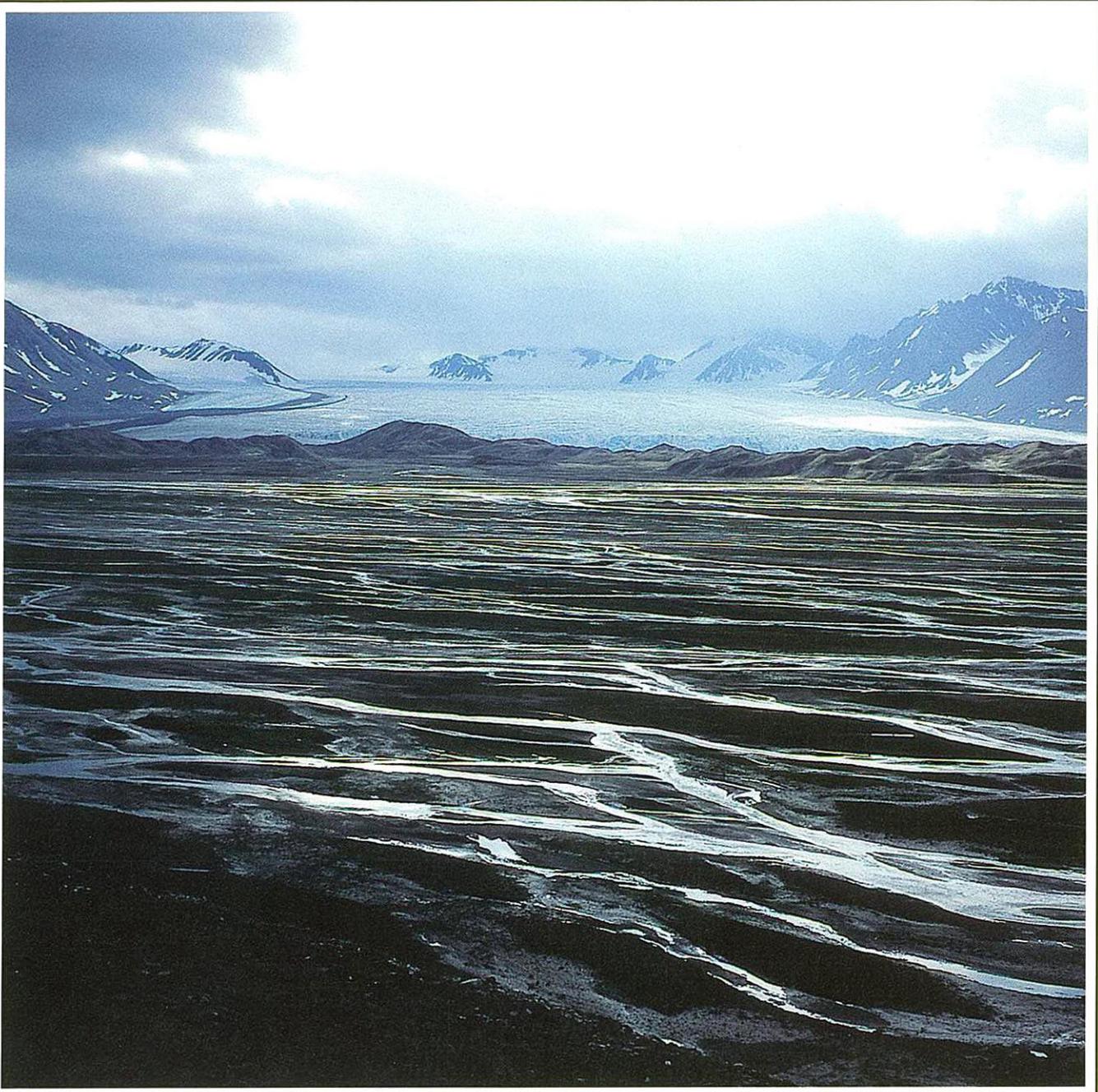




1

1997

Brandenburgische Geowissenschaftliche Beiträge



	INHALT	CONTENTS	Seite
DREHER, B.	Grußwort	Opening words	3
KÜRSTEN, M.	Grußwort	Opening words	5
STACKEBRANDT, W. & P. BANKWITZ	Laudatio	Laudatio	7
NEUMANN-MAHLKAU, P.	Aufgaben eines modernen geologischen Dienstes	The responsibilities of a modern Geological Survey	11
FRISCH, U. & F. KOCKE	Altkimmerische Bewegungen in Nordwestdeutschland	Old-kimmerian movements in Northwest Germany	35
STACKEBRANDT, W., THIEDIG, F., THIEKE, H. U., & N. HERMSDORF.	Glazialdynamik und Moränengene- nese – aktuogeologische Beob- achtungen in Spitzbergen (Svalbard)	Glaciodynamics and the genesis of moraines - actuogeological observations on Spitzbergen (Svalbard)	31
LUDWIG, A. O.	Ergebnisse zum neotektonischen Bewegungsverhalten der peribal- tischen Region	Results relating to the neotectonic movements of the Peribaltic Region	49
GARETSKY, R. G., AIZBERG, R. E., KARABANOV, A. K. & G. I. KARATAEV	Beziehungen zwischen den Hauptlithosphärengrenzen im Westen des Osteuropäischen Kratons (IGCP Projekt 346)	Relations between the main boundaries of the lithosphere in the West of the Easteuropean Craton (IGCP Project 346)	55
RECHLIN, B.	Zur Anwendung des Hydrogeo- chemischen Genesemodells der Wässer in den Grundwasserleiter- komplexen des Landes Branden- burg (mittelbrandenburgischen Raum, Stand April 1997)	Application of the hydrogeoche- mical genetic model to the aquifer complexes in Central Branden- burg (date April 1997)	75
JUBITZ, K.-B.	Glazidynamik im Umfeld einer weichselkaltzeitlichen Stauchend- moräne am Südrand der Salinar- struktur Rüdersdorf bei Berlin	Glaciodynamics around the Weichselian push-endmoraine at the southern margin of the salt- structure Rüdersdorf near Berlin	125

Fortsetzung: 3. Umschlagseite

Titelbild: Blick aus nordwestlicher Richtung auf breitflächig vor dem Eisrand abgelagerte Schmelzwassersande (Sander), die von weitverzweigt mäandrierenden Schmelzwasserkanälen durchflossen werden („braided river system“). Die Schmelzwassergerinne ändern häufig in Abhängigkeit von Temperatur und Wasserangebot ihren Lauf. Während in den jeweils trockenfallenden Arealen überwiegend feinkörniges Material abgesetzt wird, werden gleichzeitig in den einzelnen Strommitten selbst noch Kiese und Steine z. T. weit bis in eisrandferne Bereiche transportiert. Im Hintergrund die Stauchmoräne und die Gletscherzunge des Comfortlessbreen (s. Beitrag Stackebrandt et al., S. 31)

Herausgeber: © Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg, amt. Direktor: Dr. Werner Stackebrandt
Tel. (033203) 36600, Fax (033203) 36702

Redaktionsbeirat: Dr. Werner Stackebrandt, Dr. habil. Fritz Brose, Dr. Volker Manhenke, Dr. Peter Nestler, Dr. Volker Scheps,
Prof. Dr. habil. Joachim Tiedemann, Dr. Hans Ulrich Thieke

Redaktion: Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg, Stahnsdorfer Damm 77, 14532 Kleinmachnow

Verantwortlicher Redakteur: Dr. Gerhard Ehmke

Layout und Satz: Dipl.-Geol. Ulrich Wutzke

Erscheinungsweise: Die Schriftenreihe erscheint jährlich mit 1 bis 2 Heften. Preis dieses Heftes: 29,00 DM

