden, mit denen in Brandenburg nicht unmittelbar zu rechnen ist.

Diese Gliederung ist jedoch noch entwicklungsfähig, z. B. ist der Boden nicht nur geogen, sondern auch anthropogen geprägt, so können unter verschiedenen Aspekten ungünstige Geopotenziale in größeren Zeiträumen auch nützlich werden. Das Gleiche trifft auf anthropogene Geopotenziale 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 Geopotenziale unterscheidet hier nicht zwischen günstigen und ungünstigen Auswirkungen und ist

Tab. 3 Geopotenzialgliederung (MANHENKE 1999)

Nutzbares geogenes Geopotenzial	ungünstiges geogenes Geopotenzial	anthropogenes Geopotenzial
Erdoberfläche	Seismizität	
Boden	Vulkanismus	
Baugrund	Landversatz	Massenschüttungen
Grundwasser	Versumpfung	Hohlräume
Erdwärme	Versalzung	Stoffanreicherungen
feste mineralische Rohstoffe	Verwehung	
Erdöl und Erdgas	Verkarstung	
Speicherformationen	Überschwemmung	

durchaus nicht vollzählig. Dennoch wird der Versuch unternommen, einen Überblick für das Land Brandenburg zu geben.

Der nachfolgend dargestellte Kenntnisstand für Brandenburg stützt sich bezüglich des Untergrundes vor allem auf die Ergebnisse von rund 160 000 Bohrungen, d. h. durchschnittlich 5-6 pro km<sup>2</sup> Landesfläche, die im Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg (LBGR) erfasst sind (3 300 davon haben das Lockergestein durchteuft und prätertiäre Gesteine erreicht). Außerdem wurden geophysikalische Messergebnisse, mit denen vor allem die Verbreitung von Homogenbereichen und von Strukturen belegt werden sowie Erkundungs- und Untersuchungsberichte, die insbesondere im Zeitraum 1945-1989 lückenlos in den staatlichen Archiven zusammengetragen und vom LBGR übernommen wurden, ausgewertet.

### Erdoberfläche, Baugrund und Boden als nutzbare Geopotenziale

Die hauptsächliche Nutzung des brandenburgischen Geopotenzials besteht in der Besiedlung der unter natürlichen geologischen Bedingungen gebildeten **Erdoberfläche**, des Baugrundes und des Bodens. Als Landesfläche werden für Brandenburg rd. 30 000 km<sup>2</sup> angegeben, wobei die Fläche immer auf das Geoid (geglättete Erdoberfläche) bezogen wird. Brandenburgs Oberfläche ist entsprechend ihrer Bildungsumstände im norddeutschen Tiefland überwiegend flach. Diese Oberflächengestalt – zusammen mit den Geopotenzialen

von Boden und Baugrund sowie günstige Wasserverhältnisse und ein gemäßigttes 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. **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 153 Einzelgeotope in der Karte 5 ausgewiesen. Zwei Glaziallandschaften wurde der Status „Geopark“ zuerkannt (s. auch Tafel der Geotope, S. 141).

Als besonders hervorhebenswerte Glaziallandschaften Brandenburgs können genannt werden:

- 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.

Auch Brandenburgs Seen verdanken ihre Entstehung den quartärgeologischen Prozessen. Wegen ihrer Bedeutung für die Erholung und Bewirtschaftung sind sie in diesem Sinne Geopotenziale und oft als Geotop hervorhebenswert. Die Morphologie 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 Geopotenzial **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 auftretende Steineinlagerungen ebenso wie auch Sandlinsen mit Schichtwasser bzw. in Sanden Geschiebemergellagen mit schwe-

benden, nur lokal erkennbaren Grundwässern auftreten. Hoher Grundwasserstand in den Urstromtälern und Flussauen wie auch Moorbildungen oder Dünen sowie Ablagerungen älterer Warmzeiten kennzeichnen einen ungünstigen Baugrund.

Größere Bauwerke erfordern jeweils spezielle Baugrunduntersuchungen (Abb. 20).



**Abb. 20**  
Untersuchung von Baugrundeigenschaften an der ICE-Trasse Hannover-Berlin

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

Das Geopotenzial **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 Ertragspotenzial 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 Braunkohlenreviers 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 (siehe Karte 3).

Bei dem vorherrschend gemäßigten Klima sind alle Böden Brandenburgs land- und forstwirtschaftlich nutzbar.

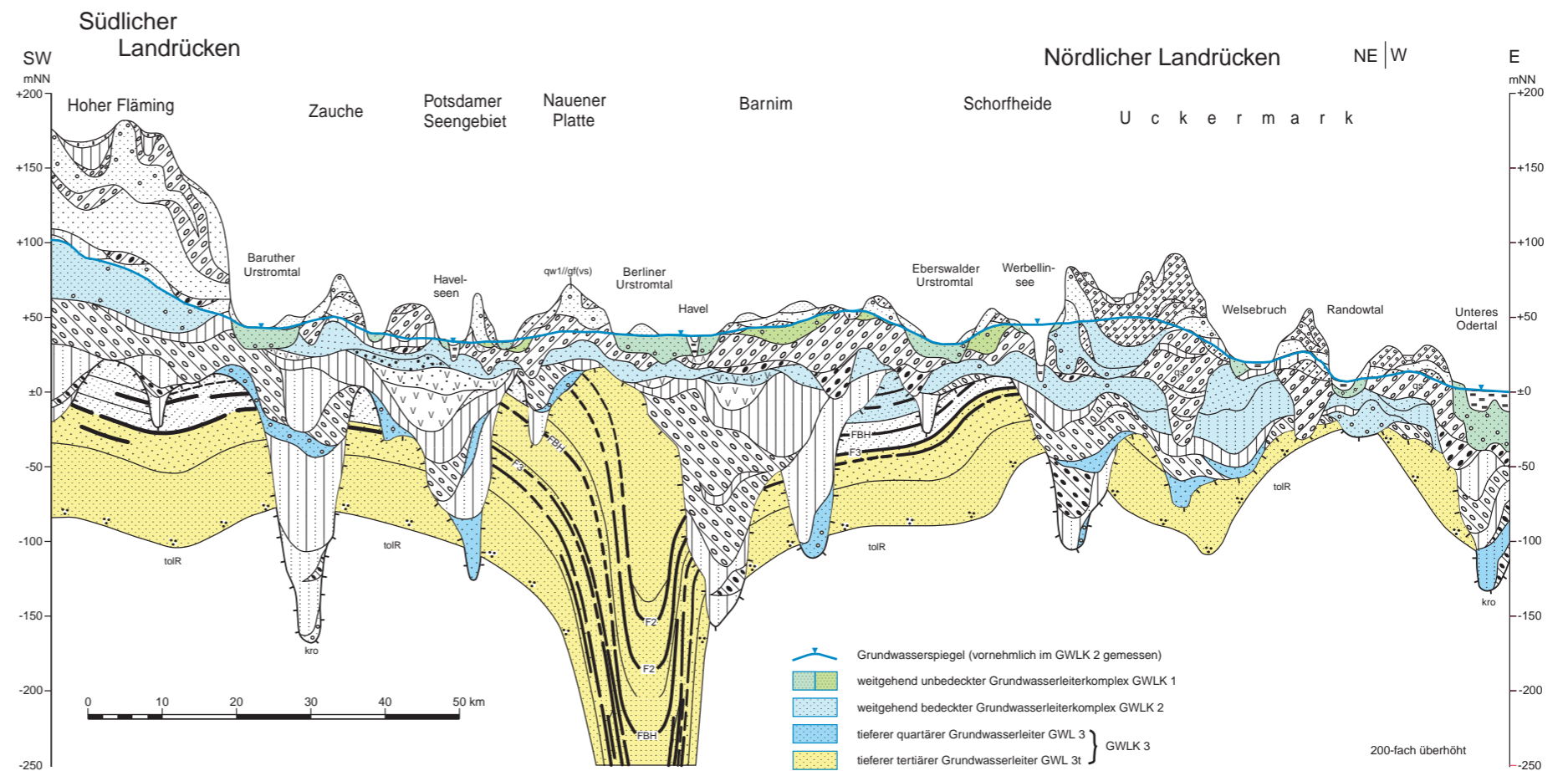
Nach den in Deutschland gebräuchlichen Bodenschätzungen wird das Ertragspotenzial überwiegend als relativ niedrig, z. T. als mittel und nur in Ausnahmegebieten als hoch ausgewiesen (s. Karte 29).

