

# GEOFOKUS



## Geopotenzial Deutsche Nordsee

Lutz Reinhardt<sup>1</sup>, Anke Krüger<sup>2</sup>, Manfred Zeiler<sup>3</sup> & das Projektteam

Die deutsche Nordsee ist ein einzigartiger Naturraum, dessen Küstenbereich – das Wattenmeer – seit 2009 zum UNESCO-Weltnaturerbe zählt. Gleichzeitig handelt es sich um einen auf vielfältige Weise und intensiv genutzten Wirtschaftsraum, der weitere Perspektiven für die künftige wirtschaftliche Entwicklung insbesondere der nördlichen Bundesländer Niedersachsen und Schleswig-Holstein sowie der Stadtstaaten Bremen und Hamburg bietet. Um eine positive Entwicklung des maritimen Wirtschaftsraumes Nordsee bei gleichzeitiger Erhaltung des Naturraumes langfristig zu gewährleisten, sind u.a. grundlegende geologische Informationen über diesen Raum eine wichtige Voraussetzung.

Das wesentliche Ziel des Projekts „Geopotenzial Deutsche Nordsee“ (GPDN) ist die Ermittlung und Bereitstellung geowissenschaftlicher Informationen zur Entstehungsgeschichte und dem strukturellen Aufbau des Untergrundes im deutschen Nordseeraum. Das Projekt wird gemeinsam im Geozentrum Hannover vom Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) sowie mit dem Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) am Dienstort Hamburg durchgeführt. Das BSH ist die zuständige Genehmigungsbehörde nach Seeanlagenverordnung und unterstützt das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung bei der Erstellung von Raumordnungsplänen für die ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ) der Nordsee.

Das im Sommer 2008 begonnene GPDN-Projekt wurde vom Niedersächsischen Wirtschaftsministerium und dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie initiiert. In Niedersachsen wird ein Aktionsplan umgesetzt, durch den die innovative, sichere und klimaschonende Gewinnung und Speicherung von Energie sowie eine langfristige Versorgungssicherheit gewährleistet werden soll. Dabei steht der niedersäch-

sische Küsten- und Nordseeraum im Mittelpunkt. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie hat im Rahmen der fünften Nationalen Maritimen Konferenz deutlich gemacht, die erfolgreiche Entwicklung der maritimen Wirtschaft weiter abzusichern. Land und Bund fördern das Projekt zu gleichen Teilen über einen Zeitraum von 5 Jahren mit insgesamt 5 Mio. €.

### Vielfältige Nutzungsansprüche

Zu den bisherigen Nutzungen der Nordsee durch Schifffahrt, Fischerei und Marine sind in den letzten Jahren weitere neue Offshore-Aktivitäten gekommen wie z.B. Offshore-Windenergieparks, so dass sich überlagernde Nutzungsansprüche, aber auch Überschneidungen mit Zielen des Umwelt- und Naturschutzes ergeben können (Abb. 1).

Schon heute werden aus der deutschen Nordsee Erdöl und Erdgas gewonnen, Pipelines leiten Gas aus der zentralen Nordsee an die niedersächsische Küste, verschiedene Seekabel für Energieübertragung und Telekommunikation durchqueren das Seegebiet; letztere binden Deutschland an das Internet und das internationale Telefonnetz an, daneben werden Sand und Kies als Baustoffe zum Küstenschutz beim Deichbau und zur Sandaufspülung gefördert. Neben dieser wirtschaftlichen Nutzung sind auch weite Bereiche der Nordsee als Natura2000 Schutzgebiete nach den EU-Richtlinien zu Fauna-Flora-Habitat bzw. zum Vogelschutz ausgewiesen.

Der Ausbau und die Nutzung regenerativer Energiequellen ist ein wichtiges Ziel Deutschlands, um den Verbrauch an fossilen Energieträgern mittel- und langfristig zu verringern und damit den anthropogenen CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu vermindern. Dazu werden unter anderem derzeit große Offshore-Windenergieparks geplant und gebaut. Eine Schwierigkeit bei der Nutzung von Wind-