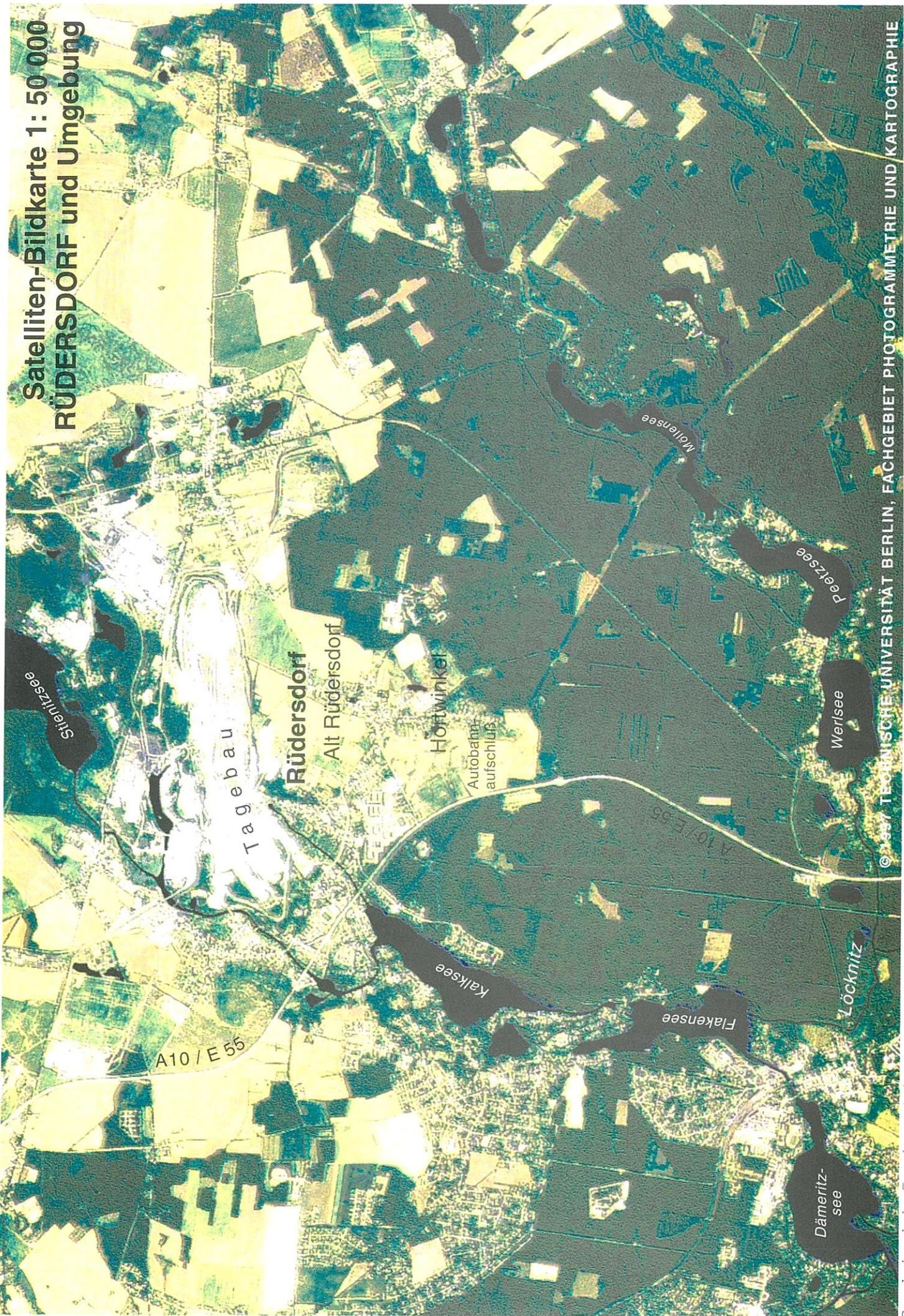
Belichtungen: LUTZ Digitaler Medien Service, Berlin

