

|                              |         |             |          |                |
|------------------------------|---------|-------------|----------|----------------|
| Brandenburg. Geowiss. Beitr. | Cottbus | Bd. 31/2024 | S. 55–58 | 3 Abb., 6 Lit. |
|------------------------------|---------|-------------|----------|----------------|

## Das 3D-Landesmodell des Känozoikums Mecklenburg-Vorpommerns: Konzept, Stand, Anwendungen und Perspektiven

CHRISTOPH JAHNKE & KARSTEN OBST

Seit 2020 erfolgt der Aufbau eines geologisch-hydrogeologischen 3D-Modells des Känozoikums für das Land Mecklenburg-Vorpommern. Ausgangsdaten sind zum einen die weitgehend flächendeckend vorliegenden Kartenwerke für das Känozoikum aus den 1970er und 1980er Jahren (Lithofazieskarte Quartär 1:50 000 = LKQ 50, Hydrogeologisches Kartenwerk 1:50 000 – Quartäre und Tertiäre Grundwasserleiter = HK 50, Regionales Kartenwerk Reflexionsseismik 1:100 000 – Reflektoren T0, A1, A2 und T1, unveröffentlichte Kartenwerke zum Tertiär). Die Karten folgen jeweils einheitlichen Konzepten, die jedoch über die Bearbeitungszeiträume weiterentwickelt und lokal modifiziert wurden (insbesondere die LKQ 50). Durch die langen Zeiträume zwischen den Bearbeitungen der einzelnen Blätter weisen diese viele Inhomogenitäten auf und sind vielfach nicht abschließend harmonisiert. Zudem wurden sie nach 1990 bis auf wenige Ausnahmen nicht aktualisiert.

Die zweite Grundlage sind Bohrungsdaten, durch die seit Endredaktion der Kartenwerke landesweit ein stetiger Informationszuwachs erfolgte, der in den einzelnen Blattschnitten zwischen 30 und >100 % liegt, so dass eine (digitale) Überarbeitung der Karten in großen Teilen angeraten ist. Die Bohrungsdaten aus dem Landesbohrdatenspeicher M-V (insgesamt ca. 128 000 Bohrungen, davon ca. 37 000 Bohrungen mit Teufen >20 m und etwa 750 Bohrungen mit Endteufen von einigen hundert bis achttausend Metern) sind qualitativ sehr heterogen, insbesondere aufgrund unterschiedlicher Bohrverfahren und verschiedener Zielstellungen. Bisher liegen 4 353 detailliert geschiebestatistisch untersuchte und quartärgeologisch stratifizierte Bohrprofile vor (s. Beitrag BÖRNER et al. dieser Band, S. 43–50). Der überwiegende Teil der Bohrungen weist petrographische Aufnahmen mit fehlenden oder zumindest ungeprüften, vielfach stark vereinfachten Stratifizierungen auf und entspricht nicht aktuellen Anforderungen für geologische 3D-Modelle. Eine wesentliche Aufgabe ist daher eine Re-Interpretation von Altbohrungen, die vor allem durch Korrelation mit stratifizierten Nachbarbohrungen und dem strukturellen Kontext der Modelle erfolgt.

Zusätzlich werden seismische Daten (2D-Seismik der 1970er und 1980er, vereinzelt der 1990er Jahre) für das tiefe Tertiär und die quartären Rinnen berücksichtigt. Diese

liegen als Einzelprofile und als Reflektorkarten vor. Die Verwendung der Seismik gewährleistet den Anschluss des Modells des Känozoikums an das bereits existierende 3D-Tiefenmodell, das von der Basis Oligozän bis zur Basis Zechstein reicht (OBST et al. 2024).

Die Ausgangs- und Modelldaten werden konsequent in 3D erfasst und verwaltet und in einem einheitlichen, aktualisierbaren und erweiterbaren lithostratigraphischen Gerüst strukturiert. Das lithostratigraphische Gerüst im Quartär basiert vor allem auf den geschiebestatistisch eingestufteten Geschiebemergeln sowie pollenanalytisch stratifizierten Profilen und einzelnen radiometrischen Datierungen. Die Interglaziale Holstein und Eem sind in Mecklenburg-Vorpommern aufgrund intensiver Erosion nur noch lokal verbreitet. Zusätzlich lassen sich ausgedehnte glazilimnische und glazifluviale Einheiten als lokale Leithorizonte nutzen. Hydrogeologisch ist eine ausgeprägte, lithostratigraphisch bedingte Stockwerksgliederung vorhanden. Diese umfasst Grundwassergeringleiter (Geschiebemergel und glazilimnische Einheiten) und glazifluviale Grundwasserleiter. Überregional bedeutsame Grundwasserleiter sind vor allem Bildungen der Saale-2-Nachschüttphase und der Weichsel-1- und Weichsel-2-Vor- bzw. Nachschüttphasen.