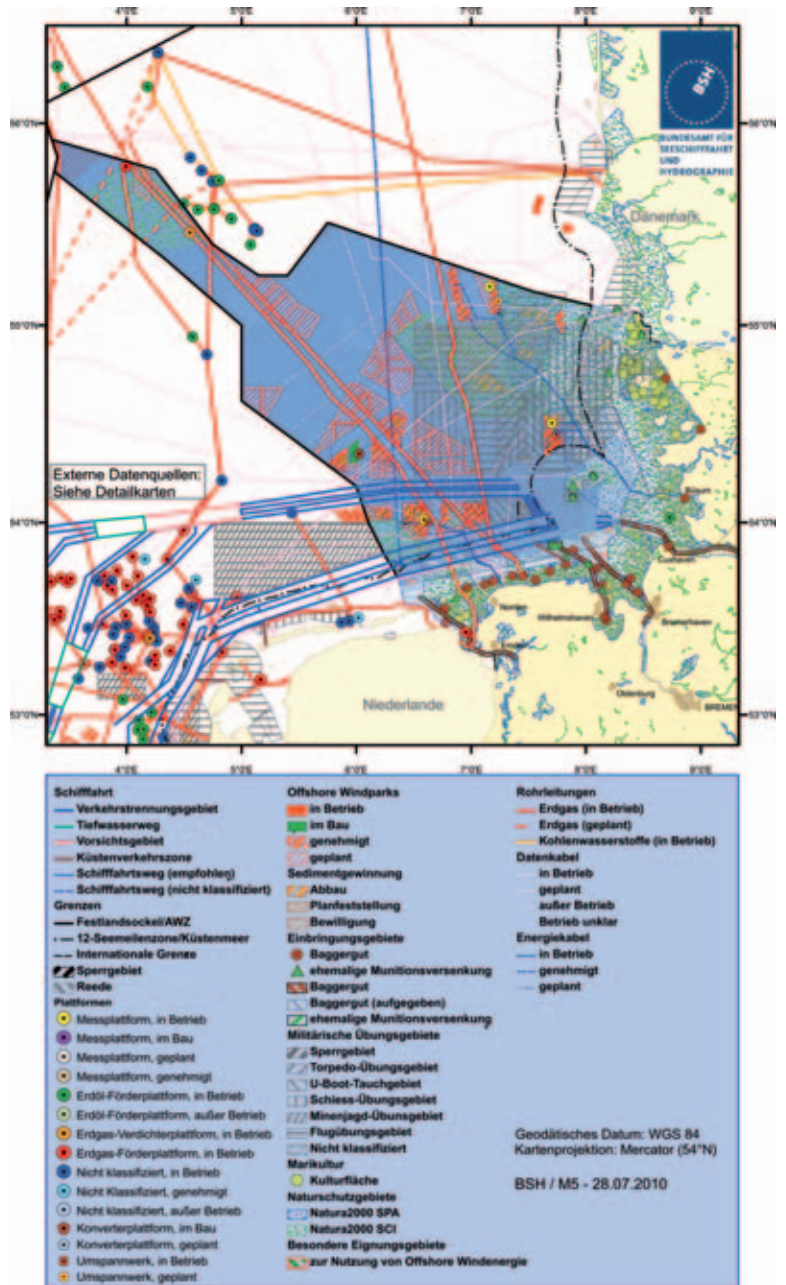
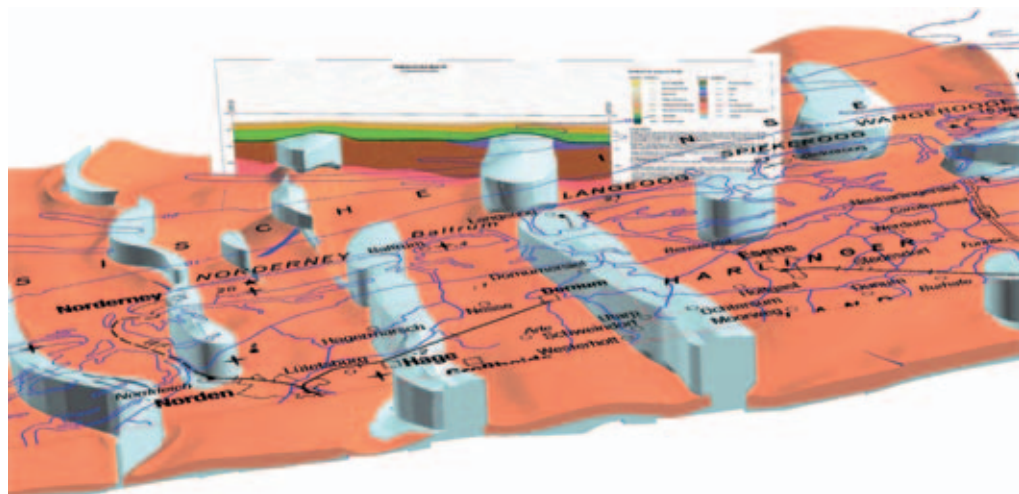


Abb. 1: Darstellung sämtlicher Nutzungen und Schutzgebiete ([www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/CONTIS-Informationssystem/index.jsp](http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/CONTIS-Informationssystem/index.jsp))



**Abb. 2:** Ausschnitt aus dem 3D-Modell des tieferen Untergrundes (Geotektonischer Atlas 3D) der deutschen Nordsee im Bereich der Ostfriesischen Inseln (Zechstein, Unterer – Mittlerer Buntsandstein) kombiniert mit wahlfreiem Schnitt im Bereich der Salzstöcke Marga und Mira

energie ist, dass die Menge des erzeugten Stroms abhängig von der Windstärke stark schwanken kann. Daher streben die Nordsee-Anrainer an, ein großes europäisches Offshore-Energieverbundnetz zu etablieren, wozu wiederum transnationale Stromleitungstrassen auch durch die Nordsee notwendig sind, um Strom aus Offshore-Windenergie besser im europäischen Netz zu verteilen. Daneben wird auch an verschiedene Formen der lokalen Energiespeicherung gedacht, unter anderem in Form von Druckluft, die in unterirdische Kavernen eingepresst wird, um sie bei Bedarf wieder zum Antrieb von Generatoren zur Verfügung zu haben. Zusätzlich gibt es Überlegungen, auch flache Gaslagerstätten, die heute nicht wirtschaftlich nutzbar sind, lokal zur Stromerzeugung in Turbinen einzusetzen und somit zu einer kontinuierlicheren Versorgung mit Strom beizutragen. Ein weiterer Beitrag zur Reduktion von anthropogen emittiertem CO<sub>2</sub> könnte zudem dessen Speicherung in geologischen Gesteinsschichten im tieferen Untergrund sein (vgl. dazu den Beitrag im GMT 39).

Für die Abwägung dieser unterschiedlichen Nutzungsansprüche des Meeresbodens und seines Untergrundes bis in mehrere Kilometer Tiefe sind umfassende Kenntnisse der geologischen Entwicklungsgeschichte und des strukturellen Aufbaus des Untergrundes erforderlich. Grundlegende geowissenschaftliche Daten sind dabei für die Raumordnung als Werkzeug für ein vorausschauendes Management ebenso von Bedeutung, wie für die verschiedenen Wirtschaftszweige und den Umwelt- und Naturschutz.

Das GPDN-Projekt zielt auf eine möglichst umfassende Betrachtung der geowissenschaftlichen Aspekte ab, um so eine möglichst vollständige Bearbeitung des Untergrundes der deutschen Nordsee zu erreichen. Zu diesem Zweck gliedert sich das Projekt in sechs thematische, aber miteinander vernetzte Module, die geologische Daten aus der deutschen Nordsee sammeln und aufbereiten. Die daraus generierten nutzerorientierten Produkte werden zukünftig über ein Internetportal bereitgestellt und für die marine Raumordnung, Industrie, Wis-

senschaft und Forschung zugänglich und nutzbar sein.

