

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	20 (2013), 1/2	S. 45 – 62	10 Abb., 1 Tab., 76 Zit.
------------------------------	---------	----------------	------------	--------------------------

Geopotenzial-Klassifikation im sedimentologischen Kontext – Beispiel Mecklenburg-Vorpommern (NE-Deutschland)

Geopotential classification in a sedimentological context – The example of Mecklenburg-Vorpommern (NE-Germany)

RALF-OTTO NIEDERMEYER*

1 Einführung: Grundlagen und Ziel

Der Begriff „Geopotenzial“ wird auf Grund seiner weiten semantischen Bedeutung interdisziplinär verwendet (u. a. Geologie, Meteorologie, Ökologie). In der angewandten Geologie, speziell der Rohstoff- und Wirtschaftsgeologie, werden als „Geopotenziale“ im engeren Sinne Reserven und Ressourcen von geologisch entstandenen, nicht erneuerbaren Rohstoffen bezeichnet, deren Qualität und Menge, technische Gewinnbarkeit einschließlich ökonomischen Aufwandserfordernissen weitgehend unbekannt sind bzw. bestenfalls vermutet werden (s. WELLMER 2008, Abb. 1). Dazu gehören z. B. Erze, Kohlen, Kohlenwasserstoffe, Steine und Erden.

Unter erweitertem Blickwinkel sind auch geologische Formationen bzw. Bildungen als „Geopotenziale“ zu klassifizieren, die auf Grund ihrer spezifischen, für wirtschaftliche, technische, soziale, infrastrukturelle u. a. der Daseinssicherung bzw. -vorsorge dienenden Nutzungen eine immer größere Bedeutung erlangen. Das betrifft z. B. geologische Unterspeicher, Erdwärme, Böden, Oberflächenwasser und Grundwasser. Als Beispiele für einen solchen komplexen inhaltlich-methodischen Ansatz können die Übersichts-darstellung der Geopotenziale des Landes Brandenburg von MANHENKE (1999) sowie das Projekt „Geopotenzial Deutsche Nordsee“ (GPDN) der Hauptpartner Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen (LBEG) und Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) gelten (s. a. www.geopotenzial-nordsee.de).

Auch Umweltverhältnisse (u. a. Schutzgebietskategorien, geotouristisch attraktive Landschaftsformen) lassen sich als „Geopotenziale“ subsumieren (Abb. 2). Die Einbeziehung von „Geogefahren-Potenzialen“, ebenfalls im Hinblick auf Daseinssicherung und -vorsorge, verbindet bei exogen-

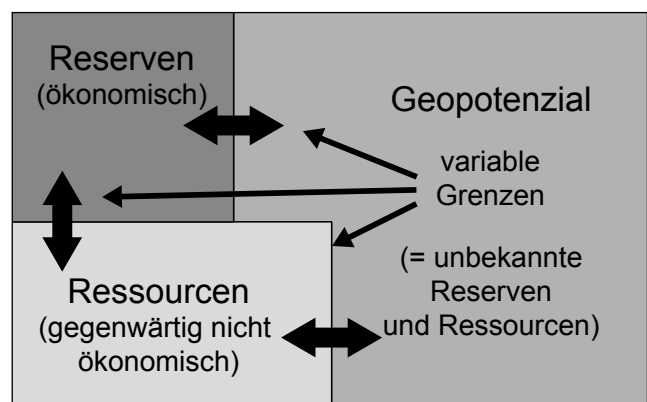


Abb. 1: Rohstoffgeologische (Geopotenzial-)Kategorien sind dynamisch (nach WELLMER 2008, umgezeichnet).

Fig. 1: Geopotential categories of mining resources are dynamic (cf. WELLMER 2008, redrawn).

dynamischer Betrachtung primäre geologische Bildungen (z. B. Böden, Flüsse, Küsten) mit den Wirkungen z. B. der Schwerkraft (Massenbewegungen), des Windes (Deflation) und des Wassers (Hochwässer/Fluten). In diesem erweiterten und komplexen Sinne wird hier der Begriff „Geopotenzial“ verstanden.

Die nachfolgenden Ausführungen haben das Ziel, den traditionellen stratigraphischen (s. MANHENKE 1999, MENNING & DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION 2012) durch einen sedimentologischen Betrachtungshorizont zu erweitern und eine entsprechende Geopotenzial-Klassifikation am Beispiel des Bundeslandes Mecklenburg-Vorpommern (MV) vorzunehmen. Die Grundlage bildet eine konzeptionelle Differenzierung (Typisierung) von sedimentären Depositionsräumen im Zeitraum Paläozoikum – Mesozoikum – Känozoikum. Da die (bekannten) Geopotenziale des

* Die Arbeit basiert auf dem Vortrag „Geopotenziale eines Tourismuslandes – Von alten geologischen Strukturen und neuen strategischen Herausforderungen“, gehalten am 11. April 2012 in Greifswald anlässlich der 133. Jahrestagung des Oberrheinischen Geologischen Vereins (OGV, s. a. www.ogv-online.de/tagungen/archiv/133).

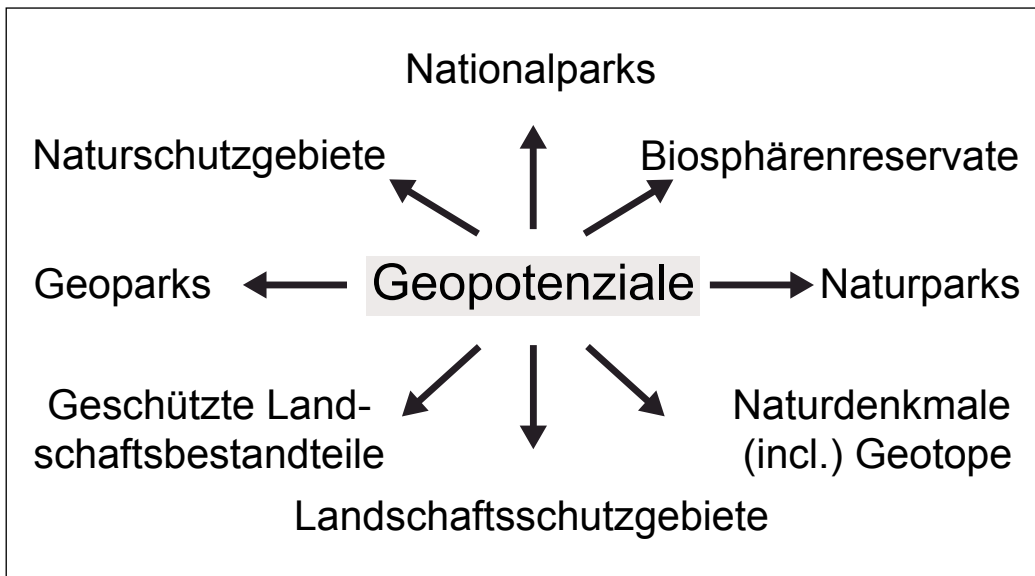


Abb. 2:
Geopotenziale umfassen auch Schutzgebiete der Natur und Landschaft (vgl. Bundesnaturschutzgesetz) sowie spezielle Orte zum Erhalt des geologischen Naturerbes.

Fig. 2:
Geopotentials also include areas of nature and landscape protection (cf. Federal Law of Nature Protection) as well as localities for preservation of the geological heritage.

Landes Mecklenburg-Vorpommern nahezu ausschließlich Bildungen umfassen, deren Ablagerung und fazielle Ausprägung auf sedimentärem Wege erfolgten (Ausnahme: petrothermale Reservoirs in Rotliegend-Vulkaniten), ist dieser methodische Ansatz begründet. Mit READING (1996) wird hier unterstrichen, dass entsprechende Geopotenziale das Ergebnis von sedimentären Ablagerungs-, Transport- und Umwandlungsprozessen sind, die in der Erdgeschichte durch Steuerungskräfte wie Klima, Tektonik, Erosionsbasis (*base level*) u. a. bestimmt wurden bzw. werden (s. a. Kapitel „Geopotenzial-Typen“). Dementsprechend reflektieren die für Erkundungen und Nutzungen ausgewählten geologischen (sedimentären) Formationen spezielle Ablagerungsräume und -prozesse.

Deshalb wird das in der Geologie etablierte Stockwerksmodell (u. a. Krusten-Stockwerke, Lagerstätten-Stockwerke) auf Geopotenzial-Stockwerke übertragen. Es ist nicht beabsichtigt, hier eine kurz gefasste regionalgeologische (-sedimentologische) Abhandlung des Landesgebietes von Mecklenburg-Vorpommern in klassischer Weise vorzunehmen, sondern vielmehr den Fokus auf grundlegende strukturelle und sedimentäre Evolutionsphasen bei der Systematisierung und Kennzeichnung regionaler Geopotenziale zu legen. Verfasser sieht sich dabei zwar einem gewissen Abwägungskonflikt zwischen verallgemeinernden sowie speziellen geowissenschaftlichen Fakten gegenüber, ist jedoch der Auffassung, dass die präsentierte Gliederung bzw. Klassifikation der regionalen „Geopotenzial-Evolution“ unter dem Aspekt komprimierter Darstellung nicht nur gerechtfertigt sondern auch innovativ ist. Die resultierende thesehafte Darstellung von landesspezifischen Geopotenzialen vereinfacht den Überblick, befördert die öffentliche Kommunikation mit Nicht-Spezialisten (incl. Fachfremden), die Verbreitung von geologischen Grundlagenkenntnissen und somit die Vorbereitung von Geologie-basierten sozioökonomischen Entscheidungen auf unterschiedlichen Ebenen (u. a. Politik, Verwaltung, Wirtschaft, Bevölkerung, Umwelt).

2 Kenntnisstand und Geothemen-Spektrum: Gesellschaftliche Relevanz

Regionale geowissenschaftliche Kenntnisse über das Land Mecklenburg-Vorpommern und das angrenzende Ostseegebiet liegen sowohl in zusammenfassender Form als auch in einer Vielzahl von Einzelbeiträgen in hinreichendem Maße vor und fließen adäquat in diese Betrachtungen ein (u. a. v. BÜLOW 2000a, HARFF et al. 2004a, KATZUNG 2004, HENNINGSEN & KATZUNG 2006, NIEDERMEYER et al. 2011). Gleiches gilt für grundlegende Darstellungen von globalen und regionalen Sedimentationsprozessen und -räumen sowie zur Evolution von Sedimentbecken (u. a. READING 1996, LEEDER 2000, DOORNENBAL & STEVENSON 2010). Aktuelle Ausführungen zu den Themen Rohstoffreserven, -ressourcen, Geopotenziale, Nachhaltigkeit bei der Nutzung der Geosphäre liegen u. a. vor von WELLMER (2008), RICHARDS (2009), KAUSCH et al. (2011).

Außerdem kann bei der hier vorgelegten regionalen Geopotenzial-Typisierung am Beispiel des Landes Mecklenburg-Vorpommern auf zahlreiche Beiträge Bezug genommen werden, die thematisch von der tiefen Geothermie zu den oberflächennahen Geothermie-Ressourcen und Steinerden-Vorkommen bis hin zu Böden, Grundwasser sowie geogenen Gefahren in Tourismusgebieten reichen (u. a. LUNG MV 2006, IFFLAND, OBST & SCHWERDTFEGER 2006, NIEDERMEYER 2006, 2008). Spezielle Betrachtungen zu den tiefen geothermischen Potenzialen (u. a. FELDRAPPE, OBST & WOLFGGRAMM 2008, FRANZ & WOLFGGRAMM 2008, WOLFGGRAMM et al. 2011), den tiefen untertägigen Speicherpotenzialen (u. a. OBST 2008, BRANDES & OBST 2011), den Grundwasser-Ressourcen (LUNG MV 2012) Mecklenburg-Vorpommerns, den neuen Erdgastrassen (OPAL/länderübergreifend Mecklenburg-Vorpommern – Brandenburg, u. a. BÖRNER et al. 2011, BÖRNER & MÜLLER 2012, JUSCHUS et al. 2011, JUSCHUS 2012; NEL) liegen vor bzw. befinden sich in weiterführender Bearbeitung.