Druck: Druckhaus Schöneweide, Berlin

Printed in Germany

ISSN 0947-1995

Satelliten-Bildkarte 1: 50 000
RÜDERSDORF und Umgebung



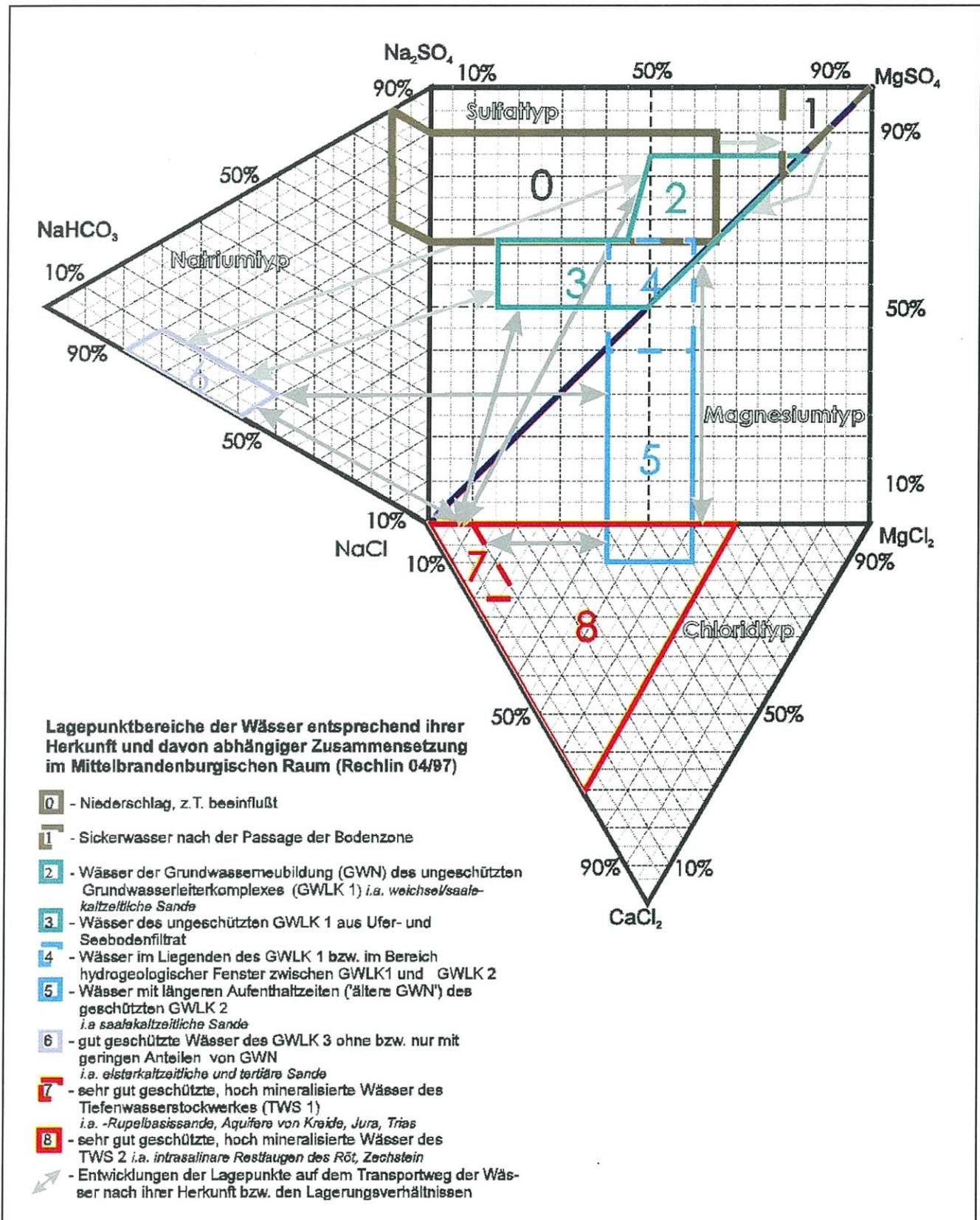


Abb.3

Hydrogeochemisches Genesemodell der Wässer in den Grundwasserleiterkomplexen des Landes Brandenburg
 Gliederung nach maßgebenden hypothetischen Salzen (RECHLIN, B. & W. SCHIRMEISTER 1997; Berechnungen und Diagramm nach VALJAŠKO 1961)

Dem ersten Direktor des
Landesamtes für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg

Dr. habil. Günther Schwab
geb. 1. März 1932 gest. 15. November 1996

zum Gedenken

Brandenburgische Geowiss. Beitr.	Kleinmachnow	4 (1997), 1	S. 3	
----------------------------------	--------------	-------------	------	--

Grußwort^{*)}

Sehr geehrter Herr Professor Dr. Kürsten, sehr geehrter Herr Professor Dr. Neumann-Mahlkau, sehr geehrter Herr Dr. Stackebrandt, sehr geehrte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Landesamtes für Geowissenschaften und Rohstoffe, sehr geehrte Gäste,

ich begrüße Sie recht herzlich zum heutigen Ehrenkolloquium für Herrn Dr. Günther Schwab, den ehemaligen Leiter des Landesamtes für Geowissenschaften und Rohstoffe.

Vorgesehen war diese Veranstaltung ursprünglich für den 28. Februar dieses Jahres. An diesem Tag sollte Dr. Günther Schwab in den Ruhestand treten im Rahmen einer Feier, die sein großartiges Wirken im Aufbau der brandenburgischen Landesgeologie würdigt.

Durch einen tragischen Verkehrsunfall ist Dr. Schwab am 15. November 1996 – für alle, die ihn kannten unfassbar – aus einem erfüllten Leben gerissen worden. Da ihm die vorgesehenen Ehrungen nicht mehr persönlich zuteil werden, ist die heutige Veranstaltung der Erinnerung an seine beeindruckende Persönlichkeit und der Würdigung seiner Verdienste gewidmet.