Neben Kooperationen des GPDN-Projektes mit der Industrie, Universitäten, Forschungseinrichtungen und Behörden (vgl. dazu die Liste auf [www.geopotenzial-nordsee.de](http://www.geopotenzial-nordsee.de)) findet ein regelmäßiger Austausch mit den geologischen Diensten der europäischen Nachbarländer statt, namentlich Netherlands Organisation for Applied Scientific Research (TNO, Niederlande), De Nationale Geologische Undersøgelser for Danmark (GEUS, Dänemark) und British Geological Survey (BGS, Großbritannien). Das GPDN-Projekt knüpft somit an bereits existierende Kooperationen und vorliegende Kartenwerke der Nachbarstaaten an und erreicht über die Landesgrenzen hinweg eine konsistente geologische Interpretation.

## GPDN-Projektmodule

### Modul A: Geologisches Strukturmodell

Eine grundlegende Bearbeitung und Darstellung der geologischen Struktur von Nordwestdeutschland und der Deutschen Nordsee erfolgte seit den 1970er Jahren im Geozentrum Hannover auf der Grundlage von Seismik- und Bohrungsdaten der Kohlenwasserstoff-Industrie. Dabei wurden die stratigraphischen Einheiten vom Zechstein bis zum Tertiär mit ihren wesentlichen tektonischen Elementen (Störungen, Salzstöcke, etc.) in Tiefenlinienplänen, Strukturkarten, Verbreitungskarten und geologischen Schnitten dargestellt. Dieses Kartenwerk GTA-2D wurde als „Geotektonischer Atlas von Nordwest-Deutschland und dem deutschen Nordsee-Sektor“ im Geologischen Jahrbuch, Reihe A, Heft 153 (2001) veröffentlicht.

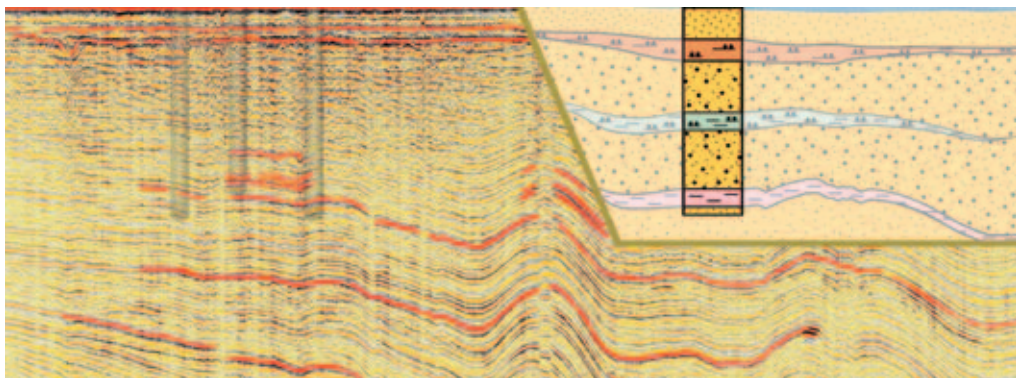
Neue Softwaresysteme und leistungsfähige Computer-Hardware erlauben es heute, den Datensatz des GTA-2D erheblich besser zu nutzen, wodurch geologische Strukturen auch dreidimensional modelliert und bearbeitet werden können. Verschiedene Datensätze können so im Zusammenhang auf dem Bildschirm dargestellt und georeferenziert in Bezug gesetzt werden. So wird eine optimierte Auswertung und Darstellung möglich, mit der Horizontüberschneidun-

gen und Flächendurchdringungen sofort erkennbar sind und Unstimmigkeiten mit wenig Aufwand identifiziert werden können. Zudem können durch die 3D-Modellierung Störungen besser dargestellt und jeder Salzstock für sich als Einheit modelliert werden (Abb. 2).

Das zukünftige 3D-Modell (GTA-3D) hat gegenüber der derzeitigen GTA-2D Version den Vorteil, dass 1. ein stringent geprüfter und effizient aktualisierbarer Datensatz verfügbar wird, dass es 2. eine einfache Visualisierung der geologisch-tektonischen Verhältnisse erlaubt und 3. es die Möglichkeit zur Quantifizierung der dargestellten Verhältnisse (z.B. Volumen- oder Flächenermittlung) bietet.

Die stratigraphische Reichweite des GTA-2D (Zechstein bis zum Tertiär) umfasst derzeit keine detaillierten und aussagekräftigen Informationen über das Quartär, das in der Nordsee eine Mächtigkeit bis ca. 900 m erreicht. Dieser bislang vernachlässigte Abschnitt ist für ein vollständiges geologisches Bild des Nordseeraums und die für diesen Bereich bestehenden wirtschaftlichen Interessen unabdingbar. Erstmals soll ein möglichst differenziertes dreidimensionales Modell für das Quartär der deutschen Nordsee erstellt werden, wie es in einigen benachbarten europäischen Ländern schon existiert. Dazu werden die über viele Jahre in Einzelprojekten und bei Routinearbeiten durch LBEG (früher NLFB), BGR und BSH gesammelten Daten, vor allem seismische Linien und Bohrungen, aber auch die in den noch laufenden Untersuchungen erhobenen Daten, erstmalig zusammengeführt und als Ganzes ausgewertet und visualisiert. Darüber hinaus erfolgt eine Ausweitung des Modells auf den im GTA-2D nicht berücksichtigten Bereich des sogenannten „Entenschnabels“ (des nordwestlichsten Teils der deutschen Nordsee), basierend auf Auswertungen aktueller 3D-Seismik durch die GPDN-Module C und D.

Erste spezielle Auswertungsmöglichkeiten des 3D-Modells für anwenderorientierte Fragestellungen stehen bereits im Kartenserver des LBEG zur Verfügung ([nibis.lbeg.de/cardomap3](http://nibis.lbeg.de/cardomap3); → Fachprogramme → „Auswertung 3D-Modell“).