Im Tertiär existiert eine deutliche Beeinflussung der Sedimentation durch Salzbewegungen. Die paläogenen Einheiten (Paläozän, Eozän, Oligozän) stellen aufgrund der hohen Anteile tonig-schluffiger Sedimente mächtige Grundwassergeringleiter dar. Überregional bedeutsame Grundwasserleiter bilden dagegen vor allem unter- und obermiozäne Sande, die aufgrund des lokal verbreiteten Fehlens quartärer Aquifere und des steigenden Wasserbedarfs wirtschaftlich zunehmend von Interesse sind.

Die Entwicklung der geologischen 3D-Modelle erfolgt mit dem Programmpaket SKUA/GOCAD<sup>®</sup>, das die Erstellung von Schicht- und Volumenmodellen ermöglicht. Entsprechend den Maßstäben der zugrundeliegenden Kartenwerke ist der Bearbeitungsmaßstab etwa 1:50 000 bis 1:100 000. Die Modellierung der Schichtflächen erfolgt in adaptiv triangulierten Gittern. Die mittleren Abstände zwischen den Gitterknoten liegen zwischen 250 m (Quartärmodelle) und 500 m (Tertiärmodelle).

Die Quartärmodelle werden zunächst einzeln in den Blatt-schnitten der zugrundeliegenden LKQ 50 erstellt (Flächen-größen 25 x 25 km und 37,5 x 25 km), die dann schrittwei-se erweitert und harmonisiert werden. Ausgangspunkt sind die digitalisierten Tiefenlinien und Verbreitungsgrenzen der lithostratigraphischen Einheiten aus den o. g. Karten-werken sowie den in der LKQ 50 und hydrogeologischen Erkundungsberichten dokumentierten Profilschnitten, die mit Bohrungsdaten ergänzt und aktualisiert werden. Ab-bildung 1 verdeutlicht beispielhaft die Zusammenführung der unterschiedlichen Eingangsdaten in 3D für einen Blatt-schnitt der LKQ 50. Die Daten der verschiedenen Quellen weisen vielfach Diskrepanzen auf, die im Rahmen des Mo-dellierungsprozesses zu harmonisieren sind.

Bisher sind für ca. 70 % der Landesfläche die LKQ 50 di-gitalisiert und die wesentlichen Horizonte in einem ersten Schritt modelliert (27 Einzelmodelle der Basisflächen von insgesamt 37 lithostratigraphischen Einheiten). Die Boh-rungsaktualisierung und Datenharmonisierung erfolgt zur Zeit in 8 Blatt-schnitten; sie ist in 2 Blatt-schnitten vorläufig abgeschlossen. Langfristiges Ziel ist eine flächendeckende Modellierung und Aktualisierung sämtlicher Blätter ein-schließlich einer Harmonisierung mit den Nachbarländern.

Die Modellierung des Tertiärs erfolgt aufgrund der groß-räumigen Strukturen und der geringeren Bohrdichte in

größeren Skalen (Modellgrößen ca. 5000 km<sup>2</sup>). Quartär- und Tertiärmodelle werden abschließend zusamme-geführt und harmonisiert. Die Grenzflächen zwischen beiden Modellen ist die Quartärbasis.

Aus den primär entwickelten Schichtflächenmodellen kön-nen Volumenmodelle abgeleitet werden, die hinsichtlich verschiedener Fragestellungen parametrisiert werden kön-nen (z. B. lithologische, hydrogeologische, geothermische Parameter).

Ausgehend von den Einzelmodellen wird ein hierarchi-scher Aufbau des Modells in verschiedenen Skalen ent-wickelt:

- landesweites Strukturmodell [Schichtenmodell und (Block-)Volumenmodell], räumlich und stratigraphisch aggregiert aus den Detailmodellen entsprechend des jeweiligen Bearbeitungsstandes (Raster- bzw. Blockgrö-ßen 500 x 500 m, 1000 x 1000 m; Abb. 2) und
- Detailmodelle (Schichtflächenmodelle und Volumenmo-delle), die das landesweite Modell schrittweise aktuali-sieren und verfeinern. In den entwickelten 3D-Modellen in SKUA/GOCAD<sup>®</sup> sind die Eingangsdaten weiterhin integriert, sodass Ergänzungen, Aktualisierungen, Neu-interpretationen usw. unmittelbar in aktualisierte De-tailmodelle umgesetzt werden können.