Nicht unwichtig bei der Bewertung der Böden sind auch ihre Schwermetallgehalte (siehe Karten 31 und 32).

### 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-Porengrundwasserleiter ergiebige bis sehr ergiebige Grundwasserlagerstätten (siehe Karte 38).

In etwa 100-300 m Tiefe treten die bis ca. 80 m mächtigen Tone und Schluffe der unteroligozänen Rupelschichten als maßgeblicher Grundwasserstauer zwischen dem süßwasserführenden Grund-



**Abb. 21** Die nutzbaren Grundwasserleiterkomplexe im Land Brandenburg

wasserstockwerk und dem unterhalb des Rupeltons gelegenen Salzwasserstockwerk auf (s. Abb. 21).

Die Lockergesteine des oberen, durchschnittlich 100-200 m mächtigen süßwasserführenden Grundwasserstockwerks können im Wesentlichen in drei aus Sanden und Kiessanden bestehende Grundwasserleiterkomplexe (GWLK) mit zwischengelagerten grundwasserhemmenden Geschiebemergeln und tonigen Schluffen gegliedert werden (s. Abb. 21). Sie gehören zum **hydrogeologischen Großraum des nord- und mitteldeutschen Lockergesteinsgebietes** (MANHENKE, REUTTER et al. 2001, MANHENKE 2002).

Oberflächennah sind ein weitgehend unbedeckter GWLK 1 in Urstromtälern und Niederungen, z. T. auch in weichsel- und saalekaltzeitlichen Sanden höherer Gebiete (s. Karte 35) und ein weitgehend von Geschiebemergel bedeckter, überwiegend quartärer GWLK 2 (s. Karte 36) ausgebildet. Der GWLK 2 bildet in Brandenburg den vorwiegend genutzten Hauptgrundwasserleiterkomplex. Zum GWLK 2 gehören allgemein

- innersaalekaltzeitliche glazifluviale Sande und Kiessande
- spätholstein- bis frühsaalekaltzeitliche limnische und glazifluviale Sande/Kiessande
- spätelster- bis frühholsteinzeitliche Kiessande und Sande
- tertiäre Sande auf Tertiärhochlagen.

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.

Im Liegenden tritt der tiefere, überwiegend tertiäre GWLK 3 auf, zu dem auch Sande und Kiese in den bis zu 500 m tief eingeschnittenen quartären Rinnen gehören. Der GWLK 3 ist zum Teil von elsterkaltzeitlichem Geschiebemergel, z. T. von tertiären Schluffkomplexen mit eingeschalteten Braunkohlenflözen überdeckt und z. T. – besonders im Lausitzer Braunkohlengebiet – durch Schluff- bzw. Braunkohlen-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 Grundwassergleichen werden in Karte 37 dargestellt.

Die natürliche Grundwasserfließrichtung ist in Brandenburg weitgehend auf die Nebenflüsse der Elbe, insbesondere die Havel mit Spree, Dahme, Nuthe, Jäglitz, Dosse, Rhin, Plane und Buckau sowie im Süden auf die Schwarze Elster und im Nordwesten auf

die Löcknitz und Stepenitz gerichtet. Nur in einem relativ schmalen Bereich Ostbrandenburgs wirken Oder mit Neiße und die Ücker als Hauptvorfluter. Mit den zwischen diesen Flussgebietseinheiten ausgebildeten Grundwasserscheiden können Grundwassereinzugsgebiete abgegrenzt werden, die der seitlichen Abgrenzung von Grundwasserkörpern entsprechen (s. Karte 37).

Der Abstand zwischen der Erdoberfläche und dem Grundwasserspiegel (Grundwasserflurabstand) wird in Karte 39 dargestellt.

Je größer der Abstand von der Erd- zur Grundwasseroberfläche und je grundwasserhemmender die darin liegenden Schichten sind, desto länger ist die Versickerungszeit der Niederschläge bis zum Grundwasser, die wenige Tage bis zu mehreren Jahren betragen kann.

Es kann Grundwasser ausgehalten werden, das auf kurzem Wege am aktuellen Wasserkreislauf teilnimmt, das also geringen Alters ist, und Grundwasser, das sehr lange Verweilzeiten von mehr als 1 000 Jahren im Untergrund aufweist und damit nur in verzögertem bzw. eingeschränktem Maße am Wasserkreislauf teilnehmen kann.

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.

Mit der Umweltgeologischen Karte zum Rückhaltevermögen der Grundwasserüberdeckung wurde eine Übersicht zur Schutzfunktion der Aerationzone vorgelegt (s. Karte 40).

Die vorwiegend nutzbaren oberflächennahen Grundwasserlagerstätten Brandenburgs treten in den GWLK 1 und GWLK 2 auf (s. Karte 38). 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.

Zur Tiefe können über die tiefgreifenden pleistozänen Rinnen, die den Rupelton durchschnitten haben (s. Karte 9 und 13), Verbindungen zu den hochmineralisierten Salzwässern im Untergrund (s. Abb. 16 und vgl. Karte 41) bestehen. Aufsteigende Salzwässer können in verdünnter Form bis an die Oberfläche gelangen und die Wassergewinnung beeinträchtigen (s. Karten 38 und 41).

Im Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg wurde 1995 als Behördenausgabe eine „Karte der ungenutzten und teilgenutzten oberflächennahen Grundwasserlagerstätten des Landes Brandenburg“ (aktualisiert 2006, A. HERMSDORF, LBGR) erstellt. In diesen Grundwasserlagerstätten wurden Grundwas-

servorräte mit meist sehr guten Qualitätsparametern in der Größenordnung von über 2 Millionen m<sup>3</sup>/d ermittelt, von denen ca. 640 000 m<sup>3</sup>/d bisher ungenutzte bzw. teilgenutzte Vorräte sind (vgl. Wasserversorgungsplan für das Land Brandenburg, Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg 2009). Die größten perspektivisch nutzbaren Grundwasservorräte liegen in den Hochflächen des Fläming, der Uckermark und der Beeskower Platte (s. Karte 38).

Als grobe Schätzung können für die Grundwasserlagerstätten Brandenburgs insgesamt Grundwasservorräte von rd. 300 Mrd. m<sup>3</sup> angegeben werden, wenn man bei den 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 km<sup>2</sup> werden jährlich rund 3 Mrd. m<sup>3</sup> Grundwasser, d. h. täglich fast 8 Mio m<sup>3</sup> neugebildet. In der Wasserwirtschaft rechnet man mit einer aus der Neubildung effektiv gewinnbaren Grundwassermenge von täglich über 2 Mio m<sup>3</sup>, wovon rund 1,5 Mio m<sup>3</sup> – das Mehrfache des Bedarfs – durch Brunnen erschlossen sind. Brandenburg ist damit 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 Heilwasser nutzbar. Thermalsolen können als mineralischer Rohstoff für eine balneologische Nutzung angesehen werden, sind jedoch grundsätzlich dem Geopotenzial Erdwärme zuzuordnen (s. u.).

### **Feste mineralische Baurohstoffe und Braunkohle**

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

In den durchschnittlich 400 m mächtigen känozoischen Lockergesteinen Brandenburgs sind Lagerstätten von Steinen und Erden vorwiegend als Baurohstoffe und von Braunkohle als Energierohstoff weit verbreitet (MANHENKE 2004; s. Karte 14).