**Abb. 3: Seismisches Profil mit Interpretation für die 50 m-tiefe Gründung von Windenergieanlagen (schematisch)**

## **Modul B: Ablagerungen, Baugrundverhältnisse, mineralische Rohstoffe**

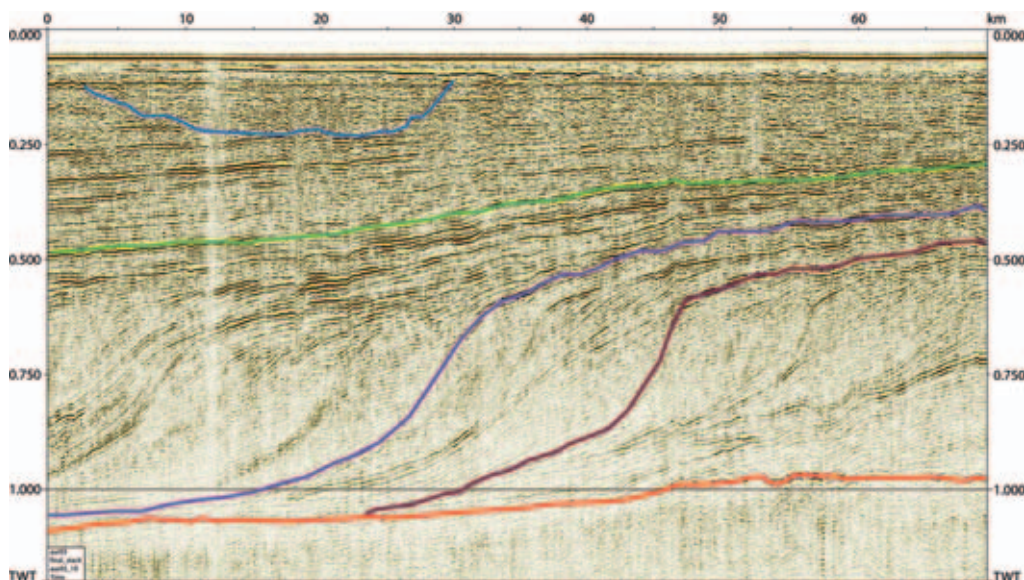
Für einen Teil der Deutschen Nordsee veröffentlichte Klaus Figge\* (vom damaligen Deutschen Hydrographischen Institut, heute BSH) im Jahre 1981 eine Karte zur Sedimentverteilung in der Deutschen Bucht im Maßstab 1 : 250.000, die auf einem für die Nordsee einzigartigen, engständigen Probenraster beruht. Etwa zur gleichen Zeit wurde in den Geologischen Diensten der Niederlande (TNO) und Großbritanniens (BGS) ein umfangreiches geologisches Kartenwerk im Maßstab 1 : 250.000 erstellt, das die geologischen Gegebenheiten in drei Themenkarten wiedergibt: 1. Festgestein, 2. Sedimentabfolge des Quartär und 3. Sedimentverteilung am Meeresboden. Dieses Kartenwerk endet bislang an der Grenze zum deutschen Nordsee-Sektor bzw. reicht nur in Teilgebieten geringfügig in diesen hinein, wobei die Darstellung dort nicht mit dem deutschen Bereich abgeglichen ist.

In einem ersten Schritt werden die beim BSH, bei der BGR und beim LBEG vorliegenden Informationen zur Sedimentverbreitung am Meeresboden ausgewertet und mit Datensätzen anderer Behörden, Universitäten, Firmen etc. ergänzt. Der gesamte Datenbestand wird

flächendeckend gesichtet, qualitativ bewertet und aktualisiert für den gesamten deutschen Nordsee-Sektor zusammengeführt.

Für die Gründung von Bauwerken ist insbesondere die detaillierte Kenntnis der Sedimentschichten direkt unter dem Meeresboden mit ihrem teilweise komplexen Aufbau notwendig (Abb. 3). In ähnlicher Weise wie für die Sedimentbeschaffenheit des Meeresbodens werden daher möglichst alle (flach-)seismischen Aufzeichnungen erfasst und systematisch die obersten 50 m der Sedimente interpretiert. Dazu wird auf langjährige vom BSH gesammelte analoge und digitale Aufzeichnungen zurückgegriffen, die durch frühere seismische Kartierungen der BGR sowie aktuelle Ergebnisse von GPDN-eigenen Schiffsausfahrten ergänzt werden. Zusätzlich wurden in den letzten Jahren umfangreiche geologische Erkundungen des Untergrundes der Nordsee im genannten Tiefenbereich, z. B. für die Gründung von Windenergieanlagen und die Planung von Trassen von Stromkabeln, Telefonkabeln und Pipelines, durchgeführt, die – im Falle einer Freigabe durch die jeweiligen Eigentümer – die bisher vorhandenen Datensätze erheblich ergänzen können.

Basierend auf diesen Informationen werden oberflächennahe Sedimente und ihre Nutzbarkeit als Baugrund oder Rohstoff in thematischen



**Abb. 4:** Seismisches Profil von sigmoidalen Vorschüttungskörpern über der Mittel-Miozän-Diskordanz (hellrot markiert), an der Oberfläche Querschnitt einer glazialen Rinne (blau markiert).

Karten dargestellt. Ein weiteres wichtiges Ziel ist die flächendeckende Klassifizierung der Sedimente am Meeresboden anhand von Korngrößenuntersuchungen und parametrisierten Bohrdaten. Daneben werden in ausgewählten Bereichen auf Grundlage von flachseismischen Daten und Bohrkernen Baugrundeigenschaften exemplarisch ermittelt. Methodische Auswertungen identifizieren Potenziale für mineralische Rohstoffvorkommen und Sedimenteigenschaften.