Das für das Land Brandenburg wesentliche Ergebnis seiner Arbeit ist das Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg. Zwar sind viele an der Entstehung und am Aufbau dieser Fachbehörde beteiligt gewesen, aber die Leistungsfähigkeit und der Geist dieses Amtes wurden wesentlich von seinem ersten Direktor bestimmt.

Die Laudatio über das spezielle geologische Lebenswerk Dr. Günther Schwabs hält heute sein langjähriger Stellvertreter Dr. Stackebrandt. Ich selbst möchte die wirtschaftspolitischen Aspekte der Arbeit des Amtes, das über sechs Jahre von Dr. Günther Schwab aufgebaut und geleitet wurde, beispielhaft in den Vordergrund stellen.

Brandenburg ist ein Land, welches arm ist an klassischen Bodenschätzen aber reich an geringerwertigen Bodenschätzen, die relativ mühsam dem Boden abgerungen werden müssen. Dieses nicht nur in technischer und wirtschaftlicher, sondern auch in politischer Hinsicht.

Nicht nur der Braunkohlenabbau, sondern auch die Eröffnung fast jeder einzelnen Sand- oder Kiesgrube wird hierzulande, wie andernorts auch, von politischen Diskussionen begleitet.

Das Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe hat den Bergbau in Brandenburg wissenschaftlich begleitet

und Wege aufgezeigt. Ich erinnere insbesondere an die Untersuchungen zur Grundwassergüteentwicklung in der Lausitz sowie die flächendeckende Erstellung der Karte oberflächennaher Rohstoffe im Maßstab 1 : 50 000, welche Grundlage ist für eine zunehmend konfliktfreie Entwicklung der Steine- und Erdenindustrie in Brandenburg. Diese war in den letzten Jahren der am stärksten wachsende Industriezweig in unserem Land, in dem heute ca. 6 000 Menschen beschäftigt sind.