Als quartäre Rohstoffe treten besonders Lagerstätten von **Kiessanden, Sanden und Tonen** auf (s. Karte 33). Sie sind generell an glaziäre und periglaziäre Bildungen gebunden. Wegen des mehrfachen Vorstoßens und Abtauens der Gletscher liegen nicht selten 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 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 nahezu bei 50 %. Weniger mächtig und mit geringeren Kiesgehalten sind analoge Lagerstätten im Odergebiet ausgebildet. Mittelpleistozän entstandene Terrassen des Berliner Elbelaufs sind im Raum südlich Berlins bekannt. Letztere sind jedoch durch saale- und weichselzeitliche Ablagerungen bedeckt und können nur in Einzelaufschlüssen in glazigen aufgeschobenen Schollen zugänglich werden.

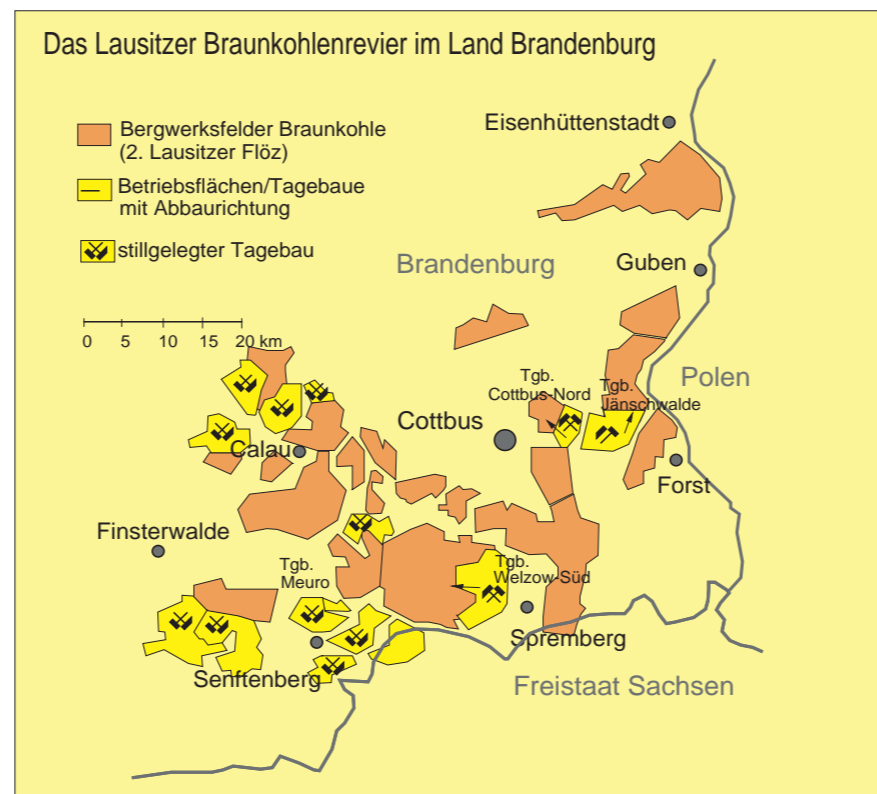
Überwiegend sind die Sand- und Kiessandlagerstätten Brandenburgs glazifluviatil durch Schmelzwässer der Gletscher gebildet worden. Rohstoffgenetisch relevant sind dabei Sander, endmoränenartige Aufschüttungen und intraglaziär gebildete Kames und Oser. Lagerstätten dieses Ursprungs folgen den Eisrandlagen des Saaleglazials, z. B. dem Lausitzer Grenzwall, dem Niederen und Hohen Fläming im Süden und Südosten, sowie den weichselglazialen Endmoränenzügen 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 ca. 20 %, selten über 30 % und z. T. Anteile an abschlämmbaren Bestandteilen größer als 4 %. Hierdurch ist ein erhöhter Aufwand zur Aufbereitung durch Siebung, Fraktionierung und 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, sogenanntem Bänderton. Typisch für diese glazilimnischen Sedimente ist eine rhythmische Feinschichtung überwiegend toniger und feinsandiger Schlufflagen. Größere Vorkommen und Lagerstätten sind bei Mächtigkeiten von > 6-8 m bereits in großem Umfang abgebaut worden.

Ebenfalls bereits abgebaut wurden einzelne Vorkommen von **Interglazialtonen**, die in limnischen Becken während der Holstein-Warmzeit entstanden waren.

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 LBGR flächendeckend in 85 Karten im Maßstab 1 : 50 000 (KOR 50) dargestellt worden. Darüber hinaus



**Abb. 22** Das Lausitzer Braunkohlenrevier im Land Brandenburg

enthält der Rohstoffbericht 2007 (HÖDING et al. 2007) hierzu aktuelle Informationen.

Bedeutendster tertiärer Rohstoff Brandenburgs ist die **Braunkohle**. Im Tertiär befand sich Brandenburg langfristig im Übergangsbereich zwischen einer von der Nordsee ausgehenden großen Meeresbucht und großen Schuttfächern im Vorland der heutigen Mittelgebirge.



**Abb. 23** Flaschentonlagerstätte Grube Plessa

Begünstigt durch das feuchtwarmer Klima herrschten ideale Voraussetzungen für die Bildung von ausgedehnten Mooren, aus denen in der Lausitz 4 miozäne 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. Außerdem treten nicht bauwürdige oligozäne und eozäne Flöze auf (s. Karte 43).

In der DDR waren die Braunkohlenlagerstätten bis in den Raum östlich von Berlin und in Mecklenburg intensiv untersucht worden. Die Abbildung 22 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 Abbaubereich in 40 bis 100 m Tiefe.

Die derzeit fördernden Braunkohlentagebaue Welzow-Süd, Jänschwalde und Cottbus-Nord verfügen noch über bedeutsame gewinnbare Kohlevorräte. In den derzeit genehmigten Feldesteilen dieser drei Tagebaue befinden sich Vorräte von ca. 556 Mio t Braunkohle, die im Braunkohlenplanverfahren beantragten Vorräte in den Feldern Welzow, Teilabschnitt II und Jänschwalde Nord betragen ca. 460 Mio t Braunkohle.

Perspektiv nutzbar können weitere Braunkohlenlagerstätten werden (s. NESTLER 1999, NESTLER et al. 2007).

Weitere Rohstoffpotenziale des tertiären Deckgebirges stellen die z. T. sehr mächtigen **marinen Tone** dar. Am weitesten verbreitet ist hiervon der oligozäne Rupelton, der als keramischer Rohstoff Verwendung findet. Wegen seiner Teufenlage können Lagerstätten des Rupeltones nur in glazial verfrachteten Schollen innerhalb pleistozäner Ablagerungen erschlossen werden.

Einen hochwertigen grobkeramischen Rohstoff bildet der miozäne sogenannte Flaschenton (Abb. 23), der teilweise auch als Begleitrohstoff im Deckgebirge der Braunkohle auftritt.

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 in der vor allem mit mächtigen **Vulkaniten, Salzgesteinen, Sand-, Ton- und Kalksteinen** gefüllten Senke vorkommenden festen mineralischen Rohstoffe im Untergrund Brandenburgs können allein wegen ihrer Tiefenlage – bis auf wenige Ausprägungen – kaum Abbauwürdigkeit erlangen (s. Abb. 24). 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 Fließbewegungen des Zechsteinsalzes aufgewölbt worden. Als Folge eines solchen Salzaufstieges ist auch der **Rüdersdorfer Muschelkalk**, die einzige bedeutende Kalksteinlagerstätte Brandenburgs, in Oberflächennähe gelangt (s. Karten 20 und 33).

Als Relikt ehemaligen Gipsabbaus ist der nur noch in Resten an der Oberfläche anstehende Zechstein-Gips über dem Salzstock Spereberg zu nennen, der heute als Geotop schutzwürdig ist.