### Modul C: Geologische Grundlagen und Meeresspiegelentwicklung

Anknüpfend an Projekte aus den 1980er und 1990er Jahren (unter anderem GTA-2D und EU Southern North Sea Project), die an der BGR und am damaligen NLFB durchgeführt wurden, setzte die BGR 2002 die systematische Kartierung des oberflächennahen Untergrundes in der Deutschen Nordsee fort, um bestehende Datenlücken im Bereich der obersten Kilometer über der Mittel-Miozän-Diskordanz bis zum Meeresboden zu schließen.

Hierzu wurde sukzessive digital verfügbare 2D- und 3D-Seismik in einem Interpretationssystem gesammelt und mit Bohrungsdaten verknüpft. Zur Korrelation der einzelnen Messkampagnen mit überwiegend von der Erdöl-Industrie aufgezeichneten Datensätzen wurden bislang 5 eigene 2D-Seismikkampagnen durchgeführt. Dabei wurde der Bereich direkt unter dem Meeresboden mittels verschiedener Flachseismik-Systeme (Boomer, Sparker, Chirp-Sonar, Sedimentecholot, höchstauflösendes Mehrkanalseismik-System der Universität Bremen) erfasst und mittels Vibrationskerngerät beprobt (ca. 100 Stationen, bis 6 m Tiefe). Die Dichte dieses Messnetzes ist jedoch im Vergleich mit der tiefreichenden Mehrkanalseismik ungleich geringer, da solche Surveys kommerziell nur selten durchgeführt werden oder bisher nicht für eine wissenschaftliche Auswertung zur Verfügung stehen (z. B. derzeitige Untersuchungen für den Bau von Offshore-Windparks). Im Modul C wird die geologische Entwicklung der südlichen Nordsee im Känozoikum (Tertiär

und Quartär) basierend auf dem umfangreichen seismischen Datensatz sequenzstratigraphisch untersucht, um daraus das Zusammenspiel von Subsidenz, Sedimentzufuhr und relativen Meeresspiegelschwankungen im Verlauf des Känozoikums abzuleiten und die vom GTA-2D nicht erfassten Bereiche zu ergänzen. Dies setzt verbesserte Kenntnisse der Biostratigraphie der bisher nur grob bzw. gar nicht untergliederten Abfolge des Tertiärs und Quartärs in diesem Raum voraus. Ein vertieftes Verständnis der in diesem Zeitabschnitt vorherrschenden Delta-sedimentation (Abb. 4) erlaubt Rückschlüsse auf wechselnde Depozentren des Systems und damit Rückschlüsse auf großräumige Veränderungen der Senkungsgebiete bzw. wechselnder Meeresspiegelstände in der südlichen Nordsee. Zudem treten in diesen Sedimenten auch Hinweise auf flaches Gas auf, dessen Verbreitung und Dimensionen im Modul D genauer untersucht werden. Die GPDN-Mitarbeiter sind in eine internationale Arbeitsgruppe eingebunden, in der flächendeckend die Delta-Sedimentation in der südlichen Nordsee seit dem Mittel-Miozän untersucht wird. Unter der Federführung von TNO und GEUS ist erst kürzlich der Bohrvorschlag „Cenozoic climate and sea level changes on the NW European shelf“ bei IODP eingereicht worden, am dem das GPDN-Projekt ebenfalls beteiligt ist.

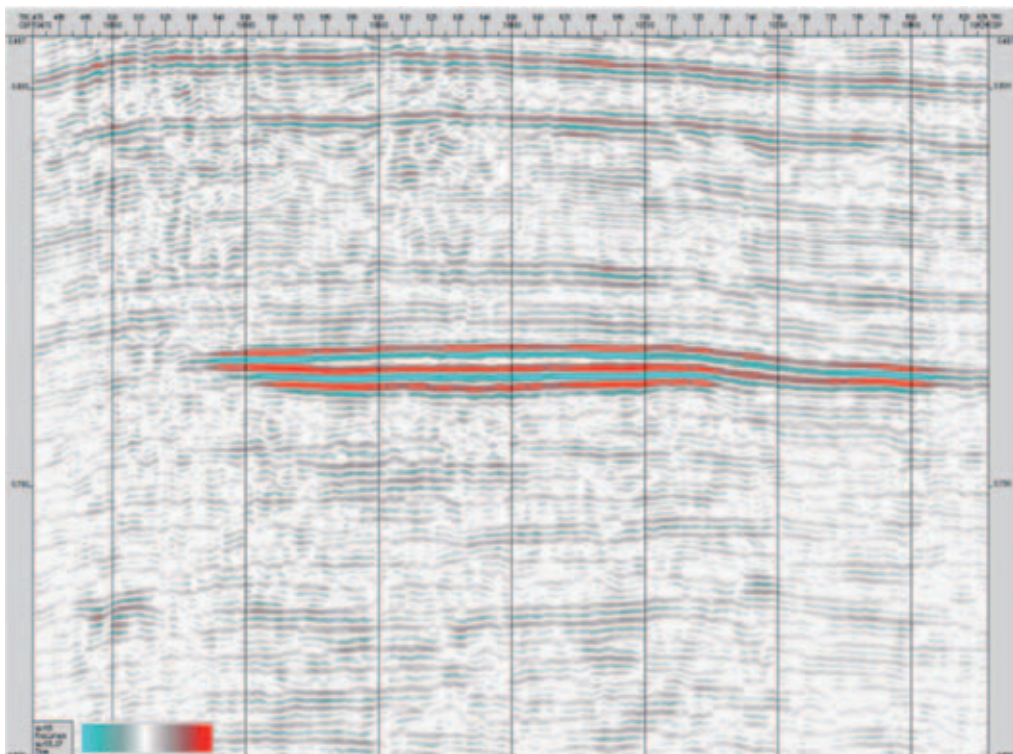
Ein weiterer Arbeitsschwerpunkt ist die Untersuchung der letzten großen Meeresspiegelschwankungen im Zusammenhang mit den ausgedehnten Vereisungen im Quartär. Basaltorfe sind zuverlässige Indikatoren für den Stand des Paläomeeresspiegels. Ihre Datierung erlaubt insbesondere eine verfeinerte Rekonstruktion des Verlaufs des relativen Meeresspiegelanstiegs seit dem Ende des letzten glazialen Maximums vor etwa 20.000 Jahren. Zusammen mit dynamischen Erdmodellen lässt sich so ein exaktes Bild der isostatischen Ausgleichsbewegungen der Erdkruste nach dem Abschmelzen der Eismassen ableiten (siehe Artikel in GMT 29, September 2007, A. Vink). Die bisherigen Ergebnisse zeigen deutlich, dass es Bereiche entlang der deutschen Küste gibt, die isosta-

tisch bedingt deutlich stärker absinken als andere. Angesichts des global ansteigenden Meeresspiegels werden hierdurch wichtige Informationen für langfristige Planungen zum Küstenschutz gewonnen.