Ein zweites Beispiel für die große wirtschaftliche Bedeutung des Landesamtes für Geowissenschaften und Rohstoffe ist die Mitarbeit in den Trinkwasserschutzkommissionen des Landes. Auch für die Hydrogeologie gilt analog das für die Rohstoffe Gesagte. Brandenburg ist reich an Gewässern, aber arm an Fließbewegungen. Insofern ist Wasser in Brandenburg ein knappes Gut, welches im größtmöglichen Umfang zu schützen ist.

Zahlreiche bedeutende und auch weniger bedeutende Industrieansiedlungen im Randbereich von Trinkwasserschutzgebieten hätten nicht stattfinden können ohne die wissenschaftliche Arbeit des Landesamtes für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg.

In naher Zukunft wird die Tätigkeit des Landesamtes für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg noch stärker in Belange des Umweltschutzes und der Umweltwirtschaft einbezogen sein, wenn die Bodenschutzgesetzgebung des Bundes den Ländern neue Aufgaben der Zukunftsvorsorge zuweist.

Meine Damen und Herren, das heutige Ehrenkolloquium soll nicht der Würdigung des fähigen Organisators, des kompetenten Leiters, des allseitig beliebten Vorgesetzten des Landesamtes für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg dienen, sondern auch an den herausragenden Wissenschaftler Dr. Günther Schwab erinnern.

Über Jahrzehnte hinweg war Dr. Günther Schwab mit anspruchsvollen Problemen der Tektonik befaßt. Seine Arbeiten betrafen nicht nur Deutschland, sondern auch die östlichen Nachbarländer, wo er an zahlreichen wissenschaftlichen Exkursionen teilnahm. Durch seine Arbeit in diesem Bereich hat er bis zu seinem tragischen Tod nicht nur Wissenschaft, sondern auch der Verständigung und der Freundschaft zwischen den Völkern gedient.

In diesem Sinne wird uns Dr. Schwab unvergessen bleiben.

DR. BURKHARD DREHER

Minister für Wirtschaft, Mittelstand und Technologie des Landes Brandenburg

^{*)} Vorgetragen auf dem Gedenkkolloquium für Dr. habil. Günther Schwab am 10. März 1997 in Potsdam

Brandenburgische Geowiss. Beitr.	Kleinmachnow	4 (1997), 1	S. 5	
----------------------------------	--------------	-------------	------	--

Grußwort^{*)}

Zum Ehrenkolloquium für Herrn Kollegen Günther Schwab entbiete ich Ihnen die Grüße der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe Hannover sowie die Grüße der Geologischen Landesämter in der Bundesrepublik Deutschland. Auch das GeoForschungsZentrum in Potsdam hat mich gebeten, Sie zu grüßen.

Als Leiter des Landesamtes für Geowissenschaften und Rohstoffe in Brandenburg war Herr Günther Schwab vom ersten Tage seiner Berufung an voll in den Kreis seiner ostdeutschen und westdeutschen Kollegen im Direktorenkreis integriert. Sein breites Fachwissen, seine ausgeprägte Bescheidenheit und seine stete Hilfsbereitschaft zeichneten ihn vor allen anderen aus. Seine Belesenheit und Bildung bereicherten jedes Gespräch. Stets fand er ein freundliches Wort. Er verfügte über die seltene Gabe, über sich selbst ebenso lächeln zu können wie über andere.

Folgendes wird über ihn berichtet:

Herr Schwab bewohnte eine wunderschöne Wohnung in einem vornehmen Haus in der Köpenicker Landstraße. Die Bewohner hielten etwas auf sich. Schon an den Klingeln prangten die Titel: Rat, Oberrat usw. Und mit verschmitztem Lächeln erzählte Herr Schwab im Freundeskreis, auch er überlege, etwas hinter seinen Namen zu schreiben. Er habe an „Ratlos“ gedacht.

Bescheiden, hilfsbereit und freundlich, gebildet und voll menschlicher Wärme, so werden wir Herrn Schwab in ehrender und freundschaftlicher Erinnerung behalten. Beim Aufbau der staatlichen Geologie waren viele Hürden zu überwinden. Vor allem aus Hannover und Nordrhein-Westfalen kam tatkräftige Unterstützung.

Bei meinem ersten Besuch in Potsdam 1990 hatte ich Mühe, unter dem Stichwort Geologie einen Ansprechpartner zu finden. Lediglich im Umweltministerium gab es Pläne, im Landesumweltamt auch einige Geologen zu beschäftigen. Vielleicht war es ein glücklicher Umstand, daß im ersten Kabinett des Landes Brandenburg Herr Hirche das Wirtschaftsressort leitete. Er kannte aus seiner Zeit als Wirtschaftsminister in Niedersachsen auch die wirtschaftliche Bedeutung der Geologie, war in Hannover Dienstherr

des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung gewesen. Ich kannte ihn gut. Er ergriff die Initiative und richtete das Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe des Landes Brandenburg als nachgeordnete Behörde des Wirtschaftsministeriums ein. Auch in die Auswahl des Leiters schaltete er sich persönlich ein.