Die mineralischen Rohstoffe Deutschlands, darunter auch Mecklenburg-Vorpommerns, tragen mit einem jährlichen Anteil von ca. 780 Mio. Tonnen etwa 60 % zur nationalen Eigenversorgung bei (www.bdi.eu/Pressemitteilungen_BDI_Konferenz_Rohstoffland_Deutschland_27_04_2012). Eine neue Übersichtspublikation der Staatlichen Geologischen Dienste Deutschlands (BÖRNER et al. 2012) handelt den im Hinblick auf die deutschlandweite Rohstoffsicherung sehr bedeutenden Geopotenzialsektor der „Steine-Erden-Rohstoffe“ ausführlich ab. Ein dünnbesiedeltes Flächenland wie Mecklenburg-Vorpommern (23 180 km², 1,63 Mio. Einwohner), dessen Oberflächen- bzw. oberflächennahe Geologie in charakteristischer Weise während des Quartärs geprägt wurde, verdankt seine Steine- und Erden-Lagerstätten sowohl (primär) sedimentär-depositionell (z. B. Schmelzwassersande) als auch (sekundär) struktur-geologisch (z. B. Quarzsand- bzw. Tonschollen) den Wirkungen der pleistozänen Inlandvereisungen.

Die Böden Mecklenburg-Vorpommerns als oberstes Potenzialsegment der Geosphäre entwickelten sich – mit lokalen Ausnahmen (z. B. Rügener Kreide, Tertiär in SW-Mecklenburg) – auf einem pleistozänen Gesteinsuntergrund, dessen Eigenschaften durch sehr geringe Verfestigung (Locker-sedimente), ausgeprägte Dominanz von siliziklastischem Mineralbestand bei zumeist guten bis sehr guten hydraulischen Verhältnissen sowie durch ein moderates Relief gekennzeichnet sind. Diese junge „ererbte“ quartärgeologische Exposition bedingt das Agrar-Geopotenzial des Landes, das einen dominierenden Wirtschaftszweig darstellt. Die bodengeologischen Verhältnisse bilden die Grundlagen für die natürlichen Bodenfunktionen, deren Erhalt sowie ggf. für deren Wiederherstellung. Das betrifft z. B. die Erosionswirkungen durch Wind, Wasser und/oder Schwerkraft auf ackerbaulich genutzten Flächen, denen durch verbreitet großflächige Bewirtschaftung saisonal und regelmäßig eine die oberste Bodenschicht festigende Vegetation bzw. Bepflanzung fehlt. Insgesamt beeinträchtigen Wind- und Wassererosion sowie Bodenverdichtung die Wirtschafts- und Habitatfunktion der Böden. Der Abtrag des Oberbodens reduziert Nutzungspotenziale (besonders Humus-, Wasser- und Nährstoffgehalte bzw. deren Speicherkapazitäten). Folgen sind u. a. sinkende natürliche Bodenfruchtbarkeit und somit auch abnehmende landwirtschaftliche Standortqualitäten.

Dass trotz fortgeschrittenen bodengeologischen Grundlagenkenntnissen und vorhandenem Bodenschutz-Bewusstsein Bodenerosion auch in Mecklenburg-Vorpommern ein Geogefahren-Potenzial mit lokal katastrophalen Auswirkungen darstellen kann, führte die sturmgetriebene und eventartige flächenhafte Mobilisierung von feinen Bodenpartikeln (Deflation) am 8. April 2011 südlich von Rostock dramatisch vor Augen (A 19-Massenunfall mit acht Toten, 131 Verletzten, davon 44 schwer; BMVBS 2011).

Dementsprechend stehen geologische Gefahrenpotenziale verstärkt im Blickpunkt, darunter insbesondere Steilküstenabbrüche: Im Ergebnis der großen Hangrutschung auf der Insel Rügen (Seebad Lohme/März 2005 sowie nach dem tragischen Unglücksfall mit Todesfolge am 26. Dezember 2011

am Kap Arkona, verbunden mit einer beträchtlich erhöhten behördlichen und medialen Aufmerksamkeit, unternimmt der Staatliche Geologische Dienst von Mecklenburg-Vorpommern (SGD MV) eigene bzw. koordiniert mit Partnern anderer Behörden, Universitäten und Hochschulen sowie Unternehmen geologische und geotechnische Untersuchungen zur Gefahrenabwehr an den Steilküsten des Landes (s. a. NIEDERMEYER 2006, OBST & SCHÜTZE 2006, GÜNTHER & THIEL 2009, QUANDT et al. 2010, DÖRING 2012, NIEDERMEYER & SCHÜTZE 2012). Auf Grund gesetzlicher Vorgaben (§ 89 Landeswassergesetz/LaWG, § 10 Landesbodenschutzgesetz/LBodSchG) ist der SGD MV im Sinne der Daseinsvorsorge und Naturgefahren-Prävention fachbehördlich tätig; außerdem im Bereich der öffentlichen Gefahrenaufklärung (u. a. Geogefahren-Hinweiskarten und -Flyer, geologische Schautafeln an den Steilküsten; s. a. www.lung.mv-regierung.de/insite/cms/umwelt/geologie/geogefahren/geogefahren_lehrpfad.htm). Weitere Geogefahren-Potenziale in Mecklenburg-Vorpommern bergen insbesondere Hochwässer der Ostsee (z. B. 1872, 1904, 1913, 1954, 1979, 1995; s. a. STAUN HRO 2009) sowie von Flüssen (Oder/1997, Elbe/2002, s. a. NIEDERMEYER 2005), extreme Starkregen-Ereignisse (u. a. Sommer 2011), lokale Tagesbrüche in Altbergbaugebieten (SW-Mecklenburg), artesische Grundwasser-Austritte, Grundwasser-Versalzung, Subrosions- und Karsterscheinungen sowie – technisch bedingt – Böschungsversagen in Steine-Erden-Tagebauen.

Seismische Erschütterungen sind in Mecklenburg-Vorpommern sehr selten und weisen unbedeutende Schadensfälle auf (s. a. GRÜNTAL et al. 2007). Das generelle Auftreten postglazialer Erdbeben als Folge glazial-isostatischer Krustenbewegungen bzw. -entlastungen wurde am Beispiel sedimentärer Deformationsgefüge in Pleistozänsedimenten Usedom diskutiert (HOFFMANN & REICHERTER 2011), bleibt aber in der Gegenwart als seismisches Gefahrenpotenzial für das Zwischenlager Nord (ZLN Lubmin) für schwach- und mittelradioaktive Abfälle („Stresstests“) vernachlässigbar (u. a. HEMMER & NIEDERMEYER 2012).

Touristisch nutzbare Geopotenziale, speziell auch Geotope, geologische Lehrpfade, Findlingsgärten (32 in MV, OBST & SCHÜTZE 2009) und Geoparks, erhalten deutschland- und europaweit, so auch in Mecklenburg-Vorpommern, zwar zunehmend fachöffentliche Aufmerksamkeit, finden jedoch im Hinblick auf Umweltbildung und Vermarktung noch längst nicht die notwendige breite und engagierte Unterstützung. Der Umfang entsprechender lokaler und regionaler Initiativen bzw. Aktivitäten, die Anzahl von zertifizierten Geoparks sowie von Publikationen zu dem Thema, darunter auch Geotourismuskarten, wächst in Deutschland, darunter auch in Mecklenburg-Vorpommern, beständig (s. GÜK 500 2003, GTK 200 2004, 2007, SCHÜTZE & NIEDERMEYER 2005, LOOK, QUADE & MÜLLER 2007). In einem Tourismusland wie Mecklenburg-Vorpommern können und müssen diese Geopotenziale noch stärker erschlossen werden, speziell auch im Binnenland mit seiner modellhaften, jungquartären Landschaftsentwicklung (u. a. BUDDENBOHM et al. 2003, SCHULZ 2006, BUDDENBOHM 2012, BÖRNER 2012).

Die zumeist nur peripher geologische Umweltinformationen vermittelnden, dominant auf biologische Phänomene ausgerichteten National- sowie Naturparks und Biosphärenreservate bieten in dieser Hinsicht ausbaufähige Potenziale nicht nur für eine interdisziplinäre Umweltbildung sondern auch für touristische Regionalentwicklung. Gute Beispiele anspruchsvoller Öffentlichkeitsarbeit unter herausgehobener Berücksichtigung geologischer Naturrauminformationen sind an der Küste das Nationalparkzentrum Königsstuhl (www.koenigsstuhl.com), das Kreidemuseum Gummanz (www.kreidemuseum.de) und das Deutsche Meeresmuseum Stralsund (www.meeresmuseum.de) sowie im Binnenland das Müritzzeum Waren (www.muertizeum.de).

3 Geopotenzial-Typen (-Synthese) Mecklenburg-Vorpommerns

Die nachfolgend ausgewiesenen Geopotenzial-Typen bzw. -Stockwerke folgen den vorstehenden grundlegenden Annahmen bzw. Überlegungen und verstehen sich als regionaler Beitrag zur Diskussion von Geopotenzialen (Tab. 1). Klassifiziert und betrachtet werden – unabhängig von hochauflösenden geologischen Zeit- und Raumdimensionen sowie Steuerungsfaktoren – Geopotenzial-Stockwerk (-Typ), Sedimentfazies bzw. Sedimentationsraum sowie vorkommende Geopotenziale und deren sozioökonomischer Bezug. Diese Typisierung berücksichtigt in allen vier Stockwerken durchgehend die sedimentäre Evolution als einheitliches Systematisierungsprinzip. Dabei ist anzumerken, dass die unterschiedenen Geopotenzial-Stockwerke im Hinblick auf ihre primäre strukturelle (tektonische) Anlage und anschließende Sedimentationsprozesse als hierarchisch unterschiedliche Einheiten aufzufassen sind.

Als geologische, insbesondere die sedimentäre Entwicklung steuernde Faktoren liegen hier zugrunde (vgl. READING & LEVELL 1996):

- Sedimentverfügbarkeit,
- Klima,
- tektonische Bewegungen, speziell Senkungen als Voraussetzung für die Entstehung von Sedimentbecken,
- Meeresspiegeländerungen,
- extraterrestrische/orbitale Kräfte (speziell Milankovič-Zyklen),
- systemimmanente (intrinsische) sedimentäre Prozesse als Wirkungen grundlegender Depositionsdynamik (z. B. auto- bzw. allozyklische Prozesse),
- physikalische Prozesse (z. B. Transportmedien/-kräfte wie Wind, Wasser, Eis incl. Strömungen unterschiedlicher Art als Motoren der exogenen Dynamik),
- biologische Aktivitäten und Prozesse (z. B. Karbonatproduktion, kohlenstoffreiche Sedimente, Sedimentumlagerungen, Diagenese),
- hydrochemische Prozesse (z. B. Ionen-Konzentrationen, speziell bei der Entstehung von Evaporiten),
- vulkanische Aktivitäten als außerordentliche Wirkungen bzw. Unterbrechungen „normaler“ Sedimentationspro-

zesse (z. B. Aschewolken als tephrastratigraphische Marker sowie als thanatozönos wirkende Kräfte),

- eventartige, sedimentäre Extremereignisse mit ihren in Größenordnungen höheren Energiespektren (z. B. Fluten incl. Tsunamis, geologische Massenbewegungen wie alluviale Schuttströme incl. Bergstürze, Hangrutschungen, Steilküstenabbrüche),
- Ablagerungsraten und Erhaltungspotenzial von Gesteinen unter besonderer Berücksichtigung der geologischen Zeitdimension (z. B. Schichtmächtigkeiten vs. Ablagerungsdauer).

Die aufgeführten Prozesse erzeugten im Laufe der Erdgeschichte die gegenwärtigen geologischen Verhältnisse bzw. Formationen und somit – hierarchisch sowie anthropozentrisch betrachtet – Geopotenzial-Stockwerke. Anthropozentrisch deshalb, weil der Begriff „Geopotenzial“ die kontinuierlich steigenden menschlichen Ansprüche, Nutzungen, Eingriffe und Veränderungen im System Erde reflektiert. Insofern wird der Mensch auch als „geologischer Faktor“ betrachtet („Anthropozän“, u. a. EHLERS 2008; LEINFELDER & SCHWÄGERL 2012). Unter diesem Aspekt muss – gewollt oder nicht – auch die hier vorgestellte Typisierung gesehen werden, wodurch zwangsläufig von der lokalen bzw. regionalen perspektivisch zur überregionalen und globalen Dimension übergeleitet werden kann.