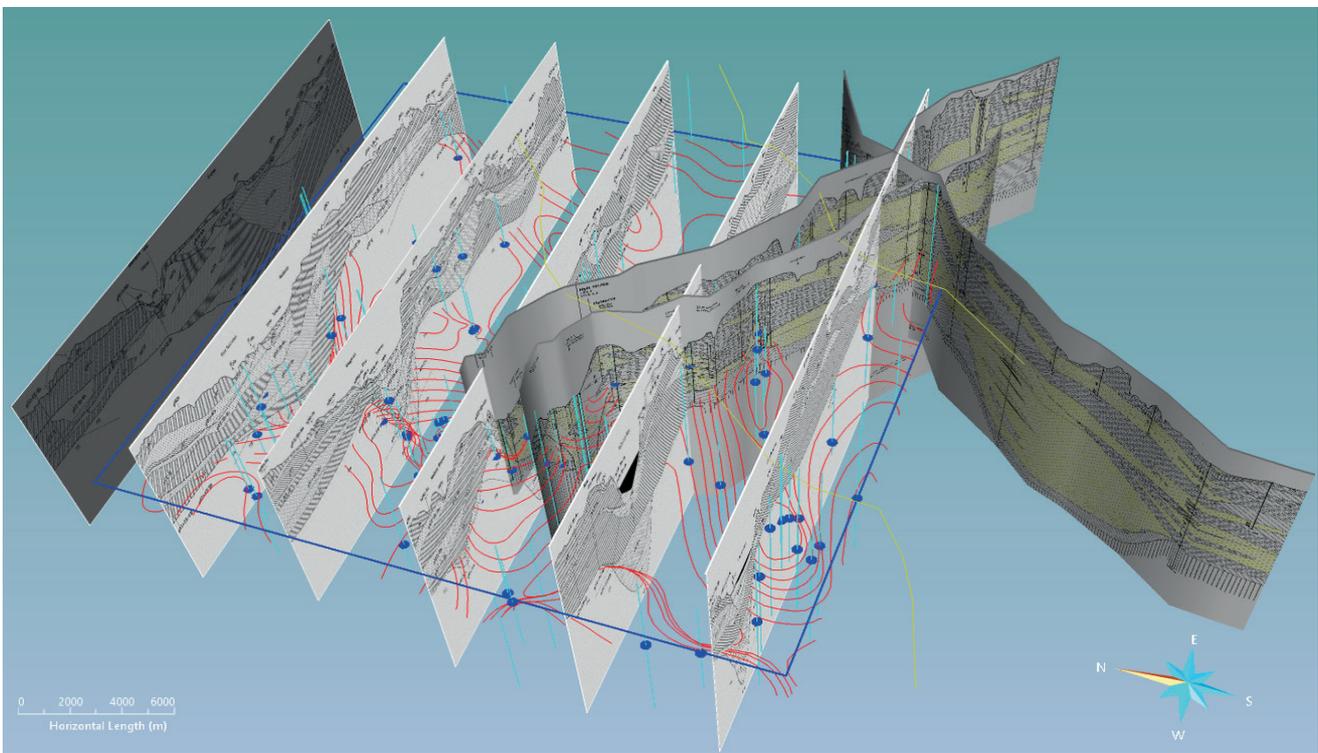


Abb. 1: Zusammenführung der Datengrundlagen in 3D für einen Blatt-schnitt der Lithofazieskarte Quartär (Blatt Neubrandenburg, blauer Rahmen): Ausgewählte digitalisierte Tiefenlinien (Basis Geschiebemergel Saale-1) und Profilschnitte der LKQ 50 (E-W verlaufend), Profilschnitte eines hydrogeologischen Erkundungsberichtes (unregelmäßig NW-SE und SW-NE verlaufend) und ausgewählte Bohrungen mit stratigraphischen Markern (Quartärbasis)