Alles in allem ging der Aufbau des Amtes zügig vonstatten. Natürlich wurde um die Zahl der Planstellen gerungen, und am Thema der Außenstellen erhitzen sich die Gemüter. Die Bodenkunde war im Anfang eine empfindliche Schwachstelle des Amtes. Herr Schwab hatte alle Hände voll zu tun und fand doch noch die Zeit, sich um ein engeres Aneinanderrücken der Geologen in Berlin und Brandenburg zu kümmern. Auch die Invalidenstraße 44 bezog er in seine Überlegungen mit ein. Schließlich konnte das Landesamt in Kleinmachnow eigene Gebäude beziehen. Von dieser festen Basis aus stabilisierte sich die fachliche Arbeit ebenso wie die politische Stellung des Amtes als Fachbehörde mit Bezügen zur Wirtschaft, zur Umwelt, zu Landesplanung und Raumordnung. Kernaufgaben wurden die geowissenschaftliche Landesaufnahme und die neutrale fachliche Beratung der Landesregierung auf allen Gebieten. Die fachliche Selbständigkeit der Behörde ist dabei ein besonders wertvolles Gut. Sie gilt es zu erhalten, auch bei notwendigen Einsparungen.

In „seinem“ Landesamt, in der deutschen Geologie und in den Herzen seiner Kolleginnen und Kollegen wird Herr Schwab weiterleben als Wissenschaftler und als liebenswerter Mensch. Heute – und nicht nur heute – wollen wir ihn und sein Werk ehren.

Ich danke Ihnen.

PROF. DR. MARTIN KÜRSTEN

Präsident a. D. der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung

^{*)} Vorgetragen auf dem Gedenkkolloquium für Dr. habil. Günther Schwab am 10. März 1997 in Potsdam

Brandenburgische Geowiss. Beitr.	Kleinmachnow	4 (1997), 1	S. 7 – 9	1 Abb..
----------------------------------	--------------	-------------	----------	---------

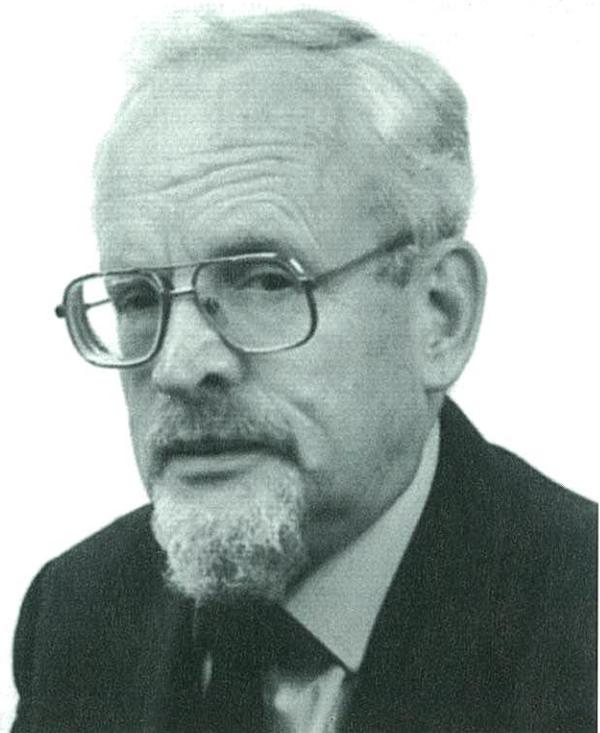
Laudatio^{*)}

Herr Dr. habil. Günther Schwab hatte seit seiner Ernennung zum Direktor des brandenburgischen geologischen Landesamtes mit hohem Verantwortungsbewußtsein einen geologischen Dienst als Fachbehörde für Geologie und Boden aufgebaut, der über den Direktorenkreis und den Bund-Länder-Ausschuß in die föderale Struktur der Bundesrepublik Deutschland eingebunden ist. Unterstützt durch Mitarbeiter des Wirtschaftsministeriums und basierend auf der guten Vorbereitungsarbeit durch Herrn Dr. Brose, hat es Herr Dr. Schwab verstanden, das im Entstehen begriffene Amt durch seine Haltung zu prägen.