Typ I/Stockwerk I: Intrakontinental- (Intraplattform-) Becken (Permokarbon – Postperm)

Dominanz einer ausgedehnten, sich seit dem Permokarbon etablierenden (über-)regionalen Sedimentbecken-Bildung [Nordost (NE-)deutsches Becken als Teil des Zentraleuropäischen bzw. Südlichen Perm-Beckens; u. a. DOORNENBAL & STEVENSON 2010] im Bereich der Westeuropäischen Kontinentalplattform (Abb. 3): Die Beckenentwicklung vollzog sich, speziell als Folge plattentektonischer Prozesse (Kollision von Baltica und Ost-Avalonia), in mehreren Stadien incl. Deformationsphasen und begründete die Entstehung der Geopotenziale:

- Erdöl und Erdgas,
- Untergrundspeicher (Poren- und Kavernenspeicher),
- Barrieregesteinskomplexe,
- Solen.

Die konventionellen Erdöl/Erdgas-Potenziale Mecklenburg-Vorpommerns sind an eine Karbonat-Plattform (Flachschelf) des Zechstein gebunden, wobei der Hauptdolomit (Staßfurt-Karbonat/Ca₂) das Mutter- bzw. Speichergestein ist. Die im SPBA-Atlas dokumentierten Vorkommen (vgl. DOORNENBAL & STEVENSON 2010, Fig. 1.4/S. 4) waren und sind national sowie international zwar von geringer Bedeutung, führen dennoch auf Grund der Preisentwicklung bei diesen Rohstoffen zu neuen Explorationsarbeiten im Bereich des Grimmener Walles (Vorpommern) durch die deutsch-kanadische Firma Central European Petroleum/CEP (Seismik, Tiefbohrungen/erste Horizontalbohrungen in MV; s. SCHRÖTER 2012, Abb. 4). Schiefergas-Potenziale (nichtkonventionelles Erd-

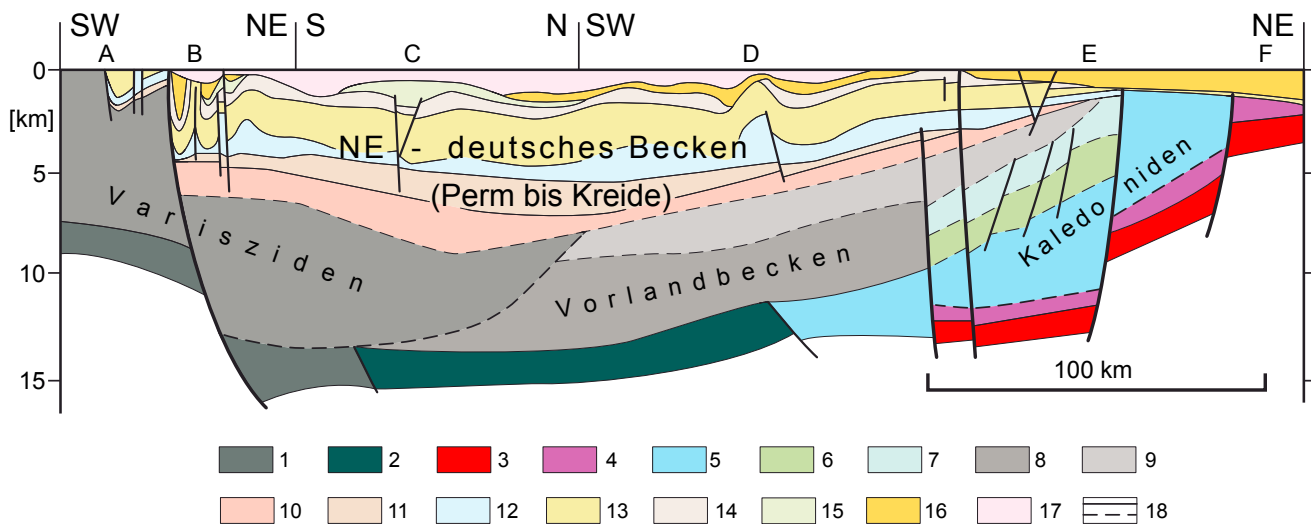


Abb. 3: Das Geopotential-Stockwerk I Mecklenburg-Vorpommerns ist tektonisch und sedimentär durch ein intrakontinentales Becken (NE-deutsches Becken) bestimmt (nach FRANKE, HOFFMANN & LINDERT 1996, S. 47, umgezeichnet u. vereinfacht, u. a. Profilverkürzung und Verzicht auf die Benennung der Störungen, s. dazu S. 46).

Das Beckenprofil umfasst den Flechtingen Block (A), die Altmark (B), die Prignitz mit SW-Mecklenburg (C), das vorpommersche Festland (D), die Insel Rügen (E) und die angrenzende Ostsee (F).

Farblegende: 1, 2 – Grundgebirge von Ost-Avalonia in unterschiedlichen regionalgeologischen Krusteneinheiten; 3 – Grundgebirge des Südrandes von Baltica; 4 – Kambro-Silur; 5 – Prä-Devon (Ost-Avalonia); 6 – Devon; 7 – Unterkarbon; 8 – Prä-Oberkarbon; 9 – Oberkarbon; 10 – Unterrotliegend; 11 – Oberrotliegend; 12 – Zechstein; 13 – Trias; 14 – Jura; 15 – Unterkreide; 16 – Oberkreide; 17 – Känozoikum; 18 – stratigraphische Grenzen (nachgewiesen bzw. vermutet)

Fig. 3: Geopotential type/stage I of Mecklenburg-Vorpommern is tectonical and sedimentary characterized by an intracontinental basin (NE-German Basin (cf. FRANKE, HOFFMANN & LINDERT 1996, p. 47, redrawn and simplified, among other, shortening of profile and without fault names, see for this FRANKE, HOFFMANN & LINDERT 1996, p. 46).

The basin profile includes the Flechtingen Block (A), Altmark (B), Prignitz with SW-Mecklenburg (C), mainland of Western Pomerania (D). Isle of Rügen (E) and the adjacent Baltic Sea (F).

Explanations of colours: 1, 2 – Basement of East-Avalonia referring to different regional geological crustal units; 3 – Basement of the southern margin of Baltica; 4 – Cambro-Silurian; 5 – Pre-Devonian (of East-Avalonia); 6 – Devonian; 7 – Lower Carboniferous; 8 – Pre-Upper Carboniferous; 9 – Upper Carboniferous; 10 – Lower Rotliegend; 11 – Upper Rotliegend; 12 – Zechstein; 13 – Triassic; 14 – Jurassic; 15 – Lower Cretaceous; 16 – Upper Cretaceous; 17 – Cenozoic; 18 – stratigraphic boundaries (proved and supposed)



Abb. 4: Mit der Tiefbohrung Pudagla 2 wird die Erdöl-Höffigkeit des Staßfurt-Karbonats (Ca₂) auf der Insel Usedom erkundet (Bildmitte: Bohrturm und Gestänge-Lager, Aufnahme Frühjahr 2012, Central European Petroleum/CEP).

Fig. 4: By means of the deep drill Pudagla 2 the crude oil stock of the Staßfurt-carbonate reservoir (Ca₂) on the Isle of Usedom is explored (midth of figure: drilling rig and pipes, fotograph Spring 2012, by Central European Petroleum/CEP).

gas) in Mecklenburg-Vorpommern, speziell kohlenstoffreiche Ton- bis Tonmergelgesteine des Unterkarbon von Rügen und Usedom, sind vorhanden (BGR 2012), jedoch wegen geringer Verbreitung, Mächtigkeit und Höffigkeiten kaum als Energierohstoff-Ressource wirtschaftlich nutzbar.

Reservoirgeologische Potenziale für Untergrundspeicher (Poren-, Kavernenspeicher) sind in Mecklenburg-Vorpommern vorhanden, werden auch vereinzelt bereits genutzt (Kavernenspeicher Kraak, Wesenberg) bzw. befinden sich im Stadium fortgeschrittener Erkundung (Kavernenspeicher Möckow). Obgleich die Erdgasproduktion weltweit zunimmt (z. B. Turkmenistan, USA, Russland), sinkt sie speziell in Europa, darunter in Deutschland (DERA 2012). Dementsprechend stagniert in Deutschland gegenwärtig auch der Bau von Untergrundspeichern. Selbst die großen Erdgastrassen (NordStream, OPAL, NEL), die Mecklenburg-Vorpommern Bestandteil des europäischen Energierohstoff-Transportnetzes werden lassen, sowie andere energetische Nutzungen (Wasserstoff, Druckluft) führen (bisher) nicht zum Bau neuer Speicher. Dennoch bleiben die Salzstrukturen des Zechstein perspektivisch bedeutende Geopotenziale für unterschiedliche Nutzungen. In diesen Kontext sind auch die Vorkommen von Solen in unterschiedlichen stratigraphischen Einheiten des NE-deutschen Beckens zu stellen, deren balneologische Nutzung im „Gesundheits- und Tourismusland“ Mecklenburg-Vorpommern erst am Anfang steht (Ostseebäder Binz und Heringsdorf, Heilbad Waren/Müritz, Naturkosmetik-Produkte). Auf dem Weg zum führenden deutschen „Gesundheitsland“ liegen gerade in diesem Bereich weitere Perspektiven.

Typ II/Stockwerk II: Alluvial (Fluss, Delta) – Intrakontinentaler pelagischer Meeresraum – klastischer Schelf – See (Trias – Jura – Kreide – Tertiär)

Ausgeprägte Kontinentalität, später als Folge von Absenkungsprozessen Meeresdominanz unter Treibhausbedingungen incl. mehrfachen Trans- und Regressionen, bei z. T. anhaltenden Meeresspiegelhochständen, dominierten im Zeitraum Trias – Jura – Kreide – Tertiär Paläogeographie und Sedimentationsgeschichte des NE-deutschen Beckens (s. regionalgeologische Differenzierung u. a. KATZUNG 2004). Daran war die Entstehung folgender Geopotenziale gebunden:

- Erdwärme (tiefe Geothermie) incl. Thermalwässern,
- Kreidekalke und Kieselkreide,
- Spezialtone und -sande,
- Grundwasserreservoir (Miozän),
- Diatomite,
- Braunkohlen.

Die tiefengeothermischen Potenziale NE-Deutschlands, insbesondere in den mesozoischen Sandsteinaquiferen, sind u. a. an fluviatile bis fluvio-deltaische Sandsteinablagerungen des Oberen Keuper (Rhät) gebunden, wobei die Schüttungen skandinavische Liefergebiete ausweisen (FRANZ & WOLFGRAMM 2008). Im Unterschied zum marinen Depositions-

raum (Karbonat-Plattform bzw. -Schelf des Zechstein) der Kohlenwasserstoff-Lagerstätten Vorpommerns sind diese hydrogeothermalen Reservoir (Potenziale) terrestrischer Entstehung. Durch kontinentale Ablagerungsverhältnisse (z. B. fluviatil, deltaisch, äolisch) werden wichtige petrophysikalische Merkmale (PoroPerm-Eigenschaften) und somit die heutigen Nutzungspotenziale dieser salinaren Aquifere bestimmt (Abb. 5). Die Geothermischen Heizzentralen in Waren, Neubrandenburg und Neustadt-Glewe arbeiten erfolgreich seit den 1980er Jahren (außerdem 2003 Inbetriebnahme des ersten Geothermie-Kraftwerks Deutschlands in Neustadt-Glewe). Weitere tiefengeothermische Großprojekte sind in Mecklenburg-Vorpommern bisher aus wirtschaftlichen bzw. infrastrukturellen Gründen (u. a. fehlende Nutzer) nicht realisiert worden, bleiben aber angesichts der Energiewende in Deutschland sowie in Mecklenburg-Vorpommern in Diskussion. Eine Übersicht der Speicher- und Barrieregesteinsformationen Mecklenburg-Vorpommern zeigt Abbildung 6.