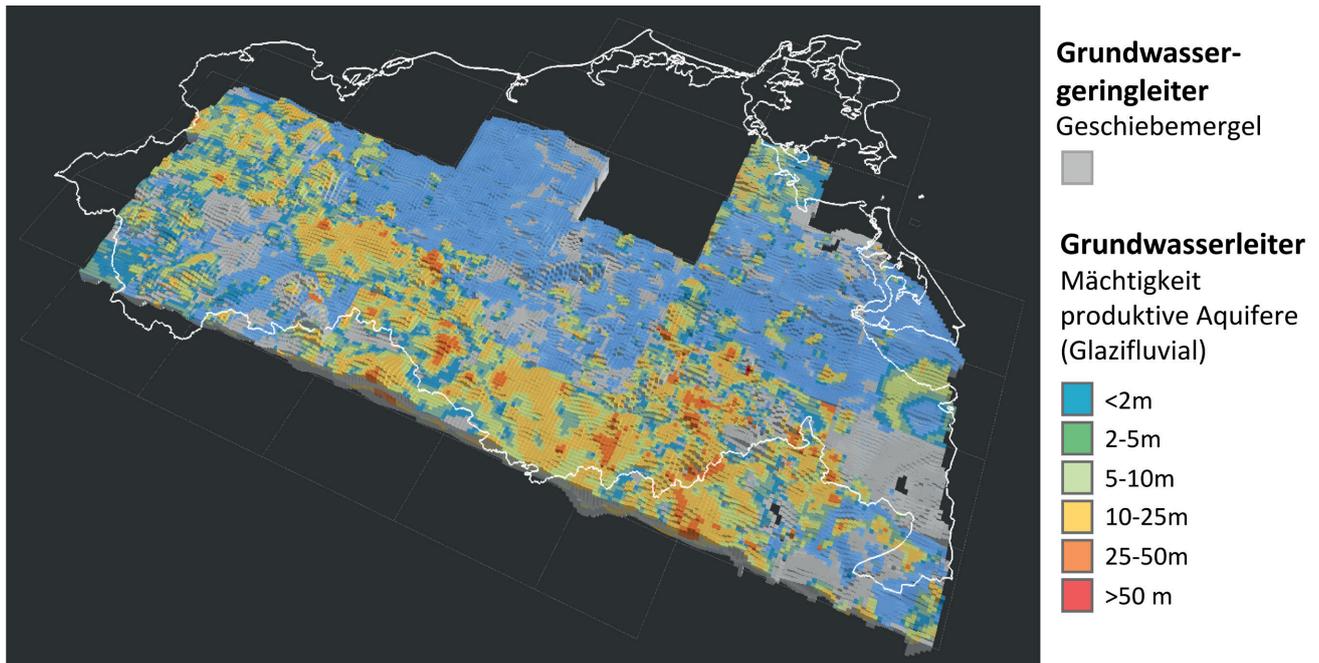


Abb. 2: Landesweites Strukturmodell der quartären Ablagerungen Mecklenburg-Vorpommerns (Volumenmodell Blockgröße 1 km<sup>2</sup>, Überhöhung 1 : 100, mit Landesgrenze und Blattschnitten der Lithofazieskarte Quartär): Parametrisierung der hydrogeologischen Eigenschaften von Grundmoräne Saale-1 bis Vorschüttbildungen Weichsel-1 (Einheiten gS1, S1n-S2v, gS2, S2n-Wv). Arbeitsstand 12/2023

Die Parametrisierung greift dabei zum einen auf Kartenwerke zurück (z. B. hydraulische Durchlässigkeit der Parameterkarten der HK 50), zum anderen können Bohrungsinformationen oder geophysikalische Daten genutzt werden. Diese parametrisierten Modelle sind Grundlage für abgeleitete Modelle insbesondere für hydrogeologische Modellierungen mit den Programmpaketen FEFLOW® und MODFLOW. Beispielhaft werden aktuell für einzelne Pilotgebiete hydrogeologische und gekoppelt hydrogeologisch-hydrologische Modelle entwickelt (siehe Abb. 3). Hier fließen eine Reihe zusätzlicher Informationen ein (Grundwasserstände, Gewässerdaten, Ergebnisse von Wasserhaushalts-/Grundwasserneubildungsmodellen, Daten zur Wassernutzung). Die Definition der Aquiferparameter kann im Rahmen der Kalibrierung der hydrogeologischen Modelle und durch bereits existierende externe Modelle weiter modifiziert und optimiert werden.