**Tab. 4**

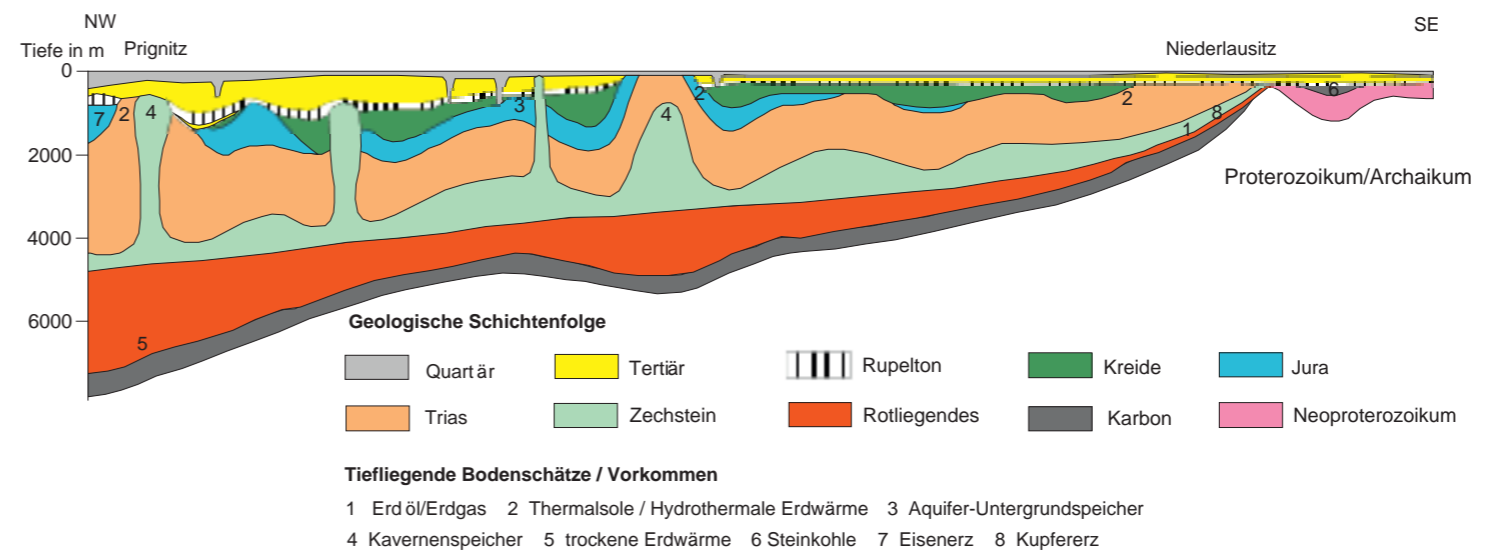
*Nutzbare Steine- und Erden-Rohstoffvorräte im Land Brandenburg*

Glassande	rd. 15 Mio t
Tone	130 - 250 Mio t
Kalksteine	150 - 325 Mio t
Grauwacke	rd. 300 Mio t
Betonkiese	rd. 5 Mrd. t
Sande / Kiessande	rd. 100 Mrd. t

In der Tabelle 4 wurden die durch geologische Vorratsberechnungen 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 zur Rohstoffvorsorge für die Zukunft gegenüber anderen Nutzungsinteressen eine wichtige Rolle.

Bei im Tiefbau bzw. Bohrlochbergbau gewinnbaren Bodenschätzen bestehen solcherart Nutzungskonflikte in weit geringerem Maße.



**Abb. 24** Tiefliegende Bodenschätze im Land Brandenburg

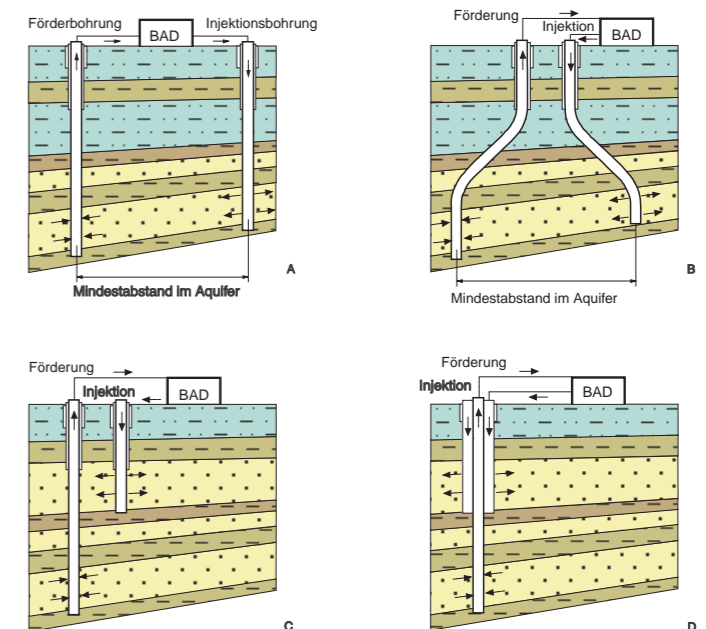
Ein Tiefbau käme allerdings nur für hochwertige feste mineralische Rohstoffe in Frage. Dazu gehören Erz-, Steinkohle- und Kalisalzlagerstätten.

Die Suche nach Erz- und Steinkohlenlagerstätten, die die Entwicklung der Montanindustrie bis weit ins 20. 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 Steinkohlenvorkommen geringer Größe ab 200 m Tiefe und das Eisenerz in der westlichen Prignitz mit Gehalten jurassischer Eisenoolithe in 600 - 1 000 m Tiefe zu nennen. Aufgrund des Preisanstieges von Kupfer auf dem Weltmarkt ist dagegen die Kupferschieferlagerstätte Spremberg-Graustein im Süden des Landes Gegenstand wirtschaftlichen Interesses der rohstoffgewinnenden Industrie geworden. Sie wurde durch die eigens gegründete Kupferschiefer Lausitz GmbH (KSL) als Tochterfirma der panamaischen Minera S.A. in den Jahren 2008 und 2009 geologisch nacherkundet. Nach dem Antragsverfahren zum Aufschluss der Lagerstätte (s. KOPP et al. 2008) laufen die Planungen für die Errichtung eines Bergwerks.

Derzeit abbauwürdige Kalisalzlagerstätten treten in Brandenburg nicht auf. Die mächtigen Zechsteinsalzablagerungen 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 in Teufen bis unter 1 000 m liegen in Brandenburg außerdem jedoch geringe Kaligehalte und sehr komplizierte montanhydrogeologische Verhältnisse vor. Salzstrukturen, insbesondere Salzstöcke, erlangen dagegen für die Anlage von Kavernenspeichern Potenzialwert.