Bei der zu 98 % aus Kalziumkarbonat (CaCO₃) bestehenden Rügener Schreibkreide handelt es sich um einen Biomikrit des Oberen Untermaastricht, der in einem ca. 100 km breiten, etwa 20 °C warmen pelagischen Meeresraum zwischen den Kontinentblöcken von Fennoskandien (N) und Zentraleuropa (S) in Wassertiefen von 100 bis 250 m abgelagert wurde (NESTLER 2002, s. a. REICH & FRENZEL 2002). Dieser sehr reine, kaum verfestigte Biomikrit, der ca. 75 % mikroskopisch kleine Coccolithophoriden-Gehäuse (Coccolithen) enthält, stellt einen begehrten Rohstoff dar, dessen bergbauliche Gewinnung und technische Nutzung 1832 durch FRIEDRICH VON HAGENOW (1797 – 1865) begründet wurde und bis heute anhält. Die Fazies der Schreibkreide, speziell die Karbonat-Partikelgröße < 0,036 mm, verleiht ihr ein für zahlreiche Anwendungen erforderliches hohes Reaktivitätspotenzial (u. a. Düngemittel, Absorber bei der Rauchgas-Entschwefelung, Balneologie). Dementsprechend hat der Rohstoff Rügener Schreibkreide auch eine langfristige Perspektive in Mecklenburg-Vorpommern, indem nicht nur lokale sondern auch überregional wirkende wirtschaftliche und umweltpolitische Impulse verstärkt werden können: z. B. Tourismus incl. Gesundheitswirtschaft, Klimaschutz durch Rauchgasreinigung in Kohlekraftwerken und Müllverbrennungsanlagen. Die Rügener Kreidewerke produzieren ca. 200 000 t Filterkuchen/Jahr für das Braunkohle-Kraftwerk Jänschwalde. Die Kreide-Abbaustätten Wittenfelde (ehemals), gegenwärtig Promoisel (noch 18 Mio. t Reserven) und ab 2015 Goldberg (35 Mio. t Reserven) lieferten bzw. liefern Rohstoffe für eine breite (europaweite) Produktpalette von Fein-, Spezial- und Grobkreiden sowie Düngekalken (Granulaten).

Ein weiteres erkundetes bisher unverritztes Kreidekalk- und Kieselkreide-Vorkommen (Unter- bis Obercampan), das Geopotenzialtyp II zuzuordnen ist, befindet sich in Löcknitz. Dort lagern 656 Mio. t Kreidekalk und 898 Mio. t Kieselkreide mit Kalziumkarbonat-Gehalten von 72 % (Kieselkreide) bzw. 92 % (Kreidekalk), die durch einen 2,5 m mächtigen Glaukonit-Sandstein getrennt sind (GRANITZKI & KATZUNG 2004). Diese präquartäre Sedimentabfolge cha-

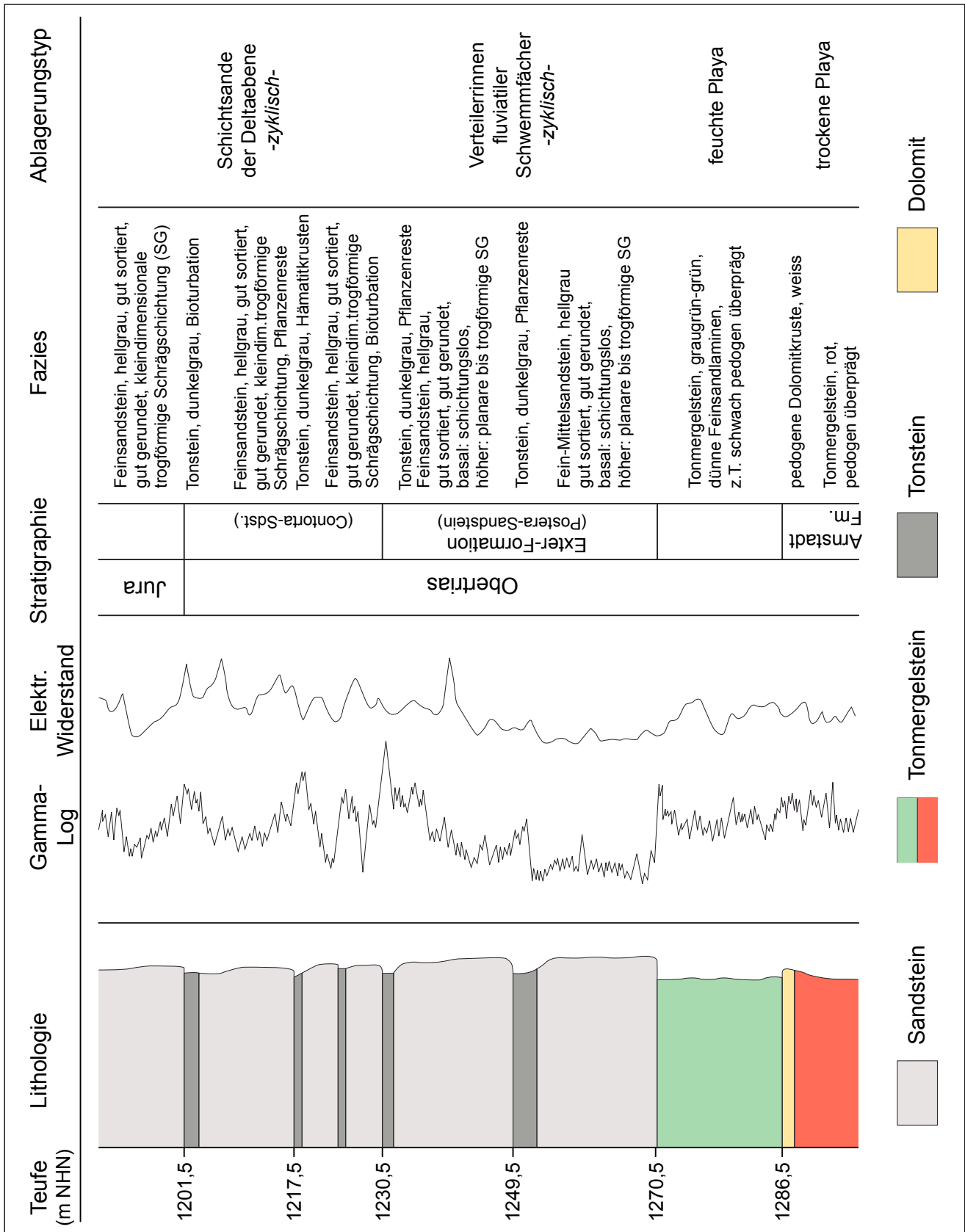


Abb. 5: Beispiel einer komplexen Bohrkern-Dokumentation aus dem Gebiet Neubrandenburg (Bohrung Gt N 2/85), die die Kombination von lithologisch-faziellen, petrophysikalischen, stratigraphischen und depositionellen Untersuchungs- und Interpretationsergebnissen zeigt (aus FRANZ & WOLFGGRAMM 2008, S. 228, verändert).

Fig. 5: Example of a complex drill core study of the Neubrandenburg area (Gt N 2/85) showing lithological/facies, petrophysical and depositional results (cf. FRANZ & WOLFGGRAMM 2008, p. 228, modified).

System / Abteilung		Serie / Stufe	Speichergesteine (Sandsteine/Karbonate)	Barrieregesteine (Tonsteine/Evaporite)	
Tertiär	Quartär	ca. 1,8 Quartär			
	Neogen	Pliozän			
		Miozän			
		Oligozän			
	Paläogen	ca. 65 Eozän			
		Paläozän			
Maastricht					
Kreide	Oberkreide	Campan			
		Santon			
		Coniac			
		Turon			
		Cenoman			
		Alb			
	Unterkreide	Apt			
		Barrême			
		Hauterive			
		Valangin			
		Berrias			
		ca. 142 "Serpulit"			
		"Münder Mergel"			
		"Eimbeckhäuser P.-K."			
Jura	Oberjura (Malm)	"Gigas-Schichten"			
		Kimmeridge			
		"Korallenoolith"			
		"Heersumer Sch."			
		Callov			
		Bathon			
	Mitteljura (Dogger)	Bajoc			
		Aalen			
		Toarc			
	Unterjura (Lias)	Pliensbach			
Sinemur					
Hettang					
ca. 200 Rhät					
Trias	Keuper	"Steinmergelkeuper"			
		"Oberer Gipskeuper"			
		"Schilfsandstein"			
		"Unterer Gipskeuper"			
		U "Lettenkeuper"			
	Muschelkalk	O "Ob. Muschelkalk"			
		M "Mittl. Muschelkalk"			
		U "Unt. Muschelkalk"			
	Buntsandstein	O Röt			
		Solling-Folge			
Hardeggen-Folge					
Defurth-Folge					
Volpriehausen-Folge					
Quickborn-Folge					
Bernburg-Folge					
U Calvörde-Folge					
Perm	Zechstein	ca. 251 Mölln-Folge			
		Friesland-Folge			
		Ohre-Folge			
		Aller-Folge			
		Leine-Folge			
		Staßfurt-Folge			
		Werra-Folge			
		Saxon II (Oberrotl.)			
	Autun (Unterrotl.)				

Formation mit hohem

Ton- bzw. Tonsteinanteil

Sandsteinanteil

Salzanteil

(klüftig)-porösen Karbonatanteil

Abb. 6:
Das NE-deutsche Becken enthält insbesondere im Geopotenzial-Stockwerk II zahlreiche Speicher- und Barrieregesteinskomplexe (aus OBST 2008, S. 287, Altersangaben in Ma), wobei erstere für die tiefe Geothermie sowie Fluidspeicherungen (Erdgas, Druckluft, Wasserstoff, Industrieabwässer) genutzt werden können.

Fig. 6:
The NE-German Basin, especially, contains in the geopotential type/stage II numerous reservoir- and seal-rock formations (cf. OBST 2008, p. 287, age data in Ma), whereas the reservoirs might be used for deep geothermal energy production as well as for fluid storage (natural gas, compressed air, hydrogen, industrial effluents).

rakterisiert auch die Lagerstätte Löcknitz – ebenso wie die Rügener Kreide – als das Produkt eines marinen oberkretazischen Ablagerungsraumes, in dem Meeresspiegel-Hochstände – trotz Schwankungen – weitflächig Kontinentalränder überfluteten, tiefere Beckenverhältnisse induzierten und zur Ablagerung von Pelagiten führten (u. a. Kreidekalke/Schreibkreide, Kieselschreibkreide).

Spezialtone und -sande Mecklenburg-Vorpommerns (u. a. Lias-Ton Grimmen, Eozän-Ton Friedland, Rupel-Ton Malliß, miozäne Quarzsande in Südwest-Mecklenburg und Neubrandenburg/Fritscheshof) bildeten sich im NE-deutschen Becken im Meso- und Känozoikum. Sie weisen im Lias (Toarc) sowie im Eozän Tiefwasserverhältnisse (pelagische Tonschlämme) sowie im Miozän dominierende nichtmarine bzw. flachmarin bis terrestrische Übergangsbedingungen aus. Im Unterschied zu den pelagischen Ablagerungsbedingungen mit organischer Karbonatproduktion in der Oberkreide (Rügener Schreibkreide) waren im Lias sowie im Eozän Ton-sedimentierende Verhältnisse regional dominierend. Die Ablagerungsverhältnisse wechselten von siliziklastischen (pelitischen) zu karbonatischen und wieder zu siliziklastischen (pelitischen bis psammitischen) marinen Bedingungen, die sich im Miozän zu fluviatilen bis deltaischen Schüttungen in einen Schelfbereich wandelten, der durch hohe Eintragsraten und regressive Tendenz charakterisiert war (*supply-dominated shelf*; s. a. JOHNSON & BALDWIN 1996, v. BÜLOW 2000b, SCHWIETZER & NIEDERMEYER 2005). Trotz Unterschieden bzw. Veränderungen im Hinblick auf sedimentäre Steuerungsfaktoren, wie z. B. Beckentiefe und -konfiguration, Wassertemperatur und -tiefe sowie Sedimentherkunft, -transport und -verfügbarkeit, lassen sich die genannten Rohstoffvorkommen in diesem Geopotenzial-Typ zusammenfassen. Hinzu kommt, dass die primäre Autochthonie dieser Sedimente eine unterschiedlich starke sekundäre (allochthone) Überprägung im Pleistozän durch glazigene (saalezeitliche bis weichselzeitliche) Schollenverlagerungen bzw. -stapelungen erfuhr. Somit sind die heutigen Lagerstätten bzw. Rohstoffpotenziale (Ton Grimmen, Ton Friedland/s. a. GRANITZKI 2012, Quarzsand Fritscheshof) genetisch wie ortsbezogenen Produkte einer in Zeit und Raum veränderlichen Sedimentationsdynamik, die sowohl für einen pelagischen Meeresraum als auch klastischen Schelf charakteristisch ist. Entscheidend für die Verbreitung und Nutzung dieser oberflächennahen Steine-Erden-Potenziale waren jedoch die geologischen (exogen-dynamischen) Prozesse im Pleistozän, die das Geopotenzial-Stockwerk III kennzeichnen.