Nach der Zahl der Mitarbeiter in Relation zur Flächengröße des Landes gehört das Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg eher zu den kleinen geologischen Landesämtern. Unter der Leitung von Dr. Schwab hatte sich das LGRB in kurzer Zeit zu einer angesehenen Fachbehörde für die Geologie von Brandenburg, im Zuständigkeitsbereich des Ministers für Wirtschaft, Mittelstand und Technologie, entwickelt. Dank des persönlichen Einsatzes von Herrn Schwab, der Unterstützung durch den Direktorenkreis der geologischen Dienste und hier besonders durch die Herren Prof. Kürsten und Prof. Neumann-Mahlkau, konnte das LGRB schon bald nach seiner Gründung das gesamte Spektrum der hoheitlichen Aufgaben geologischer Dienste erfüllen.

In den Jahren der gemeinsamen Arbeit hat sich Günther Schwab als ein Mensch gezeigt, dem nicht nur die wissenschaftlichen Ergebnisse, sondern auch und speziell die Menschen, welche diese Ergebnisse zu erbringen hatten, am Herzen lagen.

Nach schwerer Kindheit während der Naziherrschaft konnte Günther Schwab erst im Nachkriegsdeutschland wieder am öffentlichen Leben teilnehmen und die höhere Schule besuchen. Das 1950 in Halle abgelegte Abitur bildete die Grundlage für seinen fachlichen Werdegang, den der junge Günther Schwab gemeinsam mit seinem Zwilingsbruder mit dem Studium der Geologie an der Martin-Luther-Universität in Halle 1950 bis 1951 begann. Das Studium wurde ab 1951 an der Humboldt-Universität zu



Berlin fortgesetzt und 1955 mit der Diplomarbeit „Die Nordlausitzer Grauwackenformation bei Kamenz, Sachsen“ abgeschlossen.

Erste eigenständige Forschungsarbeiten führte Günther Schwab als Mitarbeiter der Arbeitsstelle für Paläobotanik und Kohlenkunde der Deutschen Akademie der Wissenschaften (Berlin) auf dem Gebiet der Kohlengeologie sowie zur strukturellen Analyse von Grundgebirgsauftragungen in Südbrandenburg und NE-Sachsen durch. Den strukturellen Arbeitsmethoden – angewendet auf Sedimentgesteine – widmete er auch später seine Aufmerksamkeit. Die Untersuchungen zum Grundgebirge sind unter der Betreuung von Prof. S. von Bubnoff und Prof. G. Möbus in der 1960 vorgelegten Dissertationsschrift „Die Tektonik der Nordlausitzer Grauwackenformation in Sachsen“ zusammengefaßt worden.

^{*)} Gehalten von Dr. W. Stackebrandt auf dem Gedenkkolloquium für Dr. habil. Günther Schwab am 10. März 1997 in Potsdam

1963 erfolgte der Wechsel zum Geotektonischen Institut der AdW (später aufgegangen im Zentralinstitut für Physik der Erde), wo sich Günther Schwab zunehmend mit Problemen der Deckgebirgsgeologie befaßte und sich zum kompetenten und hochgeschätzten Partner der Erdöl- und Erdgasprospektion entwickelte. Als Abteilungsleiter „Deckgebirge“ bewies Herr Schwab die Fähigkeit, wissenschaftliche Tätigkeit strukturieren und Schwerpunkte setzen zu können.

Seine Forschungen zur Geologie der Norddeutschen Senke, niedergelegt in zahlreichen Publikationen und (teils vertraulichen) Berichten, die ihre Bedeutung bis heute behalten haben, wandten sich zunehmend genetischen Fragen der Senkenentwicklung und der vergleichenden Betrachtung dieser Sedimentationsräume zu. Die 1985 vorgelegte Habilitationsschrift „Paläomobilität der Norddeutschen Senke“ faßt seine Forschungsergebnisse zu diesem Problemkreis zusammen.

Als eines der wissenschaftlichen Hauptergebnisse von Dr. Günther Schwab kann die genetisch begründete, stadiale Gliederung des Tafeldeckgebirges der Norddeutschen Senke mit den Etappen: Anlagestadium, Hauptabsenkungsstadium, Differenzierungsstadium und Stabilisierungsstadium gelten. Doch bevor diese Erkenntnisse reifen konnten, mußten zahllose Einzelbeobachtungen aus Aufschlüssen, Bohrkernen und geophysikalischen Bohrlochmessungen analysiert und interpretiert werden.

Seine Kooperationsfähigkeit und die Achtung vor wissenschaftlicher Leistung generell sind eindrucksvoll aus den wechselnden Autorengemeinschaften in wissenschaftlichen Publikationen und Berichten nachvollziehbar.

Sehr gern erinnern wir uns an Diskussionen über den Rang der Einflußnahme von Atlantiköffnung bzw. Auswirkungen des Alpen-Karpaten-Tektogens auf die Störungszonen in der Norddeutschen Senke. Jedoch nicht Streit oder Auseinandersetzung, sondern hartnäckiges Verfolgen eines Zieles charakterisierte die Arbeitsweise von Günther Schwab; Hartnäckigkeit, die sich auch durch Rückschläge – wie die Verweigerung der Reisemöglichkeit in das westliche Ausland – nicht entmutigen ließ.