### 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

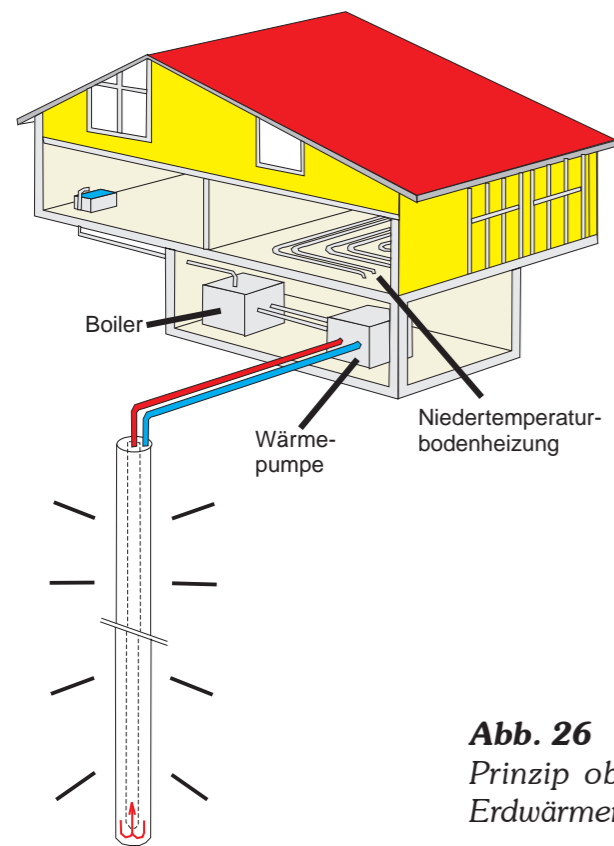


**Abb. 25**

*Aufschlussvarianten bei Thermalsolenutzung (Gewinnung und Infiltration)*

ermittelt (s. Karte 46). Am häufigsten erwies sich der Bereich der Wellmitzer Lagune in Ostbrandenburg zwischen Eisenhüttenstadt und Guben (s. auch Karte 24). Außerhalb des Staßfurtkarbonats wurde bisher nur noch eine konventionelle 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.

Aufgrund der intensiven Untersuchungen in der Vergangenheit (SCHRETZENMAYR 1998) 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, Altmark) Erdöl/Erdgas bzw. Erdgaslagerstätten von größerer Bedeutung zu erwarten sind. Die Karbonate des Zechsteins in Brandenburg wurden in den letzten Jahren – im Zusammenhang mit dem deutlichen Ansteigen des Ölpreises auf dem



**Abb. 26**  
Prinzip oberflächennaher Erdwärmennutzung

Weltmarkt – wieder für Prospektionsarbeiten interessant. Mehrere Firmen, insbesondere aus dem angloamerikanischen Raum, betreiben derzeit eine intensive Suche nach noch vorhandenen kleineren Lagerstätten von Kohlenwasserstoffen in Südostbrandenburg. Auf der Suche nach Erdöl-/Erdgaslagerstätten wurde 1986 bei Pröttlin nordwestlich von Perleberg in der Prignitz die mit 7 008 m gegenwärtig tiefste Bohrung Brandenburgs geteuft.

### Erdwärme als geogenes Energiepotenzial

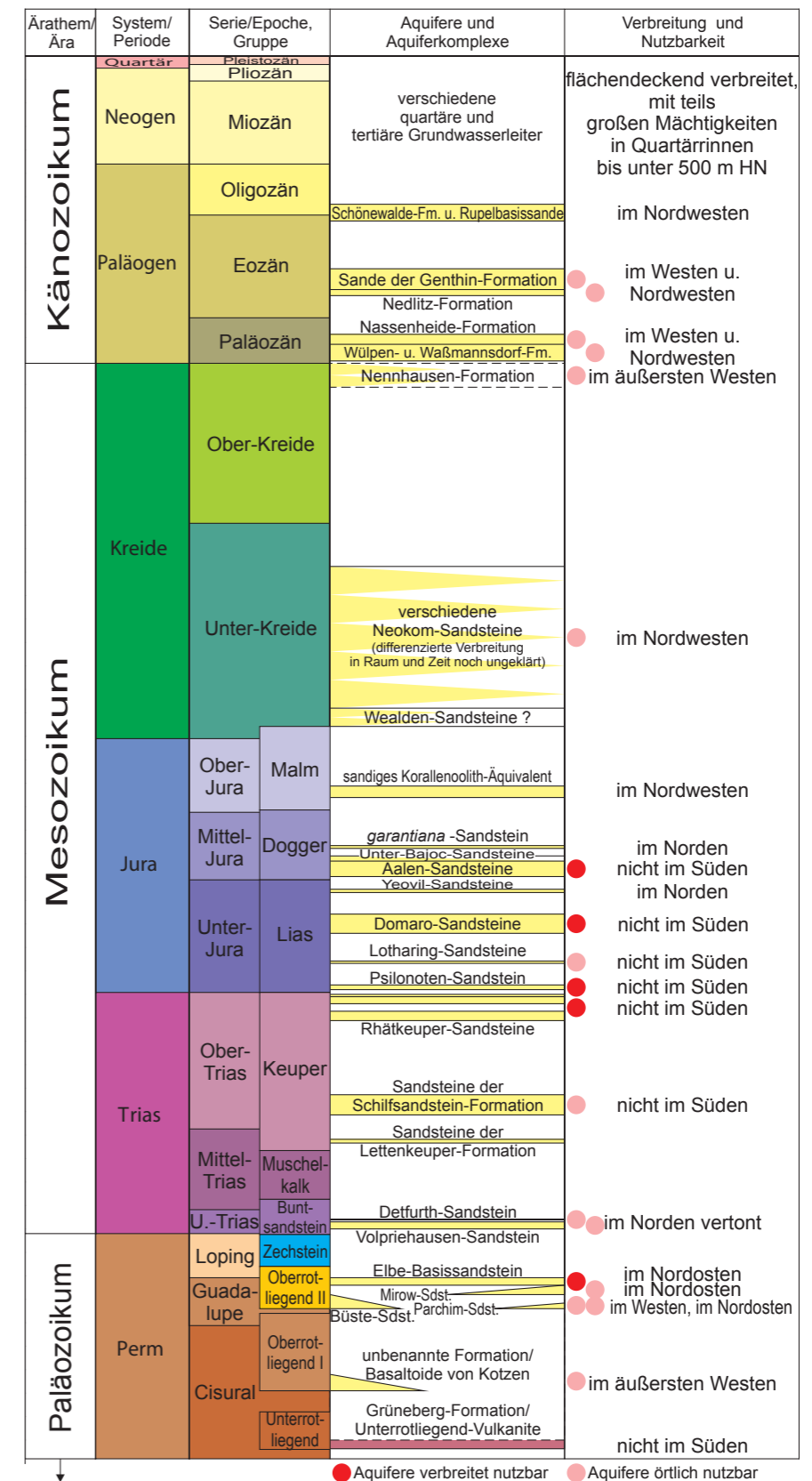
Die **Erdwärme** stellt ein enormes Geopotenzial im Untergrund dar. Im Erdkern werden Temperaturen von mehr als 5 000 °C erreicht. Zwischen dem Erdkern und der Erdoberfläche tritt ein ständiger geringer Wärmefluss auf. Diese Wärmeenergie entstammt der Ursprungswärme aus dem Entstehungsprozess der Erde vor 4,5 Mrd. Jahren und 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 mehr als 1 000 m mächtigen Rotliegend-Vulkaniten (s. Karte 26) in 3 500-7 000 m Tiefe, treten Temperaturen über 150 °C auf. Das Wärmepotenzial dieser tiefliegenden Gesteine liegt als eventuell in Zukunft nutzbarer perspektivischer Bodenschatz vor (sog. **trockene oder tiefe Erdwärme**, s. Karte 46). Die Erdwärme kann aus jeder Teufe über Erdwärmesonden gewonnen werden.

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. Karten 44 und 45). Das Wärmepotenzial 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 (Abb. 25) Wärme entzogen wird (**hydrothermale Erdwärme**).

Thermalsolen sind in Aquiferen im tieferen Tertiär, in der lokal klüftigen Oberkreide, der Unterkreide, im Jura und in der Trias und unterhalb des Zechsteinsalzes im Rotliegend und in klüftigen Gesteinen des kristallinen Grundgebirges enthalten. Als wirtschaftlich besonders geeignet erwiesen sich die Jura (Lias)-Sandsteine des Hettangs und Sinemurs (s. Karte 18) und der Contortasandstein des Rhätkeupers 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 (MANHENKE, ECKHARDT & ROCKEL 1999). Eine Übersicht zu den regional verfügbaren Aquiferen Brandenburgs zeigt Abbildung 27.