In diesen sequentiellen Zusammenhang ist auch der marin-terrestrische (limnisch-lakustrine) Übergangsbereich (Oligozän – Pliozän) mit weiteren Geopotenzialen Südwest-Mecklenburgs einzuordnen (speziell Diatomeenkohlevorkommen Lübbe, bis 1960 Braunkohlen-Revier Malliß; s. a. v. BÜLOW 2000a und Beitrag WEDDE dieses Heft). Bei diesem Diatomeenkohlevorkommen (Lübbe Schichten/oberes Miozän, max. Mächtigkeit 120 m) handelt es sich um ein organogenes, limnisch-lakustrines Sediment,

dessen Ablagerung mehrphasig und als Folge intensiver Phytoplankton-Produktion (Diatomeen bzw. Kieselsalgen) in einem weitgehend abgeschlossenen Seebecken erfolgte. Die dort dominant auftretenden Diatomeen-Gattungen *Melosira* und *Coscinodiscus* sind auch in der heutigen Ostsee weit verbreitet, so dass dieses Schelf-(Brackwasser-)Meer mit seinen zahlreichen Schwellen und Teilbecken einen aktualistischen Modellansatz bietet im Hinblick auf hydrographische und sedimentologische Analogien für den Sedimentationsraum der Diatomeenkohle der Lübbe Schichten (vgl. v. BÜLOW 2000b, NIEDERMEYER et al. 2011, S. 78 ff.). Bei Berücksichtigung der prinzipiellen tektonischen (Randsenkenbildung) und sedimentären Steuerungsfaktoren im Miozän, die sich in der regionalen Ausprägung und Wirksamkeit sowie in dem Grad ihrer geologischen Auflösbarkeit wesentlich von denen in der Ostsee (Holozän) unterscheiden, ist dennoch eine Approximation des Ablagerungsmilieus im Rahmen der Geopotenzial-Typisierung vertretbar (s. a. READING & LEVELL 1996). Insofern werden im Stockwerk II die aufgeführten Geopotenziale sedimentologisch konsequent subsumiert.

Typ III/Stockwerk III: Glaziosostatisch dominierte kontinentale Plattform (Quartär: Pleistozän)

Mehrphasige Inlandvergletscherungen incl. Eisabbau im Quartär (Pleistozän) mit modellhaften morphogenetischen (jungpleistozänen) Oberflächenbildungen (Abb. 7) begründen die Geopotenziale:

- Kiese und Kiessande,
- Torf,
- Grundwasserreservoir (Quartär),
- oberflächennahe Geothermie,
- Böden,
- Geotope, Geopark incl. Geotourismus.

Kiese und Kiessande in Mecklenburg-Vorpommern sind Sedimente der pleistozänen Eisabbauprozesse, insbesondere der großen Schmelzwasser-Ströme, am Südrand des skandinavischen Eisschildes (Abb. 8). Dieser hatte in seinem Zentrum Eismächtigkeiten von bis zu 4 000 m und bewirkte eine massive isostatische Krustensenkung der nord-(mitteleuropäischen) Kontinentalplattform (Glaziosostasie). Die ausgeprägten Wechselwirkungen zwischen glaziosostatischen Krusten- sowie sedimentären Erosions- und Ablagerungsprozessen manifestieren sich in Norddeutschland besonders im System der tiefen altpleistozänen Rinnen (*buried glacial valleys*), deren siliziklastische Füllungen Mächtigkeiten von mehreren Hundert Metern erreichen und als Grundwasserreservoir Geopotenziale darstellen (s. a. STACKEBRANDT 2009, v. BÜLOW 2011). Derartige Rinnenaquifere, in Mecklenburg-Vorpommern durch die Hagenower Rinne (u. a. MÜLLER 2004) und in Niedersachsen durch die Cuxhavener Rinne (RUMPEL et al. 2009) bekannt und untersucht, werden deshalb auch Bestandteil zukünftiger untertägiger Raumordnung sein müssen.

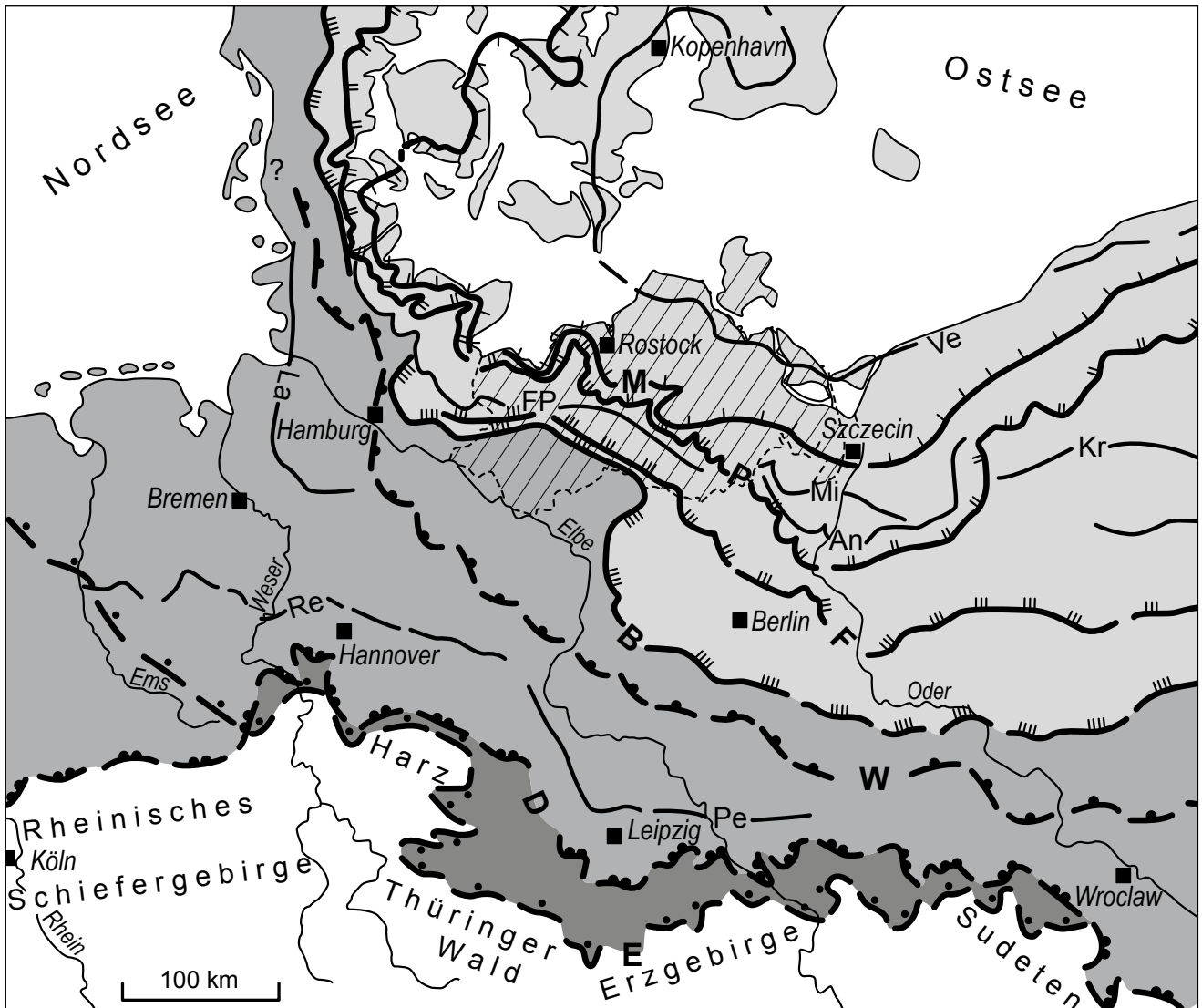


Abb. 7: Mecklenburg-Vorpommern (schraffiert) ist Bestandteil einer glaziosostatisch geprägten Kontinentalplattform, deren pleistozäne Eisvorstöße und Haupteisrandlagen das Geopotenzial-Stockwerk III dominant kennzeichnen (aus NIEDERMEYER et al. 2011, S. 36, leicht verändert). Die Verbreitungsgebiete der dargestellten pleistozänen Sedimentformationen (bzw. gestapelten Schichtpakete), deren Aufbau bzw. Abfolge vor ca. 700 000 Jahren mit dem Elster-Glazial (HENNINGSEN & KATZUNG 2006, S. 178, dunkelgrau) einsetzte, sich im Saale- (mittelgrau) und Weichsel-Glazial (hellgrau) fortsetzte, sind besonders für die beiden jüngeren regionalen stratigraphischen Einheiten (vgl. MENNING 2010) Träger der Geopotenziale des Stockwerks III.

Fig. 7: The State of Mecklenburg-Vorpommern (hatched) is part of a glacioisostatically controlled continental platform where the Pleistocene ice advances incl. main ice marginal belts dominated the evolution of the geopotential type/stage III (cf. NIEDERMEYER et al. 2011, p. 36, slightly modified). There are shown the distribution areas of the Pleistocene sediment formations (i. e., stack of formations) of which sequential deposition started about 700 000 years BP with the Elsterian ice age (cf. HENNINGSEN & KATZUNG 2006, p. 178, dark grey), followed by the Saalian- (medium grey) and Weichselian (light grey) ice ages. Especially, the two younger regional stratigraphic units (cf. MENNING 2010) contain geopotential type III.

Die glazifluviatilen und -limnischen Sedimentschüttungen in Lagerstätten-bildenden Größenordnungen (sowohl terrestrisch als auch marin) sowie die zumeist jungen (jungpleistozänen) Landschaftsformen sind Ergebnisse dieser geologischen, speziell klimatischen Zäsur durch das Quartär. Die globalen und tiefgreifenden Umweltveränderungen in diesem jüngsten System der Erdgeschichte, die in der Gegen-

wart anhalten, schufen die genannten Geopotenziale, ohne deren Nutzung (Steine-Erden-Rohstoffe) oder Schutz (Geotope, Moore) bzw. beidem (Boden, Grundwasser, Abb. 9) historische wie moderne sozioökonomische Entwicklungen undenkbar sind. Das betrifft z. B. auch Ostseekiese für den Küstenschutz und Infrastrukturprojekte wie NordStream-Trassen (s. a. GROMOLL & STÖRR 1989, HARFF et al. 2004b).



Abb. 8: Kies- und Kiessand-Lagerstätten glazifluvialer Entstehung dominieren den Steine-Erden-Bergbau in Mecklenburg-Vorpommern (links: Tagebau Pomellen/Landkreis (LK) Vorpommern-Greifswald; rechts: Schüttungen weichselzeitlicher verwilderter Schmelzwasser-Flüsse/braided river-Typ, Kiessandtagebau Langhagen/LK Mittleres Mecklenburg; Fotos: BÖRNER 2011).

Fig. 8: Gravel and gravel sand pits of glaciofluvial origin dominate the nearsurface mining of Mecklenburg-Vorpommern (left: opencast mine Pomellen/county Vorpommern-Greifswald; right: Weichselian meltwater deposits of braided-river type, opencast mine Langhagen/county Central Mecklenburg; photographs: BÖRNER 2011).