Anwendungen des känozoischen 3D-Landesmodells von Mecklenburg-Vorpommern werden vor allem hydrogeologische Fragestellungen beinhalten. Hierfür wird ebenfalls ein hierarchischer Aufbau der hydrogeologischen Modelle in verschiedenen Skalen entwickelt:

- Landesweites Struktur- und Bilanzmodell – statisches Modell auf Basis der parametrisierten Blockmodelle (Abb. 2), aber auch Verwendung für großskalige Modellierungen, z. B. für klimatische Szenarien,
- Bewirtschaftungsmodelle auf Skala der Grundwasserkörper (FEFLOW® und MODFLOW, Dimension einige 100 km<sup>2</sup> bis >1.000 km<sup>2</sup>),

- Detailmodelle für konkrete wasserrechtliche Fragestellungen (Einzugsgebiete und Schutzzonen von Wasserfassungen usw., Erstellung vor allem durch externe Gutachter und Fachfirmen in den jeweilig genutzten Arealen).

Die Modelle der verschiedenen Skalen werden in einem dynamischen Datenaustausch stehen: Landesmodell und Bewirtschaftungsmodelle bilden die Datengrundlage der Detailmodelle bzw. stellen Ausgangsdaten bereit; die Detailmodelle wiederum können zur Aktualisierung der großskaligen Modelle genutzt werden.

Der Aufbau eines 3D-Landesmodells für das Känozoikum und daraus abgeleiteter hydrogeologischer Modelle ist ein langfristiger Prozess und wird immer nur eine, dem aktuellen Erkundungs-, Interpretations- und Bearbeitungsstand entsprechende Annäherung an die realen Untergrundverhältnisse sein. Dieses ist durch den sehr komplexen geologischen Aufbau (insbesondere des Quartärs) als auch die sehr heterogenen Datengrundlagen bedingt. Das Konzept einer hierarchischen und aktualisierbaren Modellstruktur, die Eingangsdaten (Primärdaten: Bohrungen, geophysikalische Daten und Interpretationen: Karten, Profilschnitte) und Modellierungsergebnisse (Schichtflächen, Volumen) verbindet und zusammen verwaltet, trägt diesem Rechnung. Das aggregierte Landesmodell ermöglicht landesweite Übersichtsdarstellungen, weist aber entsprechend dem aktuellen Bearbeitungsstand noch Inhomogenitäten und Unschärfen auf. Die Detailmodelle harmonisieren diese Inhomogenitäten, präzisieren die Unschärfen und gestatten schrittweise eine fortlaufende Aktualisierung.