## **Modul D: Abschätzung des Erdöl-/Erdgaspotenzials**

Der weiter steigende Bedarf an fossilen Energieträgern und der damit absehbar einhergehende Anstieg der Preise für Erdöl und Erdgas ist für Unternehmen der Energiebranche der Grund, verstärkt auch Exploration in der deutschen Nordsee durchzuführen. Es existiert jedoch bislang kein Kartenwerk, das auch den Entenschnabel, in dem die einzige deutsche Offshore-Gasförderung stattfindet, umfasst. Explorationsaktivitäten der Öl- und Gasunternehmen beschränken sich auf die jeweiligen Konzessionen und sind im Allgemeinen nicht zugänglich, so dass eine Gesamtbetrachtung des deutschen Nordseeraumes hinsichtlich seines Erdöl-/Erdgaspotenzials bisher nicht öffentlich verfügbar ist. Zur Abschätzung des Erdöl-/Erdgaspotenzials im Nordseeraum konzentriert sich das Modul D auf vier Punkte: 1. Kartierung des Entenschnabels, 2. Organisch-geochemische Untersuchungen an Tiefbohrungen, 3. Kartierung möglicher Vorkommen von Flachgas (Shallow Gas) und 4. Numerische Modellierung der Kohlenwasserstoffgenese, d.h. der Entstehung von Erdöl und Erdgas in den Sedimenten. Basierend auf dem in Modul A neu erarbeiteten 3D-Modell (GTA-3D) des deutschen Nordsee-Sektors wird die geologische Entwicklung modelliert (dynamisches 3D-Modell). Mit Hilfe der numerischen Beckenmodellierung (Petroleum Systems Modeling) können Fragen zur Erdöl- und Erdgasentstehung beantwortet werden. Dies sind z. B. der Zeitpunkt der Kohlenwasserstoffgenese, die Migration gebildeter Kohlenwasserstoffe, Fallenbildung oder auch das spätere Entweichen von Kohlenwasserstoffen aus einer Falle. Auch für die Klärung der Herkunft von flachen Erdgas-Vorkommen kann die Beckenmodellierung Informationen liefern, aus welchem Muttergestein eine thermische Genese





**Abb. 5: Bright Spots (rot/grün markiert) zeigen ein flaches Gasvorkommen an (600 ms TWT)**

von Kohlenwasserstoffen möglich ist. Ein den gesamten deutschen Nordseeraum umspannendes Modell hat gegenüber lokalen Modellen den Vorteil, dass es generelle großräumigere Trends und Explorationsmöglichkeiten aufzeigen kann, die in Modellen, die nur einzelne Blöcke umfassen, nicht ohne weiteres erkennbar sind. Zudem werden auch diejenigen Nordsee-Blöcke bearbeitet, die außerhalb derzeitiger Konzessionsgebiete liegen, so dass der deutsche Nordseeraum erstmalig als Ganzes hinsichtlich seines Erdöl- und Erdgaspotenzials betrachtet und der Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird.

In seismischen Daten werden lokale Bereiche mit hohen Amplituden als „Bright Spots“ bezeichnet (Abb. 5), die häufig Anzeiger für Gas im Sediment sind, insbesondere wenn sie einen

umgekehrten Amplitudenausgleich im Vergleich zum Meeresboden aufweisen. Als flaches Gas werden gewöhnlich alle Gasvorkommen in Tiefen von weniger als 1.000 m bezeichnet, unabhängig von ihrer Entstehung. Dieses Gas kann aus tiefliegenden Horizonten in flache Bereiche migriert oder im flachen Stockwerk entstanden sein. Erdgas aus tiefliegenden Ablagerungen enthält typischerweise Methan und höhere Homologe, die dort durch thermische Prozesse bei erhöhten Temperaturen gebildet werden. Die mikrobielle Genese erfolgt ebenfalls aus organischem Material, findet allerdings in weniger tief versenkten und damit „kühleren“ Sedimenten statt, wobei überwiegend Methan gebildet wird. Die Kartierung der Bright-Spot-Vorkommen sowie ihre nähere Untersuchung (Geo-

physik, Probennahme) ist aus verschiedenen Überlegungen heraus sinnvoll: Gasvorkommen können eine Gefahr bei Bohrungen darstellen, andererseits sind diese Erdgase auch als Energiequelle nutzbar.

Anhand geochemischer Analysen von Sedimenten aus Tiefbohrungen können Informationen über die thermische Reife des organischen Materials, die Menge und die Art von gasförmigen und flüssigen Kohlenwasserstoffen gewonnen werden. Grundlegende Daten, die z.B. die Menge und die Qualität des organischen Materials ermitteln, resultieren aus der organisch-petrografischen Mikroskopie, der Elementaranalyse und der RockEval®-Pyrolyse. Weitere, allerdings analytisch aufwändigere Untersuchungen an Sedimentextrakten (gaschromatographische und massenspektrometrische Methoden) ermöglichen ergänzende Aussagen über die Kohlenwasserstoffentstehung. Untersuchungen dieser Art bilden die notwendige Grundlage und Ergänzung zur Modellierung, um ein umfassendes Bild des Muttergesteinspotentials und des Prozessverständnisses der Kohlenwasserstoffbildung in dieser Region zu ermitteln.