Auch die **oberflächennahe Erdwärme** mit Temperaturen von 8-15 °C in 2-150 m Tiefe (Abb. 26) lässt sich über Sonden und

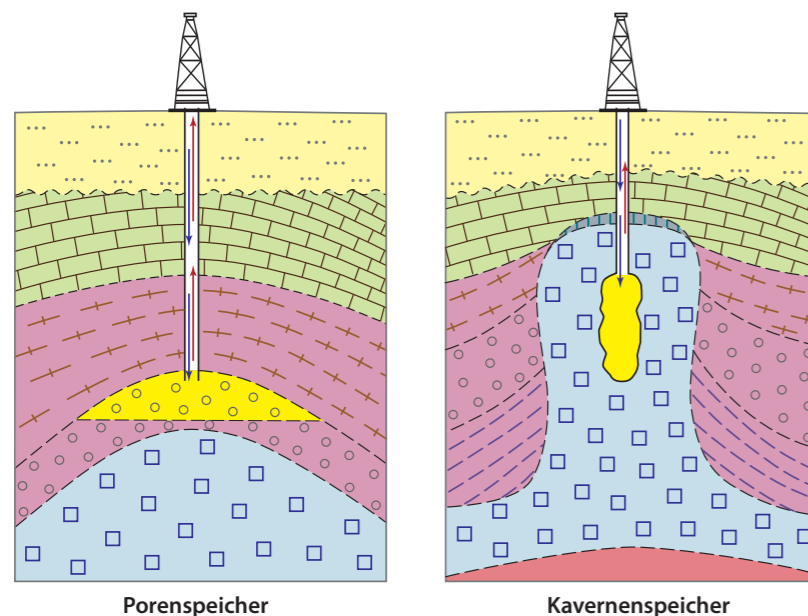


**Abb. 27**  
Stratigraphische Zuordnung der Aquifere in Brandenburg (zusammengestellt von M. Göthel; In: HÖDING et al. (2009))

Wärmepumpen gewinnen. Die Wärme regeneriert sich durch Solarstrahlung, Grundwasserneubildung, geothermischen Wärmefluss und fließendes Grundwasser.

### Sandstein und Salzgesteine als Speicherpotenziale

Brandenburg verfügt im Untergrund über ein besonders perspektivreiches Geopotenzial (s. Karte 46). Es sind die sich zur unterirdischen behälterlosen Speicherung eignenden geologischen Gesteinsformationen des Zechsteinsalzes (Abb. 28) und der mesozoischen Sandstein-Aquifere im Mittleren Buntsandstein sowie jene vom Keuper bis zum mittleren Jura.



**Abb. 28**  
Poren- und Kavernenspeicher als Untergrundspeicher

**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 erlangen. 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 (s. Karte 23). 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) kartiert. Davon weisen 23 Strukturen Salzmächtigkeiten > 2 000 m mit geringen Teufenlagen der Steinsalzoberfläche überwiegend zwischen 100-500 m auf;

vier dieser Strukturen und die übrigen acht sind wegen komplizierter Tektonik bzw. geringerer Mächtigkeit bzw. Teufen zwischen 1 000-1 500 m eingeschränkt perspektiv (vgl. Karte 23 und 46).

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 LBGR wurden 23 perspektive Sandsteinstrukturen in Teufen zwischen 500-1 400 m kartiert, wovon zwei bereits genutzt werden (vgl. Abb. 28 u. 29).

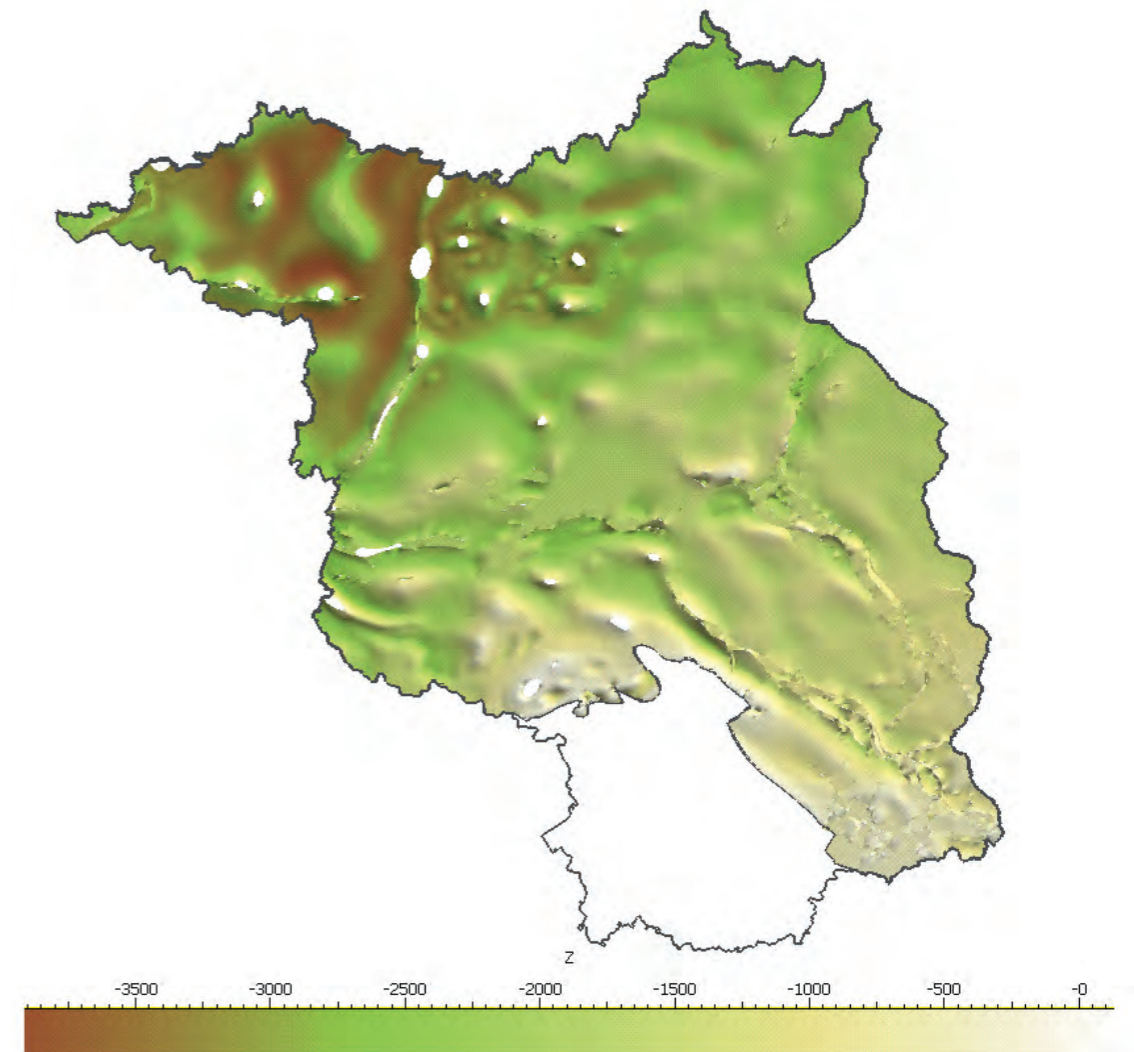
Derartige Strukturen sind auch für die Speicherung von CO<sub>2</sub> potenziell geeignet. Die Entwicklung und Einführung der CCS-Technologie (Carbon dioxide Capture and Storage) im Land Brandenburg stellt einen wichtigen Baustein für die Erreichung der politisch formulierten Klimaziele wie auch für die künftige breite Akzeptanz der Stromerzeugung aus brandenburgischer Braunkohle dar. Die Anwendung dieser Technologie eröffnet die sonst eher seltene Möglichkeit, weiteres Wirtschaftswachstum von stetig steigenden CO<sub>2</sub>-Emissionen zu entkoppeln.