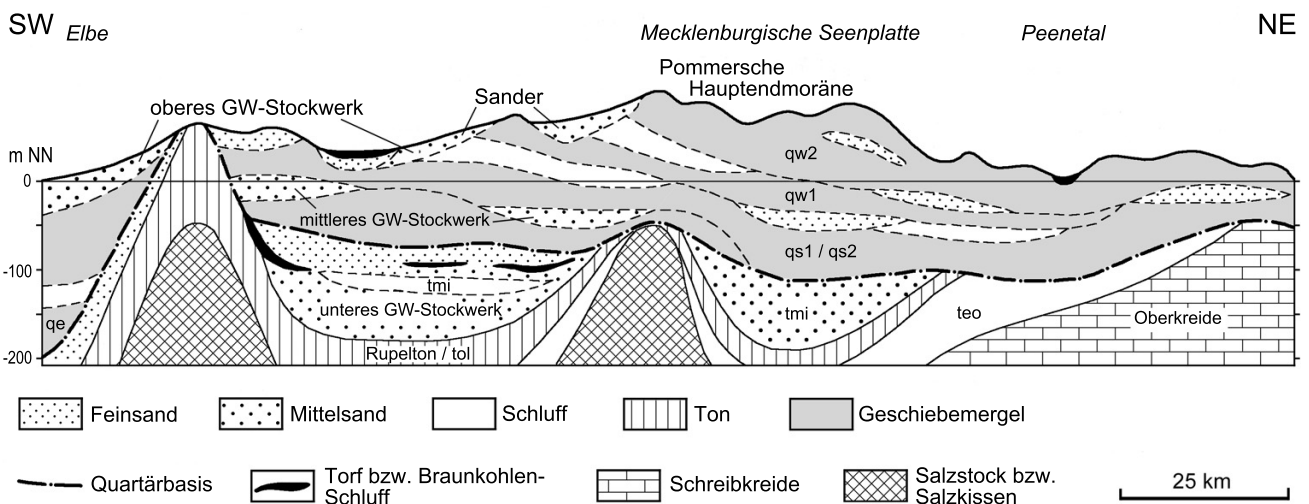


Abb. 9: Der hydrogeologische Schnitt durch Mecklenburg-Vorpommern (LÜCKSTÄDT & BUSSE 2004, umgezeichnet u. leicht verändert) zeigt die Stapelung mittel- bis spätleistozäner Grundmoränen (qe: Elster, qs: Saale, qw: Weichsel) und die Grundwasser (GW)-Stockwerke sowie aufragende Salzstrukturen.

Fig. 9: Hydrogeological section of Mecklenburg-Vorpommern (acc. to LÜCKSTÄDT & BUSSE 2004, redrawn and slightly modified) showing the stack of Middle to Late Pleistocene ground moraines (qe: Elsterian, qs: Saalian, qw: Weichselian) as well groundwater units and domed salt structures.

Insofern sind nicht nur die Steine-Erden-Rohstoffe dieses Geopotenzial-Stockwerks III (im Unterschied zu Typ II) sedimentäre Produkte gänzlich anderer Ablagerungsbedingungen, sondern auch Grundwasser, Böden und geotouristisch nutzbare rezente Landschaftsformen (vgl. Abb. 2). Für eine glazifluviale Sedimentschüttung auf der Insel Rügen (Trent-Zessin) wurde der hier verfolgte, regional und landesweit ausgerichtete methodische Ansatz einer sedimentologischen Geopotenzial-Synthese bereits am lokalen Beispiel gezeigt (NIEDERMEYER, KATZUNG & PESCHEL 1999).

Typ IV/Stockwerk IV: Transgressive Wellen- und Sturm-dominierte siliziklastische Küste (Quartär: Holozän)

Der tiefgreifende jungquartäre Klimawandel im Holozän mit terrestrischen und marinen Folgeprägungen der Landesoberfläche, speziell im Ostseeküstengebiet durch Meeresspiegelprozesse bestimmt, wandelte dort eine kontinentale Reliktlandschaft eiszeitlicher Prägung mit Moränenkernen in eine transgressive Überflutungslandschaft mit finalen siliziklastischen wellen- und sturmdominierten

Küsten um. Besonders markant sind Ausgleichsküsten, die Strandwallebenen mit überlagernden Dünenbildungen (Nehrungen) unterschiedlichen Alters repräsentieren (Abb.10). Im Binnenland bleibt Typ III prägend.

- Vorherrschende Geopotenziale dieses jüngsten Abschnitts (Stockwerks) umfassen an der Ostseeküste dementsprechend vor allem die touristisch sehr attraktiven Flach- bzw. Nehrungsküsten. Damit verbunden sind die beständig ansteigenden Wachstumsziele der Tourismuswirtschaft des Landes, die den steten Ausbau von Infrastruktur nach sich ziehen und schon jetzt partiell zu Übernutzungen führen, z. B. bereichsweise mit Anzeichen von saisonalem „Massentourismus“. Der stetig steigende touristische Nutzungs- bzw. Siedlungsdruck erhöht die Bedeutung von Geogefahren (z. B. Steilküstenabbrüche, Ostsee-Hochwässer; Abb.10).
- Zukünftig wird die nachhaltige Realisierung der sozioökonomischen und ökologischen Entwicklungsziele des Landes Mecklenburg-Vorpommern für dieses (geologisch) jüngste Geopotenzial-Stockwerk nicht stärker auf „klassisches (Endlos-)Wachstum“ in der Landwirtschaft und Tourismuswirtschaft setzen können, sondern zunehmend – wenn auch ökonomisch schwierig vermittelbar – Grenzen im Hinblick auf Geo-Vulnerabilität zu akzeptieren haben. Das betrifft u. a. die natürliche Kü-

tendynamik, Grundwasser-Verfügbarkeit und -qualität, speziell im Ostteil des Landes, sowie Zersiedelung durch touristische Urbanisierung, sichtbar z. B. an vielen unausgelasteten Hotels und leerstehenden Ferienwohnungen. In diesem Kontext wird man auch die Energiewende betrachten müssen und über den regionalen „Energie-mix“ der Zukunft strategisch zu entscheiden haben. Dabei wird u. a. die Intensivierung des Offshore-Windenergie-Anlagenausbau incl. der technisch noch am Anfang stehenden *Green-Energy-Speicherung* (u. a. Wasserstoff, *power-to-gas*) versus Erdgas als Energieträger zu bewerten sein, speziell auch die Perspektive des Industriestandortes Lubmin bei Greifswald incl. Trassennetz und möglicher Erdgas-Kraftwerke betreffend.

4 Ausblick: Implikationen und Staatliche Geologische Dienste (SGD)

Diese Geopotenzial-Klassifizierung am Beispiel des Bundeslandes Mecklenburg-Vorpommern schließt auf Grund ihres methodischen Ansatzes folgende Themenfelder mit ein bzw. greift vor dem Hintergrund gesellschaftlicher bzw. sozioökonomischer An- und Herausforderungen auf sie über:

- Evolution des Systems Erde allgemein,
- Kennzeichnung und Unterscheidung regionaler Geosystem-Stockwerke,



Abb. 10: Die geologisch sehr jungen und attraktiven Küstenlandschaften Mecklenburg-Vorpommerns sind für die Tourismuswirtschaft ein herausragendes Geopotenzial („Natur-Kapital“) und erfordern eine umweltverträgliche Planung bzw. Nutzung im Hinblick auf Bauprojekte und Siedlungsdruck. Die beiden Beispiele von der Insel Rügen zeigen (links) die Strandwall- bzw. Nehrungsküste der Schmalen Heide mit dem Geotop „Feuersteinwälle“ (Foto: LAMPE 2007) sowie (rechts) die Steilküste des Ostseebades Lohme mit Kliffrandbebauung und der großen Hangrutschung am 19. März 2005 (Foto: GRABOWSKI 2005, [www. Luftbildruegen.de](http://www.Luftbildruegen.de)). Das Gebäude oberhalb des Rutschungskessels an der Kliffkante wurde aus Sicherheitsgründen (Geogefahren-Potenzial) abgerissen.

Fig. 10: The geologically very young and attractive coastal landscapes of Mecklenburg-Vorpommern represent an outstanding geopotential (nature capital), especially, for tourism and demand sustainable planning and usage concerning building projects and settlement activities. Two examples of the Isle of Rügen show (left) a duned beach-barrier plain (Schmale Heide) incl. the geological heritage (geotop) „Flintwalls“ (fotograph: LAMPE 2007) as well as (right) the cliff coast of Lohme showing mainly touristic building development at the cliff edge and the large cliff collaps/landslide of 19th March 2005 (fotograph: GRABOWSKI 2005, www. Luftbildruegen.de). The building beyond the landslide on top of the cliff had to be taken down due to geohazard reasons.

- Lagerstättenpotenziale,
- Umweltveränderungen in unterschiedlichen Zeitskalen incl. Klimawandel,
- Landesplanung und Raumordnung (incl. untertägiger Raumordnung), Infrastrukturentwicklung,
- Nachhaltigkeitsaspekte im Hinblick auf Nutzung und Bewirtschaftung von endlichen Ressourcen (Geopotenzialen) incl. Energiewende,
- geogene Gefahrenpotenziale (Georisiken),
- Umweltbildung und Naturschutz incl. Geotourismus.

Die genannten Themen reflektieren aktuell stark herausgehobene Politikfelder im nationalen bis gesamteuropäischen Kontext und unterstreichen die Notwendigkeit einer geowissenschaftlich systematisierten, länderübergreifenden strategischen Befassung mit „Geopotenzialen“ durch die Staatlichen Geologischen Dienste Deutschlands. Insofern knüpft dieser Beitrag an das Leitbild der SGD Deutschlands an, das deren große Herausforderungen im 21. Jahrhundert umreißt und in der „Strategieerklärung der Staatlichen Geologischen Dienste Deutschlands“ niedergelegt ist (s. SGD 2004, WELLMER & EHS 2004, NIEDERMEYER 2011). Darin heißt es: *„Staat, Wissenschaft und Gesellschaft sind in immer stärkerem Umfang auf umfassende, zuverlässige und schnell zugängliche Geo-Informationen angewiesen. Die Staatlichen Geologischen Dienste sind geowissenschaftliche Fachoberbehörden der Länder bzw. des Bundes. Ihre Hauptaufgabe besteht darin, Fachinformationen über den Zustand und die Veränderungen der Kompartimente der obersten Erdkruste (Gesteine, Böden, Grundwasser) zu erheben, neutral zu bewerten und anwendungsbezogen verfügbar zu machen.“* (vgl. SGD 2004, S. 26 sowie www.infogeo.de).

Dass die kompetente und umfassende Erfüllung dieser Hauptaufgabe im Hinblick auf die nationalen, internationalen und globalen Wandlungen den SGD in den kommenden Jahrzehnten bei der Erkundung, Bewertung und (nachhaltigen) Nutzung von Geopotenzialen wachsende Beiträge bzw. Leistungen abverlangen wird, ist unbestritten (s. a. RANDERS 2012). Das wird nur adäquat gelingen, wenn Geologie bzw. Geowissenschaften aktiv und offensiv Geopotenzial-Themen besetzen, deren strategische Bedeutung in der sowie für die Gesellschaft bisher eher am Rande als im Zentrum von Wahrnehmungs- und Entscheidungsprozessen liegt. Dabei wird es verstärkt auch darum gehen müssen, der breiten Öffentlichkeit umfassend und in verständlicher Form geologische Informationen zu vermitteln. Auch auf der normativen Ebene ist den wachsenden Anforderungen an Geopotenzialerkundungen und -nutzungen zu entsprechen, aktuell im Hinblick auf eine untertägige Raumordnung mit der dafür notwendigen, dreidimensionalen Abbildung des Stockwerk-Planungsraumes tiefer geologischer Untergrund (vgl. HELLRIEGEL 2013).

Außerdem ist dem zunehmend stärker werdenden Trend einer dominant befürchtungsgesteuerten, geowissenschaftlich nicht ausreichend und komplex genug geführten öffentlichen Auseinandersetzung bei der Diskussion von Geopotenzial-Erkundungs- bzw. -Nutzungsprojekten offensiv durch frühzeitige Kommunikationsangebote zu begegnen.

Bei ausdrücklicher Würdigung öffentlicher kritischer Begleitung von entsprechenden Vorhaben kann und darf nicht hingenommen werden, dass jahrzehntelange Wissensfortschritte in den geologischen Grundlagen- und angewandten Disziplinen, vor allem auch bei den SGD, nicht zur Kenntnis genommen bzw. Geopotenzialerkundungen, z. B. des tiefen geologischen Untergrunds, incl. geowissenschaftlicher Forschung als Grundlage rationaler Erkenntnisgewinnung stark behindert – wenn nicht gar unmöglich – werden.