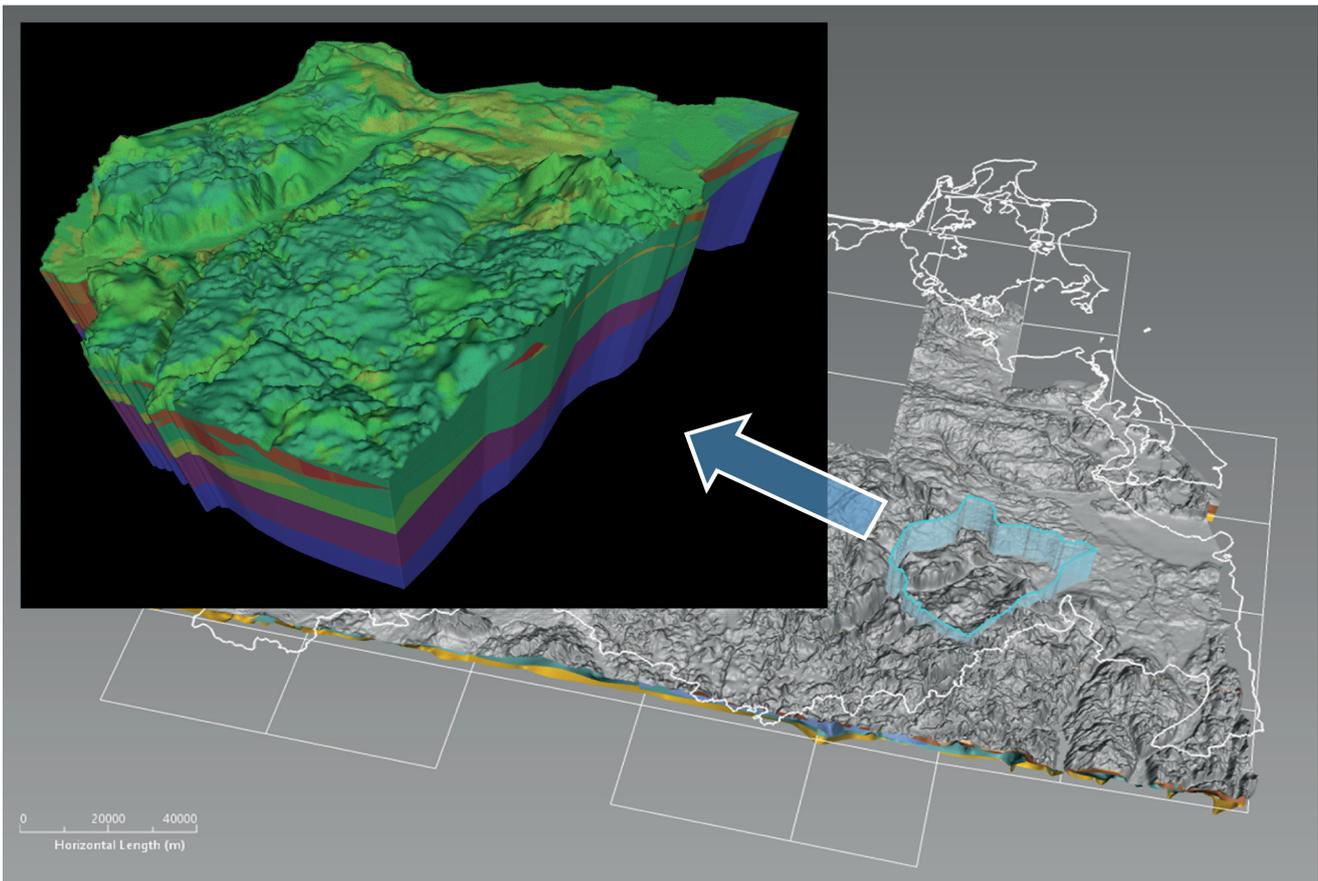


Abb. 3: *Beispiel Pilotgebiet für hydrogeologisch-hydrologische Modellierungen auf der Skala von Einzugsgebieten/ Grundwasserkörpern als Ausschnitt aus dem Gesamtmodell (Umrisslinien türkis). Detailabbildung oben links: parametrisiertes hydrogeologisches Modell des Pilotgebietes (Einzugsgebiet der Datze bei Neubrandenburg und des Umfeldes). Beispielhaft dargestellt: Durchlässigkeitsbeiwerte ( $k_f$ -Werte, ohne Legende) des Känozoikums (Quartär und Tertiär), Überhöhung 1 : 100*

#### Literatur:

- BÖRNER, A., SCHÜTZE, K., LANG, S., KRIENKE, H.-D., MENG, S., MÜLLER, U. & J. STRAHL (2024): Aktueller Stand und Methoden der Kartierung des quartären Untergrundes in Mecklenburg-Vorpommern. – Vortrag 83. Jahrestagung Arbeitsgemeinschaft Norddeutscher Geologen Bad Muskau, Brandenb. Geowiss. Beitr. **31**, S. 43–50
- OBST, K., BRANDES, J., MATTING, S., WOJATSCHKE, J. & A. DEUTSCHMANN (2024): Das 3D-Untergrundmodell des Landes Mecklenburg-Vorpommern: Datengrundlagen, Modellierungsergebnisse und Anwendungsmöglichkeiten. – SDGG (im Druck)
- REINHARDT, H.-G. & Gruppe Regionales Kartenwerk (1968–1991): Regionales Kartenwerk der Reflexionsseismik. – Tiefenlinienpläne und Mächtigkeitskarten 1 : 100 000. Reflektoren T0, A1, A2, T1, Leipzig (VEB Geophysik)
- Zentrales Geologisches Institut (Hauptredaktion A. Cepek) (1971–1988): Lithofazieskarte Quartär 1 : 50 000. – Berlin
- Zentrales Geologisches Institut (Hauptredaktion H.-J. Voigt) (1979–1984): Hydrogeologisches Kartenwerk 1 : 50 000. – Karten 1 bis 4, Berlin
- Zentrales Geologisches Institut (Hauptredaktion D. Reinsch) (1988): Hydrogeologisches Kartenwerk 1 : 50 000. – Karte 5 - Tertiäre Grundwasserleiter, Berlin

#### Anschriften der Autoren:

Christoph Jahnke  
 Karsten Obst  
 Landesamt für Umwelt, Naturschutz  
 und Geologie Mecklenburg-Vorpommern,  
 Geologischer Landesdienst  
 Goldberger Str. 12b  
 18273 Güstrow