Gasgeochemische Untersuchungen an oberflächennahen Proben bieten darüber hinaus die Möglichkeit, Aussagen über tiefer liegende Gesteinsschichten zu machen. Sie stellen damit ein „Fenster zum Untergrund“ dar, ohne die Notwendigkeit aufwändiger und teurer Tiefbohrungen.

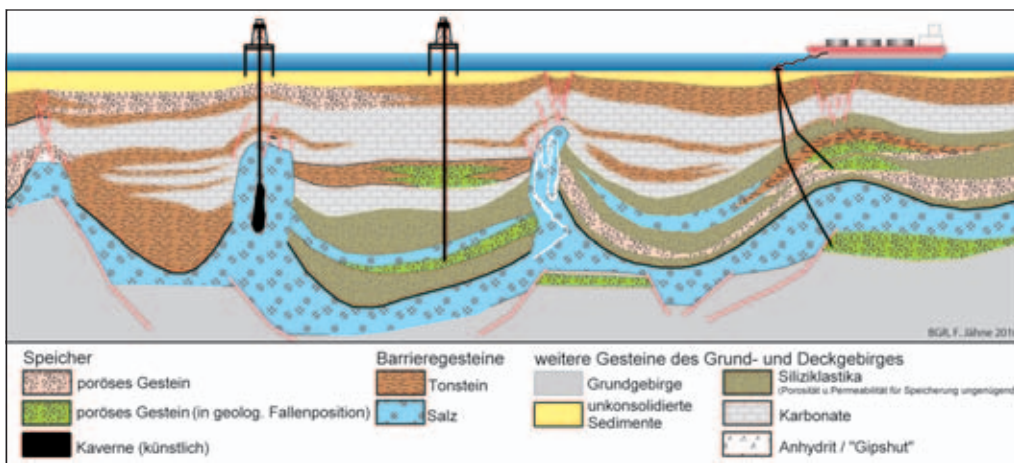
### **Modul E: Speicherkapazitäten im Nordseeraum**

Der Nutzung des tieferen Untergrundes kommt mit dem steigenden Interesse an einem effizienten und nachhaltigen Einsatz von Energieressourcen und der fortschreitenden technologischen Entwicklung eine immer stärkere Bedeutung zu. Neben der Kohlenwasserstoffexploration stehen im Nordseeraum Untersuchungen zu Fragestellungen der Fluidspeicherung ( $H_2$ ,  $CH_4$ ), der Druckluftspeicherung und der dauerhaften Speicherung klimarelevanter Gase wie  $CO_2$  im Vordergrund. Diese

Anforderungen setzen fundierte Kenntnisse zum Aufbau und zur Genese der Strukturen und Ablagerungsverhältnisse voraus. Weiterhin müssen Verbreitung und Eigenschaften von Speicher- und Barrieregesteinen bekannt sein (Abb. 6).

Die zyklische Sedimentationsgeschichte im Nordseeraum weist wechselnde Ablagerungen von Sandsten und gering permeablen Tongestein auf. Außerdem kam es in großen Teilen der Nordsee während des Perm und Trias zur Ablagerung von mächtigen Salinarfolgen. Die Sandsteininformationen können somit als Speicherhorizonte genutzt werden, während die abdeckenden Tongesteine und Salinarfolgen einen Barrierehorizont darstellen können. Diese Speicher- und Barrieregesteine gilt es hinsichtlich ihrer Porositäten und Permeabilitäten zu untersuchen und daraus Speichereigenschaften der Gesteine abzuleiten. Für den Ausbau von Kavernen in Salzstrukturen müssen Eigenschaften und Aufbau der Salinarstrukturen bekannt sein. Umfangreiche Grundlagen zur Erarbeitung des strukturgeologischen Modells bilden der GTA-2D, das Kartenwerk „Structural and Palaeogeographical Development of the German North Sea Sector“ (Brückner-Röhling et al., ZDGG 156/2, 2005), die Karte der Salzstrukturen Norddeutschlands 1 : 500.000 und die Karten und Darstellungen des Projektes Southern Permian Basin Atlas (SPBA). Die Grundlage dieser Kartenwerke, die die stratigraphischen Einheiten vom Perm bis zum Tertiär abdecken, sind im Wesentlichen die im Geozentrum Hannover vorhandenen umfangreichen Sammlungen von Bohrungsdaten, seismischen Daten und Ergebnisberichten.

Die geologische Karte der Salzstrukturen im Maßstab 1 : 500.000 stellt die Salzstrukturen von Norddeutschland einschließlich des Deutschen Nordseesektors dar. Die Salzbewegungen haben die strukturelle und sedimentologische Entwicklung des Norddeutschen Beckens maßgeblich beeinflusst. Die strukturelle Entwicklung und der heutige Zustand sind wichtige Grundlagen für jede wirtschaftliche Nutzung des Untergrundes.



**Abb. 6 Schematische Darstellung einer zum deutschen Nordseesektor vergleichbaren geologischen Situation vom Meeresboden bis ca. 5 km Tiefe**

Das Ziel des industriefinanzierten europäischen Verbundprojektes SPBA bestand in der Kompilation der geologischen und geophysikalischen Daten für die Region des südlichen Permbeckens. Neben strukturgeologischen Arbeiten in Norddeutschland erfolgte im Nordseebereich auch der Abgleich der Ergebnisse mit den europäischen Nachbarn (Niederlande, Dänemark und Großbritannien) und die Erarbeitung von Strukturkarten zur Region „Entenschnabel“. Die Ergebnisse stehen in Form eines ArcGIS-Datensatzes im Maßstab 1 : 1.000.000 und in Form eines gedruckten Atlases zur Verfügung.