Abschließend sei unterstrichen, dass die hier vorgenommene Geopotenzial-Synthese dem Gesichtspunkt föderaler Zuständigkeit der Staatlichen Geologie Deutschlands folgt und dementsprechend auch nur am Beispiel des Landes Mecklenburg-Vorpommern gezeigt werden sollte. Insofern versteht sich der Beitrag als Anregung bei der länderübergreifenden Diskussion zu (regionalen) Geopotenzialen sowie deren Nutzungsperspektiven.

Zusammenfassung

Es wird eine Geopotenzial-Klassifikation für das Land Mecklenburg-Vorpommern präsentiert, die einen sedimentologischen Ansatz verfolgt und damit das klassische stratigraphische Gliederungsprinzip erweitert. Die Grundlage bildet eine konzeptionelle Differenzierung (Typisierung) von sedimentären Depositionsräumen im Zeitraum Paläozoikum – Mesozoikum – Känozoikum. Diese Geopotenzial-Stockwerke werden im Hinblick auf ihre faziell-depositionellen Merkmale und sozioökonomischen Implikationen beschrieben. Dabei steht die generalisierende geowissenschaftliche Analyse im Vordergrund.

Unterschieden werden stratigraphisch aufsteigend vier Geopotenzial-Stockwerke:

- Typ I/Stockwerk I: Intrakontinental- (Intraplattform-) Becken (Permokarbon – Postperm),
- Typ II/Stockwerk II: Alluvial (Fluss, Delta) – Intrakontinentaler pelagischer Meeresraum – klastischer Schelf – See (Trias – Jura – Kreide – Tertiär),
- Typ III/Stockwerk III: Glaziosostatisch dominierte kontinentale Plattform (Quartär: Pleistozän),
- Typ IV/Stockwerk IV: Transgressive Wellen- und Sturm-dominierte siliziklastische Küste (Quartär: Holozän).

Diese regionale Geopotenzial-Klassifizierung unterstützt die Vermittlung von aktuellen geologischen Themen und Kenntnissen, die gesellschaftliche bzw. sozioökonomische Herausforderungen darstellen, in der Öffentlichkeit. Sie strebt dadurch einen Beitrag an zur Lösung der komplexen Aufgaben der Staatlichen Geologie in Deutschland.

Summary

A classification of regional geopotentials of the Federal State of Mecklenburg-Vorpommern is presented. This focuses on sedimentological aspects and, therefore, extended the traditional stratigraphic point of view when dealing with geopotentials.

Based upon a conceptual differentiation (typisation) of relevant sedimentary depositional environments for Palaeozoic – Mesozoic – Cenozoic era/systems four geopotential types (stages) are classified and described under consideration of facial-depositional characteristics as well as socioeconomic implications. Hereby, a generalizing geoscientific view is required.

In stratigraphic order (bottom-up) four geopotential-types (stages) are classified:

- Type I/Stage I: Intracontinental- (Intraplattform-) Basin (Permocarboneous – Postpermian),
- Type II/Stage II: Alluvial (river, delta) – Intracontinental pelagic sea – clastic shelf – lake (Triassic – Jurassic – Cretaceous – Tertiary),
- Type III/Stage III: Glacioisostatically controlled continental platform (Quaternary: Pleistocene),
- Type IV/Stage IV: Transgressive wave- und storm-controlled siliciclastic coast (Quaternary: Holocene).

This regional geopotential-classification supports the preparation of modern geological themes and knowledge which are very important for accomplishing present social as well as socioeconomic challenges. Moreover, this may be applied to transparent public information policy. Therefore, this geopotential classification may contribute to the fulfillment of the complex tasks of German State Geological Surveys.

Dank

Motivation für diese landesspezifische Geopotenzial-Klassifikation lieferten zahlreiche Diskussionen mit Fachkolleginnen und -kollegen aus dem Kreis der Staatlichen Geologischen Dienste Deutschlands, u. a. anlässlich der 77. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Norddeutscher Geologen 2011 in Cottbus sowie der 133. Jahrestagung des Oberrheinischen Geologischen Vereins 2012 in Greifswald. Ich danke meinen ehemaligen Amtskollegen Werner Stackebrandt (Potsdam) und Friedrich-Wilhelm Wellmer (Hannover) für Manuskriptkritik und Hinweise; außerdem Frau Heike Sengpiel (Greifswald) für Zeichenarbeiten sowie Herrn Klaus Grabowski (Sellin/Rügen), der Fa. Central European Petroleum (Berlin) und dem Verlag E. Schweizerbart (Stuttgart) für Druckfreigaben von Abbildungen.

Literatur

- BGR (2012): Abschätzung des Erdgaspotenzials aus dichten Tongesteinen (Schiefergas) in Deutschland. – 57 S., Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover
- BMVBS (2011): Bericht zum Massenunfall auf der A 19 südlich von Rostock am 08.04.2011 um 12.30 Uhr. – 10 S., Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Berlin (unveröff.)

BÖRNER, A. (2012): Mecklenburgische Eiszeitlandschaft – Rinnenseen und Riesensteine. – In: MEYENBURG, G. (Hrsg.): Streifzüge durch die Erdgeschichte. – 140 S., Wiebelsheim (Quelle & Meyer)

BÖRNER, A. & U. MÜLLER (2012): Lithologie und Lithostratigraphie von oberflächennahen Tillhorizonten der OPAL-Trasse in Mecklenburg-Vorpommern. – Brandenburg. geowiss. Beitr. 19, 1, S. 3 – 18, Cottbus

BÖRNER, A., JANKE, W., LAMPE, R., LORENZ, S., OBST, K. & K. SCHÜTZE (2011): Geowissenschaftliche Untersuchungen an der OPAL-Trasse in Mecklenburg-Vorpommern – Geländearbeiten und erste Ergebnisse. – Brandenburg. geowiss. Beitr. 18, 1/2, S. 9 – 28, Cottbus

BÖRNER, A., BORNHÖFT, E., HÄFNER, F., HUG-DIEGEL, N., KLEEBERG, K., MANDL, J., NESTLER, A., POSCHLOD, K., RÖHLING, S., ROSENBERG, F., SCHÄFER, I., STEDINGK, K., THUM, H., WERNER, W. & E. WETZEL (2012): Steine- und Erden-Rohstoffe in der Bundesrepublik Deutschland. – Geol. Jb., Sonderh. SD 10, 359 S., Hannover

BRANDES, J. & K. OBST (2011): Geologische Charakterisierung potenzieller Speicher- und Barrieregesteinskomplexe in Mecklenburg-Vorpommern. – In: MÜLLER, C. & K. REINHOLD (Hrsg.): Geologische Charakterisierung tiefliegender Speicher- und Barrierehorizonte in Deutschland – Speicher-Kataster Deutschland. – Schriftenreihe Dt. Ges. f. Geowiss. 74, S. 61 – 81, Hannover

BUDENBOHM, A. (2012): Der Geopark Mecklenburgische Eiszeitlandschaft – eine geologische Modellregion. – Jber. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver., N. F. 94, S. 265 – 284, Stuttgart

BUDENBOHM, A., GRANITZKI, K., STANGE, H., STRÜBING, H. & W. DAEDLOW (2003): Auf den Spuren der Eiszeit. Geopark Mecklenburgische Eiszeitlandschaft. – 76 S., Neubrandenburg (Geowiss. Verein Neubrandenburg e. V.)

BÜLOW, W. v. (Hrsg.) (2000a): Geologische Entwicklung Südwest-Mecklenburgs seit dem Ober-Oligozän. – Schriftenr. Geowiss. 11, 413 S., Berlin

BÜLOW, W. v. (2000b): Lithologische Gliederung der Schichtenfolge und geologisches Modell seit dem Ober-Oligozän. – In: BÜLOW, W. v. (Hrsg.): Geologische Entwicklung Südwest-Mecklenburgs seit dem Ober-Oligozän. – Schriftenr. Geowiss. 11, S. 31 – 59, Berlin

BÜLOW, W. v. (2011): Quartäre Glaziosostasie und Genese der altpleistozänen Rinnen im nördlichen Mitteleuropa – Diskussionsbemerkungen und Modellierung. – Z. geol. Wiss. 39, 1, S. 19 – 38, Berlin

- DERA (DEUTSCHE ROHSTOFFAGENTUR) (2012): Energiestudie 2012. Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen. – 94 S., Bundesanstalt f. Geowiss. u. Rohstoffe, Hannover
- DOORNENBAL, H. & A. STEVENSON (Eds.) (2010): Petroleum Geological Atlas of the Southern Permian Basin Area (SPBA). – EAGE Publications, 342 S., Houten
- DÖRING, H. (2012): Bodenmonitoring mit faseroptischen Extensometern. – *WasserWirtschaft* **9**, S. 30 – 34, Wiesbaden
- EHLERS, E. (2008): Das Anthropozän. Die Erde im Zeitalter des Menschen. – 284 S., Darmstadt (Wiss. Buchgesellschaft/WBG)
- FELDRAPPE, H., OBST, K. & M. WOLFGGRAMM (2008): Die mesozoischen Sandsteinaquifere des Norddeutschen Beckens und ihr Potential für die geothermische Nutzung. – *Z. geol. Wiss.* **36**, 4/5, S. 199 – 222, Berlin
- FRANKE, D., HOFFMANN, N. & W. LINDERT (1996): The Variscan Deformation Front in East Germany. Part 2: Tectonic Interpretation. – *Z. angew. Geol.* **42**, 1, S. 44 – 56, Hannover
- FRANZ, M. & M. WOLFGGRAMM (2008): Sedimentologie, Petrologie und Fazies geothermischer Reservoirs des Norddeutschen Beckens am Beispiel der Exter-Formation (Oberer Keuper, Rhaetium) NE-Deutschlands. – *Z. geol. Wiss.* **36**, 4/5, S. 223 – 247, Berlin
- GRANITZKI, K. (2012): Der Friedländer Ton in Mecklenburg-Vorpommern. Von der traditionellen Nutzung zu neuen Perspektiven. – *Jber. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver., N. F.* **94**, S. 159 – 175, Stuttgart
- GRANITZKI, K. & G. KATZUNG (2004): Kap. 6.1.3: Kreidekalk und Kieselkreide. – In: KATZUNG, G. (Hrsg.): *Geologie von Mecklenburg-Vorpommern*. – S. 420, Stuttgart (E. Schweizerbart)
- GROMOLL, L. & M. STÖRR (1989): Zur Geologie und Genese der Kiessand-Lagerstätten der südwestlichen Ostsee. – *Z. angew. Geol.* **35**, 11/12, S. 314 – 322, Berlin
- GRÜNTAL, G., STROMEYER, D., WYLEGALLA, K., KIND, R., WAHLSTRÖM, R., XIAOHUI YUAN & G. BOCK (2007): Die Erdbeben mit Momentmagnituden von 3,1 – 4,7 in Mecklenburg-Vorpommern und im Kalingrader Gebiet in den Jahren 2000, 2001 und 2004. – *Z. geol. Wiss.* **35**, 1/2, S. 63 – 86, Berlin
- GÜNTHER, A. & C. THIEL (2009): Combined rock slope stability and shallow landslide susceptibility assessment of the Jasmund cliff area (Rügen Island, Germany). – *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* **9**, S. 687 – 698, Munich
- GÜK 500 (2003): Geologische Karte von Mecklenburg-Vorpommern – Übersichtskarte 1 : 500 000: Geotope und geologische Sehenswürdigkeiten. – 2. Aufl., Landesamt f. Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, Güstrow
- GTK 200 (2004): Geotourismuskarte der Region „Pomerania“/Mapa Geoturystyczna 1 : 200 000. – Landesamt f. Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, Güstrow
- GTK 200 (2007): Geotouristische Karte „Geopark Mecklenburgische Eiszeitlandschaft“ 1 : 200 000. – Landesamt f. Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, Güstrow
- HARFF, J., EMELIANOV, E. M., SCHMIDT-THOMÉ, M. & M. SPIRIDONOV (Koord.) (2004a): Mineral Resources of the Baltic Sea – Exploration, Exploitation and Sustainable Development. – *Z. angew. Geol. Spec. Iss.* **2**, 230 S., Hannover
- HARFF, J., BOBERTZ, B., GRANITZKI, K., LEMKE, W. & K. WEHNER (2004b): Sand and Gravel Deposits in the South-Western Baltic Sea. – *Z. angew. Geol. Spec. Iss.* **2**, S. 111 – 123, Hannover
- HELLRIEGEL, M. (2013): Rechtsrahmen für eine Raumordnung zur Steuerung unterirdischer Nutzungen. Konkurrenzkampf unter der Erde. – *NVwZ/N. Z. f. Verwaltungsrecht* 2013, 3, S. 111 – 116, München u. Frankfurt a. M. (C. H. Beck)
- HEMMER, C. & R.-O. NIEDERMEYER (2012): Der Energie-Standort Lubmin. Vom DDR-Kernkraftwerk zum europäischen Energiedrehkreuz. – *Jber. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver., N. F.* **94**, S. 137 – 158, Stuttgart
- HENNINGSSEN, D. & G. KATZUNG (2006): Einführung in die Geologie Deutschlands. – 7. Aufl., 234 S., Heidelberg/München (Elsevier/Spektrum)
- HOFFMANN, G. & K. REICHERTER (2011): Soft-sediment deformation of Late Pleistocene sediments along the southwestern coast of the Baltic Sea (NE Germany). – *Int. J. Earth Sci. (Internet-Source DOI 10.1007/s00531-010-0633-z)*
- IFFLAND, J., OBST, K. & B. SCHWERDTFEGER (2006): Leitfaden Erdwärmesonden in Mecklenburg-Vorpommern. – 45 S., Landesamt für Umwelt, Naturschutz u. Geologie Mecklenburg-Vorpommern, Güstrow
- JOHNSON, H. D. & C. T. BALDWIN (1996): Shallow clastic seas. – In: READING, H. G. (Ed.): *Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy*. – 3rd. edition, S. 232 – 280, Oxford u. a. (Blackwell)