Südlich der Verbreitungszone mesozoischer Aquifere verfügt Brandenburg weder über geeignete Sandstein- noch Zechsteinsalzstrukturen.

Geologische Schichten können auch zur **Wärme- und Kältespeicherung** genutzt werden. Auch hierzu bieten sich poröse Locker- und Festgesteine an.

### Überschwemmung und Grundwasserversalzung als ungünstige Geopotenziale Brandenburgs

Nicht unbedeutend für die Lebensbedingungen ist, dass ungünstige Geopotenziale wie Vulkanismus und Seismizität geologisch bedingt in Brandenburg nicht auftreten bzw. bedeutungslos sind,



**Abb. 29**  
Tiefenlage der Basis des Detfurth-Sandsteins im 3D-Bild (A. Simon auf Grundlage Rx-seismischer Ergebnisse)

Landversatz wie Küstenabbau mangels Küsten nicht möglich und ehemalige Sumpfbereiche weitgehend trockengelegt sind. Dagegen sind natürliche bzw. anthropogene Böschungen rutschungsgefährdet (vgl. Einführungstext).

Als ungünstige Geopotenziale sind für Brandenburg insbesondere 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 Geopotenzial angesehen werden, das die natürliche Ausbreitung der Oberflächengewässer bei Hochwasser verhindert und eine Besiedlung der geschützten Gebiete ermög-

licht. Die Gefahr von **Überschwemmungen** bleibt allerdings bestehen.

Brandenburgs Grundwasserlagerstätten können durch aufsteigende Salzwasser gefährdet werden (s. Karte 41). 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. Karte 9 und 13) und in der Rinne durchlässige Bereiche vorhanden sind. Die **Versalzung** in Oberflächennähe ist ein ungünstiges natürliches Geopotenzial, 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.

## Anthropogene Geopotenziale

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

Bei NEUMANN-MAHLKAU (1996) findet man folgende Angaben zu anthropogenen Massenschüttungen, u. a.:

- Massenverlagerung durch Bergbau weltweit  $17,8 \text{ km}^3 / \text{a}$ , bei der Sand- und Kiesproduktion allein der USA  $1,3 \text{ km}^3 / \text{a}$ ,
- technisch bewegtes Massenvolumen gesamt einschließlich Straßenbau, Kanalbau ca.  $35 \text{ km}^3 / \text{a}$ ,
- Erhöhung der Sedimentfracht der Flüsse von natürlich  $4,5 \text{ km}^3 / \text{a}$  durch menschliche Einwirkung auf  $26 \text{ km}^3 / \text{a}$ ,
- Stofferrhöhung des Versauerungspotenzials durch Verlagerung von  $46 \text{ Mio t FeS}_2$  vom reduzierenden ins oxydierende Milieu beim Kohleabbau.

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

In Brandenburg wurden vor allem im Niederlausitzer Braunkohlenrevier Abraummassen von vielen Milliarden  $\text{m}^3$  gewonnen – allein im Jahr 2000 in den drei aktiven brandenburgischen Tagebauen der Lausitz  $176,5 \text{ Mio m}^3$  – und auf Kippen und Halden umgelagert. Diese Flächen nehmen einschließlich der Altkippen rd.  $400 \text{ km}^2$  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.

Im Jahr 2000 wurde die Zahl der nicht begehbaren rutschungsgefährdeten Kippenböschungen mit mehr als 200 km beziffert. Die weitere Entwicklung dieses Zahlenwertes wurde seitdem von gegenläufigen Entwicklungen bestimmt, d. h. einerseits eine Abnahme der gefährdeten Kippenböschungslängen durch den Sanierungsfortschritt und andererseits das Entstehen neuer Sperrbereiche in Niederungen von Innenkippenflächen als Folge des Grundwasserwiederanstiegs.

So sind im 1. Quartal 2010 ca. 40 km Kippenböschung noch nicht oder noch nicht endgültig gesichert.

Da der Grundwasserwiederanstieg in weiten Teilen des Reviers noch nicht abgeschlossen ist und mehr oder weniger große Anteile des ungesicherten Vorlandes an Restlöchern noch nicht überstaut sind, gelten hier noch entsprechende Sperrbereiche. Die im Jahr 2000 ermittelte rutschungsgefährdete Kippenböschungslänge von ca. 200 km hat sich somit bis 2010 nur geringfügig auf ca. 175 km vermindert.

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 Geopotenzial. Als bekannte Erholungsgebiete werden schon jetzt der Helensee bei Frankfurt/Oder und der Senftenberger See genutzt. Der künftigen Lausitzer Seenlandschaft wird ein hohes geotouristisches Potenzial zugesprochen.

Der derzeitige Bestand der im Restloch-Kataster des Landes Brandenburg registrierten Restlöcher liegt bei über 4 000, wobei deren Größe von wenigen Metern Durchmesser bis zu mehreren Hektar reicht.

Es sind Restlöcher aus der Gewinnung von Sand/Kies (anzahlmäßig etwa 60%), Braunkohle (etwa 10%), sowie Ton/Lehm/Mergel (20%). Weiterhin spielen in Brandenburg ehemalige Gewinnungen von Torf, Kalk und Gips eine Rolle. Flächenmäßig nehmen die großen Restlöcher des Braunkohlenbergbaus fast  $400 \text{ km}^2$  und die nicht in den Rahmen der Sanierungsmaßnahmen der ehemaligen Braunkohlentagebaue fallenden, überwiegend kleineren Restlöcher eine Fläche in einer Größenordnung von etwa 10 000 Hektar ein.

Die Restlöcher sind generell als nachnutzbares Potenzial zu betrachten. Allerdings können sie wegen möglicher Böschungsrutschungen auch eine Gefahr darstellen. Hierzu ist eine Vielzahl von Gegebenheiten am jeweiligen Standort zu prüfen, die beispielsweise sowohl die Geologie, die historische Abbauentwicklung, die aktuellen Grundwasser- und geotechnischen Verhältnisse, die Zugänglichkeit und Nutzung des zu untersuchenden Bereiches sowie eine Vielzahl von weiteren örtlichen Bedingungen berücksichtigen.

Von den Restlöchern werden etwa 65 % speziell nachgenutzt:

Einlagerung von Müll, Bauschutt	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 (s. Karte 42). Hohlräume des Braunkohlentiefbaus bilden somit wegen der von ihnen ausgehenden Bruchgefahr ein ungünstiges Potenzial.

Als Auslöser bedeutender **Stoffanreicherung** infolge des Braunkohlenbergbaus hat sich die Verlagerung des in den tertiären Schichten auftretenden  $\text{FeS}_2$  in Abraumkippen und im ungestörten Schichtbereich der mit der Grundwasserabsenkung verbundene Sauerstoffzutritt erwiesen. Dieser Wechsel vom reduzierenden zum oxidierenden 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 Versauerungspotenzial 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.

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 gut einzugrenzen.

Damit wollen wir den Überblick über die Geopotenzialverbreitung im Land Brandenburg zunächst abschließen. Es muss immer bedacht werden, dass sich je nach dem Entwicklungsstand des menschlichen Bedarfs und der Nutzungstechnologien die Geopotenzialzuordnung veränderte und sich auch weiterentwickeln wird.

### Historische Bodenschatznutzung in Brandenburg

Natürlich hat der Mensch zunächst die ihm am leichtesten zugänglichen mineralischen Bodenschätze genutzt. Er benötigte frühzeitig **Bau- und Brennmaterialien** und fand diese in Form von eiszeitlichen Geschieben, in Blockpackungen der Endmoränen, von Lehm und Ziegelton, von Wiesenkalk, von Torf und z. T. an der Oberfläche anstehender Braunkohle. Der Mensch nutzte frühzeitig Raseneisenerz zur Werkzeugherstellung, Quarzsand für die Glasherstellung und Salzwasserquellen für die Salzgewinnung. Diese Nutzungen unterlagen starken zeitlichen Wandlungen.