In Zusammenarbeit mit anderen Modulen werden seismische Daten und Bohrungsinformationen erneut interpretiert, um ein 3D-Störungsmodell zu erstellen und speicherrelevante Salzstrukturen und Prä-Zechstein-Horizonte zu beschreiben. Insbesondere werden zusätzliche Aussagen hinsichtlich der Faziesverteilung im Untergrund (Porositäten, Permeabilitäten, Lithologie) in das Modell einfließen. Diese Reinterpretationen der vorhandenen Daten gehen in ein 3D-Modell, welches auf der Basis des Geotektonischen Atlases von Nordwestdeutschland erstellt wurde, ein.

Damit wird eine Grundlage zur Bewertung der Speicherkapazitäten im Nordseeraum erarbeitet. Ausgehend von den regionalen strukturgeologischen Modellen werden Speicherstrukturen in salinaren Aquiferen und Salzstrukturen hinsichtlich ihrer potenziellen Nutzung detailliert untersucht. Hierzu werden großmaßstäbliche Strukturmodelle erarbeitet, die in Kombination mit Bohrlochmessungen Aussagen zum Speichervermögen zulassen. Weiterhin werden die Speicherstrukturen hinsichtlich ihrer Langzeitsicherheit bewertet, wozu eine Charakterisierung der geologischen Barrieren gehört. Die Erarbeitung des 3D-Störungsmodells im Bereich der potenziellen Speicherstrukturen bildet die Grundlage für die Einschätzung von Wegsamkeiten im tieferen Untergrund. Bezüglich der Salzstrukturen werden aus den strukturgeologischen Karten die Tiefenlage, die Strukturgröße und ihre Genese abgeleitet. Dadurch können Aussagen zu Lithologie, Strukturbau und Barrierehorizonten erarbeitet werden. Somit werden die Ergebnisse der regionalen Bearbeitung im geologischen Strukturmodell der Nordsee berücksichtigt und als Basisdatensatz für das Geoinformationssystem Nordsee bereitgestellt.

## Modul F: Geoinformationssystem Nordsee

Die Projektpartner LBEG, BGR und BSH stellen bereits jetzt umfangreiche geowissenschaftliche Informationen über ihre jeweiligen hausinternen Informationssysteme zur Verfügung.

Im Geozentrum Hannover betreibt das LBEG mit dem Niedersächsischen Bodeninformationssystem NIBIS® ein Geoinformationssystem, das heute die zentrale Plattform für die gesamten geowissenschaftlichen und bergbaulichen Daten für Niedersachsen, einschließlich der Nordsee, darstellt. Es umfasst sämtliche vorhandenen Informationen mit hoher Flächendeckung in verschiedenen Maßstäben von 1 : 500.000 bis hin zu 1 : 5.000 sowie zusätzlich Messreihen, Analysedaten, Schnitte etc. Ergänzend sind Bohrungen und Daten zu Bergbau, Gravimetrie, Seismik und Rohstoffen für den Nordseeraum in dem Niedersächsischen Bodeninformationssystem NIBIS® bereits integriert. Das System ist aufgrund seiner generischen Anlage geeignet, alle geowissenschaftlich relevanten Daten des Geozentrums zu integrieren. Die Inhalte sind in Themenbereichen organisiert und einzeln sowie in der Zusammenschau GIS-basiert recherchierbar. Die GIS-Komponenten werden ergänzt durch ein integriertes Methodenmanagement-System das z.Z. mehr als 120 komplexe Auswertungen aus den Themenbereichen Boden, Geologie und Hydrogeologie generieren kann.

Die BGR in ihrer Zuständigkeit für länderübergreifende Daten und Karten betreibt eine Internetkartenapplikation zur Geologie Europas (IGME 5000) einschließlich des Nordseeraumes und hält weitere kleinmaßstäbige geologische Daten und Karten (z. B. die GÜK 200) für den Bereich der Nordsee vor. Die Nordsee-Küstenblätter der GÜK 200 werden im Verlauf des Projektes harmonisiert und in den Maßstab 1:250.000 überführt, was sowohl eine Anlehnung der Semantik an Europäische Standards (OneGeology Europe) als auch eine Anpassung der Geometrie und Darstellungsform für den Web-Einsatz beinhaltet. Das Ergebnis wird als Basiskarte für weitere Kartenprojekte des GPDN-Projektes genutzt.

Die BGR arbeitet aktiv an der Entwicklung europäischer Datenspezifikationen bei der Einführung der INSPIRE-Richtlinie mit – der EU-Richtlinie zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der Europäischen Gemeinschaft – und sorgt für die Implementierung zeitnah entwickelter INSPIRE-Vorgaben im GPDN-Projekt.

Das BSH baut eine zentrale Geodaten-Infrastruktur (GDI-BSH) auf und stellt mit dem GeoSeaPortal ein Werkzeug zur Verfügung, das die Suche von Fachinformationen mit Hilfe eines Meta-Informationssystems ermöglicht und eine harmonisierte Darstellung der gefundenen Datensätze in Form interaktiver Karten (WebGIS) bietet. Das GeoSeaPortal beinhaltet verschiedene Fachsysteme. So sind z.B. über das Fachinformationssystem Shelf Geology Explorer (SGE) die umfangreichen Geofachdaten des BSH zum Aufbau und der Dynamik des Meeresbodens abfragbar.

Auf der Grundlage dieser bestehenden Systemplattformen wird ein abgestimmtes Konzept entwickelt, das vorsieht, alle für das Projekt notwendigen Daten über die Nordsee zu integrieren und einen Zugriff über das Internet zu ermöglichen. Diese Rahmenbedingungen machen es möglich, zukünftig ein umfassendes Informationssystem zur Deutschen Nordsee anzubieten.

### Information

Das Projekt hat im Sommer 2008 begonnen und weitere Informationen sowie erste Ergebnisse zum „Geopotenzial Deutsche Nordsee“ finden sich auf der Internetseite: [www.geopotenzial-nordsee.de](http://www.geopotenzial-nordsee.de)

<sup>1</sup> Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Hannover

<sup>2</sup> Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover

<sup>3</sup> Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), Hamburg