- JUSCHUS, O. (2012): Stauwassersedimente im brandenburgischen Abschnitt der Erdgasfernleitung OPAL südlich der Pommerschen Eisrandlage. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **19**, 1, S. 19 – 27, Cottbus
- JUSCHUS, O., SCHLAAK, N., BAURIEGEL, A. KOWALSKI, S. & R. BUSSERT (2011): Geologische und bodenkundliche Untersuchungen entlang der Erdgasleitung OPAL in Brandenburg – erste Ergebnisse. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **18**, 1/2, S. 29 – 70, Cottbus
- KATZUNG, G. (2004): Geologie von Mecklenburg-Vorpommern. – 580 S., Stuttgart (E. Schweizerbart)
- KAUSCH, P., BERTAUE, M., GUTZMER, J. & J. MATSCHULLAT (Hrsg.) (2011): Energie und Rohstoffe. – 193 S., Heidelberg (Spektrum)
- LEEDER, M. (2000): Sedimentology and Sedimentary Basins. – 592 S., Oxford u. a. (Blackwell)
- LEINFELDER, R. & C. SCHWÄGERL (2012): Sind die Geowissenschaften im Anthropozän angekommen? – GMIT 50, S. 6 – 15, Hannover
- LOOK, E.-R., QUADE, H. & R. MÜLLER (Red.) (2007): Faszination Geologie – Die bedeutendsten Geotope Deutschlands. – 2. Aufl., 175 S., Akad. d. Geowiss. Hannover (Hrsg.), Stuttgart (E. Schweizerbart)
- LUNG MV (2006): Rohstoffsicherung in Mecklenburg-Vorpommern. – Schriftenreihe des Landesamtes f. Umwelt, Naturschutz u. Geologie Mecklenburg-Vorpommern **1**, 40 S., Güstrow
- LUNG MV (2012): Grundwasser-Ressourcenkarte von Mecklenburg-Vorpommern im Maßstab 1 : 250 000. – Landesamt f. Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, Güstrow (www.umweltkarten.mv-regierung.de)
- LÜCKSTÄDT, M. & W. BUSSE (unt. Mitarb. v. S. HANNAPPEL) (2004): 6.4. Grundwasser. - In: KATZUNG, G. (Hrsg.): Geologie von Mecklenburg-Vorpommern. – S. 425 – 444, Stuttgart (E. Schweizerbart)
- STAUN HRO (2009): Regelwerk Küstenschutz Mecklenburg-Vorpommern. Übersichtsheft. Grundlagen, Grundsätze, Standortbestimmung und Ausblick. – 102 S., Ministerium f. Landwirtschaft, Umwelt u. Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin
- MENNING, M. (2010): Quartär bewahrt – Tertiär aufgeben?. – GMIT 39, S.16 – 17, Hannover
- MENNING, M. & DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION (2012): Erläuterungen zur Stratigraphischen Tabelle von Deutschland Kompakt 2012. – Z. dt. Ges. Geowiss. **163**, 4, S. 385 – 409, Stuttgart
- MÜLLER, U. (2004): Das Relief der Quartärbasis in Mecklenburg-Vorpommern. – Neubrandenburger Geol. Beitr. **4**, S. 67 – 76, Neubrandenburg
- NESTLER, H. (2002): Die Fossilien der Rügener Schreibkreide. – 4., überarb. u. erw. Aufl., Neue Brehm-Bücherei **486**, 129 S., Hohenwarsleben (Westarp-Wissenschaften)
- NIEDERMEYER, R.-O. (Koord.) (2005): Das Elbe-Hochwasser 2002 – Geowissenschaftliche Auswertungen. – Geol. Jb., Reihe C **70**, 185 S., Hannover
- NIEDERMEYER, R.-O. (2006): Georisiken durch Kliffabbrüche an der südwestlichen Ostseeküste. – Z. geol. Wiss. **34**, 1/2, S. 1 – 3, Berlin
- NIEDERMEYER, R.-O. (2008): Regionale Geopotenziale erforschen und nutzen – neue Herausforderungen durch Klimawandel und Energiewende an die angewandten Geowissenschaften. – Z. geol. Wiss. **36**, 4/5, S. 197 – 198, Berlin
- NIEDERMEYER, R.-O. (2011): Die Staatlichen Geologischen Dienste (SGD) der Bundesländer im Spagat zwischen neuen fachlichen Herausforderungen und strukturellen Zwängen. – Tagungsband. 77. Tagung AG Norddeutscher Geologen/NDG, 21. –23. September 2011 in Cottbus, S. 23 – 33, Cottbus
- NIEDERMEYER, R.-O. & K. SCHÜTZE, K. (2012): Geogefahren durch Abbrüche und Rutschungen an Steilküsten. – Umweltreport Mecklenburg-Vorpommern Jg. 2012/2013, S. 35 – 37, Leipzig (VSR Verlag)
- NIEDERMEYER, R.-O., KATZUNG, G. & G. PESCHEL (1999): Klassifizierung eines glazio-fluviatilen Schüttungskörpers auf der Insel Rügen mit geoelektrischen und geologischen Methoden. – Z. angew. Geol. **45**, 3, S. 153 – 163, Hannover
- NIEDERMEYER, R.-O., LAMPE, R., JANKE, W., SCHWARZER, K., DUPHORN, K., KLIWE, H. & F. WERNER (2011): Die deutsche Ostseeküste. – Sammlg. Geol. Führer **105**, 370 S., Stuttgart (Borntraeger)
- OBST, K. (2008): Möglichkeiten der Untergrundspeicherung für Erdgas und CO₂ im Nordosten Deutschlands. – Z. geol. Wiss. **36**, 4/5, S. 281 – 302, Berlin
- OBST, K. & K. SCHÜTZE (2006): Ursachenanalyse der Abbrüche an der Steilküste von Jasmund/Rügen 2005. – Z. geol. Wiss. **34**, 1/2, S. 11 – 37, Berlin

- OBST, K. & K. SCHÜTZE (2009): Findlingsgärten in Mecklenburg-Vorpommern. – In: OBST, K., REINICKE, G.-B., RICHTER, S. & R. SEEMANN: Schatzkammern der Natur. Naturkundliche Sammlungen in Mecklenburg-Vorpommern. – S. 94 – 97, Landesamt f. Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, Güstrow
- QUANDT, T., GOTHOW, J., TURNOW, E. & B. HEPPNER (2010): Steilhangsicherung durch Horizontaldränung in Lohme/Rügen. – Mitt. Inst. u. Versuchsanst. f. Geotechnik Techn. Univ. Darmstadt **86**, S. 127 – 137, Darmstadt
- RANDERS, J. (2012): 2052 – Eine globale Prognose für die nächsten 40 Jahre. – 430 S., München (Oekom-Verlag)
- READING, H. G. (ed.) (1996): Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy. – 3rd. Edition, 688 S., Oxford u. a. (Blackwell)
- READING, H.G. & B. K. LEVELL (1996): Controls on the sedimentary rock record. - In: READING, H. G. (ed.): Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy. – 3rd. Edition, S. 5 – 36, Oxford u. a. (Blackwell)
- REICH, M. & P. FRENZEL (2002): Die Fauna und Flora der Rügener Schreibkreide. – Arch. f. Geschiebekde. **3**, 2/4, S. 73 – 284, Hamburg u. Greifswald
- RICHARDS, J. P. (ed.) (2009): Mining, Society and a Sustainable World. – 506 pp., Heidelberg (Springer)
- RUMPEL, H.-M., BINOT, F., GABRIEL, G., SIEMON, B., STEUER, A. & H. WIEDERHOLD (2009): The benefit of geophysical data for hydrogeological 3D modelling – an example using the Cuxhaven buried valley. – Z. dt. Ges. Geowiss **160**, 3, S. 259 – 269, Hannover
- SCHRÖTER, TH. (2012): Erdölexploration in Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg – Fortsetzung einer wenig bekannten, aufregenden Geschichte. – Vortrag 133. Jahrestagung Oberrhein. Geol. Ver., 12. April 2012, Greifswald (s. a. www.ogv-online.de/Tagungen/2012)
- SCHULZ, W. (2006): Streifzüge durch die Geologie des Landes Mecklenburg-Vorpommern. – 3. Aufl., 192 S., Schwerin (cw Verlagsgruppe)
- SCHÜTZE, K. & R.-O. NIEDERMEYER (Hrsg.) (2005): Geotop-schutz – Chancen zur nachhaltigen Entwicklung von Regionen in Europa. – Schriftenreihe Dtsch. Ges. Geowiss. **36**, 156 S., Hannover
- SCHWIETZER, G. & R.-O. NIEDERMEYER (2005): Fluviales Ablagerungsmilieu der untermiozänen Quarzsande von Fritscheshof (Neubrandenburg, Mecklenburg-Vorpommern). – Neubrandenburger Geol. Beitr. **5**, S. 47 – 60, Neubrandenburg
- SGD (2004): Strategieerklärung der Staatlichen Geologischen Dienste in Deutschland. – Geol. Jb., Reihe G **11**, S. 23 – 31, Hannover
- STACKEBRANDT, W. (2009): Subglacial channels in Northern Germany – a brief review. – Z. dt. Ges. Geowiss **160**, 3, S. 203 – 210, Hannover
- WELLMER, F.-W. (2008): Reserves and resources of the geosphere, terms so often misunderstood. Is the life index of reserves of natural resources a guide to the future ?. – Z. dt. Ges. Geowiss. **159**, 4, S. 575 – 590, Hannover
- WELLMER, F.-W. & H. EHSER (2004): The German Geological Surveys, their Tasks, Networks, and Future Perspectives. – Geol. Jb., Reihe G **11**, S. 5 – 22, Hannover
- WOLFGRAMM, M., THORWART, K., RAUPPACH, K. & J. BRANDES (2011): Zusammensetzung, Herkunft und Genese geothermaler Tiefengrundwässer im Norddeutschen Becken (NDB) und deren Relevanz für die geothermische Nutzung. – Z. geol. Wiss. **39**, 3/4, S. 213 – 239, Berlin

Internetverweise für Zusatzinformationen

www.bdi.eu
www.geopotenzial-nordsee.de
www.infogeo.de
www.kuestenbilder.de
www.lung.mv-regierung.de
www.mnf.uni-greifswald.de/institute/geo
www.ogv-online.de/tagungen/archiv/133
www.arqe-ndg.de/tagbd/ndg_77_cottbus_2011.pdf
www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bnatschg_2009/gesamt.pdf

Anschrift des Autors:

Prof. Dr. Ralf-Otto Niedermeyer
 Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie
 Geologischer Dienst Mecklenburg-Vorpommern
 Goldberger Str. 12
 18273 Güstrow
ralf-otto.niedermeyer@lung.mv-regierung.de