Die weit verbreitet auftretenden Lehmvorkommen und **Geschiebe** wurden zweifellos seit der Besiedlung - neben Holz - zum Bauen genutzt. Jedes märkische Dorf besaß seine eigenen **Lehm- und Sandgruben**. Über den Reichtum an eiszeitlichen Geschieben legen die mittelalterlichen Straßenbauten Zeugnis ab. Auch für Sakralbauten, Mauern und Fundamente wurden die vom Gletschereis mitgeführten Bruchstücke aus den skandinavischen Gebirgen gesammelt und als hoch belastbarer einheimischer Baustoff - auch aus Mangel an anderen Festgesteinen - genutzt. Vorwiegende Baustoffe waren die märkischen Tone, vor allem Bändertone und Auelehme, die dann seit dem 18. Jahrhundert in großem Umfang industriell genutzt wurden.

Die Blüte der märkischen Backsteingotik ist mit den zahlreichen **Ziegelton**vorkommen der eiszeitlichen Schichtenfolge verknüpft. Die Museen von Glindow, Mildenberg, Altgaul und Altglietzen sowie das Ofenmuseum Velten erinnern an diese Zeit. Um die Jahrhundertwende wurden jährlich Ofenkacheln für bis zu 100 000 Öfen nach Berlin geliefert.

Der berühmte märkische Sand konnte bei besonderer Reinheit auch zur Glasherstellung genutzt werden. Von den Glashütten

Brandenburgs, die im Wesentlichen **Gebrauchsglas** herstellten, hebt sich die Rubinglasproduktion des Alchimisten Johann Kunckel in Potsdam und auf der jetzigen Pfaueninsel in der Havel heraus. Das Museum Klasdorf-Glashütte zeugt von der dort seit Anfang des 18. Jahrhunderts betriebenen Glasgewinnung.

Seit dem 13. Jahrhundert wird **Rüdersdorfer Kalkstein** als Baustoff genutzt. Vom technologischen Fortschritt in der Branntkalk- und Zementproduktion kündeten die teilweise erhaltenen historischen Brennöfen in Rüdersdorf, die jetzt im Rüdersdorfer Museumspark besichtigt werden können. Rüdersdorf hatte in der Vergangenheit aber auch Bedeutung als Ort für die Gewinnung von Werksteinen, die sich noch heute in zahlreichen Umfassungsmauern und als Verblendmauerwerk für Repräsentationsbauten in Berlin und Brandenburg finden lassen.

Der **Gips** über dem Salzstock **Sperenberg** wurde seit dem 12. Jahrhundert abgebaut, von 1880-1956 industriell gewonnen und als Baustoff genutzt.

Zu den an zahlreichen Orten gewonnenen Bodenschätzen gehörte auch der **Wiesenkalk** - holozäne Kalkanreicherungen im Boden, insbesondere in den Niedermooren -, der vor dem Aufblühen der Kunstdüngerproduktion weitverbreitet zum Mergeln der Felder genutzt wurde.

Ebenfalls bis vor das Jahr 1000 zurück dürfte die **Raseneisenerz**gewinnung in Brandenburg gehen. Vor der Erschließung der großen Eisenerzlagerstätten der Welt kam dem in Sümpfen, Wiesen oder Seen als chemisch-sedimentäres Verwitterungsprodukt abgelagerten Raseneisen für die Eigenversorgung eine wesentliche Bedeutung zu. In zahlreichen Hammerwerken (u. a. in Biesenthal, Oranienburg, Zehdenick, Baruth, Gottow, Peitz, Rathenow) wurde das Raseneisenerz für die Waffen- bzw. Munitionsherstellung oder für die Erzeugung von Haushaltsgegenständen aufbereitet. Die Existenz des Eisenhammers bei Peitz ist seit 1200, das Hüttenwerk seit dem 16. Jahrhundert, als wöchentlich 50-60 Zentner Eisen hergestellt wurden, belegt. Bei der Verhüttung wurde hier auch Rüdersdorfer Kalk eingesetzt. Das Peitzer Hüttenmuseum und das Kunstgussmuseum Lauchhammer zeugen von der Raseneisenerzverhüttung. Raseneisenstein wurde auch als Bau- und Mauerstein verwendet.

Konflikte entstanden nicht erst durch die Einfuhr der höherqualitativen ausländischen Erze, sondern auch durch den hohen Holzverbrauch mit der ebenfalls holzverbrauchenden Glasindustrie, so dass zum ausgehenden 19. Jahrhundert die Gewinnung von Raseneisenstein aufgegeben wurde.

Nicht unerwähnt bleiben sollen die Versuche der Salzgewinnung. Im Bestreben zur Eigenversorgung mit **Speisesalz**, das im Zeitalter

fehlender Kühlgeräte auch beliebtes Konservierungsmittel war, gab es seit dem 16. Jahrhundert Bemühungen zur Salzerzeugung.

In einigen Orten mit bekannten oberflächennahen Versalzungerscheinungen - in der Mark Brandenburg sind fast 70 Solquellen bzw. flächenhafte Salzwasseraustritte, wie in Beelitz/Salzbrunn und Trebbin/Saarmund, bekannt - wurden umfangreiche Siedeveruche durchgeführt und wohl mehr als einige Jahrzehnte Salz gewonnen. Wegen geringer Ergiebigkeit wurden die Salinen nach der Zerstörung im 30jährigen Krieg nicht mehr betrieben.

Der Bodenschatz **Grundwasser**, zunächst über gegrabene Brunnen, später über Bohrbrunnen auch aus größeren Tiefen gefördert, gewann an Bedeutung, als die Abprodukte der Menschen und ihrer Wirtschaft zu einer Verunreinigung der zuvor auch als Trinkwasser nutzbaren Oberflächengewässer führten.

Außer dem Wasserangebot spielen die Energiequellen immer eine entscheidende Rolle für die Lebensmöglichkeit des Menschen. **Energierohstoff** war zunächst ausschließlich das Holz, später - neben Wind und fließendem Wasser für den Mühlenbetrieb - auch der **Torf** mit der Blüte der Torfgewinnung im 19. Jahrhundert im Rhin- und Havelländischen Luch und seiner vornehmlichen Verwendung für Heizzwecke in Berlin.

Seit dem 19. Jahrhundert gewann die **Braunkohle** an Bedeutung. In zahlreichen Gruben wurde die Braunkohle untertägig gewonnen. Außer dem Gebiet der Lausitz waren hierfür auch lokal begrenzte Vorkommen in glazitektonisch in Oberflächennähe gebrachte Tertiär-Schollen von Bedeutung. Derartige Altbergbaugebiete, die zumeist zu Beginn des 20. Jahrhunderts aufgegeben wurden, sind u. a. aus dem Raum Fürstenwalde, Frankfurt/Oder, Königs Wusterhausen und Freienwalde bekannt. Heute kennt man über 100 Objekte alten Braunkohlentiefbaus, die potenzielle Bruchgebiete darstellen, schon vielfach zu Absenkungen (Tagesbrüchen) geführt haben und durch nachträglichen Versatz mit Asche/Zementfüllungen gesichert werden (s. Karte 42). Ihre Blüte erreichte die Braunkohlegewinnung von etwa 1960 bis 1990, als die Energieerzeugung der DDR mit einer jährlichen Förderung von über 300 Mio Tonnen zu 80 % auf Braunkohlenbasis erfolgte, wozu die Großtagebaue der Lausitz (s. Karte 43) über 110 Mio t beisteuerten.

Der historische Exkurs zeigt die enge Bindung zwischen der Entwicklung neuartiger Technologien durch den Menschen und den jeweils erforderlichen Rohstoffen. Wenn wir uns jetzt der gegenwärtigen Nutzung der Geopotenziale Brandenburgs zuwenden, dann ist damit zugleich verbunden, dass auch diese eines Tages historisch sein werden.