Die Geologie oder das Verständnis geologischer Prozesse leben von der Anschauung. Anders als in der Mehrzahl der naturwissenschaftlichen Fachbereiche hat das Wort „begreifen“ in der Geologie noch seine ursächliche Bedeutung. Gute Möglichkeiten, den Nachteil in der Kenntnis regionaler geologischer Befunde im südlichen und westlichen Europa auszugleichen, ergaben sich für Herrn Dr. Schwab insbesondere durch Exkursionen nach Ost- und Südosteuropa sowie nach Sibirien.

Aus diesen Reisemöglichkeiten entwickelten sich enge wissenschaftliche und persönliche Kontakte mit Geowissenschaftlern Osteuropas und der GUS-Staaten, die sich bis in die Gegenwart fortsetzen. Beispiel dafür ist der in diesem Heft publizierte Beitrag von GARETZKY u. a. zur Differenzierung der Lithosphäre in Osteuropa, der aus dieser engen Zusammenarbeit hervorgegangen ist.

Seit den 70er Jahren entwickelten sich aus den Exkursionen neue Formen der thematischen Kooperation im Rahmen der Zusammenarbeit der Akademien der osteuropäischen Länder. Im Mittelpunkt der Mitwirkung von Herrn Schwab standen zahlreiche methodische und regionalgeologische Beiträge zur Deckgebirgsgeologie, vor allem zur Molasseformation und zur geologischen Bedeutung des SW-Randes der Osteuropäischen Tafel. Zusammen mit Prof. Lützner, damals Außenstellenleiter des Zentralinstituts für Physik der Erde in Jena und nach der Wende Lehrstuhlinhaber an der Jenaer Universität, konnte im Jahre 1982 die wichtige Monographie zu den Molassegesteinen Mittel- und Osteuropas herausgegeben werden.

Gemeinsam mit Herrn Prof. Jubitz, dem langjährigen Bereichsleiter für Geologie am Akademie-Institut und zugleich Leiter des IGCP-Projektes „SW-Rand der Osteuropäischen Tafel“, erarbeitete Herr Dr. Schwab eine Folge von instruktiven geologischen Karten, in denen seine Vorstellungen über den Zusammenhang von der Dynamik geologischer Prozesse und ihren materiellen, stofflichen Äußerungen in der Gesteinsabfolge, d. h. die geologische Analyse nach Ursache und Wirkung, zum Tragen kommen.

Die enge Beziehung zur Geologie von Osteuropa sowie sein seit 1987 verstärktes Interesse am neotektonischen Bewegungsverhalten der Erdkruste waren die Voraussetzung dafür, daß Herr Schwab in die Leitung des noch laufenden IGCP-Projektes „Neogeodynamica Baltica“ berufen wurde.

Als ein besonderes Anliegen von Herrn Dr. Schwab erscheinen seit 1994 die „Brandenburgischen Geowissenschaftlichen Beiträge“ als Fachzeitschrift mit vorrangigem inhaltlichen Bezug zur Geologie von Brandenburg. Diese nach Inhalt und Erscheinungsbild von Herrn Schwab wesentlich geprägte Fachzeitschrift wird vom brandenburgischen Landesamt auch weiterhin als Podium der Geowissenschaftler in dieser Region im Sinne seines Gründers herausgegeben.

Es ist hier nicht möglich, auf alle Verdienste, die sich Herr Dr. Günther Schwab erworben hat, ausführlich einzugehen. Sein Einsatz für die Bewahrung geologischer Sachzeugnisse in Form von Bohrkernen und von Literaturbeständen muß aber genannt werden. Für die Beurteilung des geologischen Untergrundes und speziell für die Beurteilung des tiefliegenden Geopotentials von Brandenburg ist es wesentlich, daß die aus den älteren Erkundungsprogrammen übernommenen Bohrkern im Bohrkernlager des LGRB eine neue Heimstatt gefunden haben. Das Bohrkernlager in Waldstadt/Wünsdorf hat als ein von sehr verschiedenen Militärsystemen genutztes Bauwerk als Konversionsobjekt symbolische Bedeutung.

Es war die Absicht von Herrn Schwab, die Bohrkernlager, die nur mit hohem technischen und finanziellen Aufwand wiedergewinnbar wären – der Preis einer Tiefbohrung liegt in Millionenhöhe – wie auch die übernommenen Bibliotheksbestände nutzergerecht zur Verfügung zu stellen.

Der plötzliche Tod von Herrn Dr. Günther Schwab unterbricht ein durch Kontinuität, fachliche Kompetenz und

Charakterfestigkeit gekennzeichnetes Lebenswerk. Herr Dr. Schwab verfügte über ein beeindruckendes geistiges Spektrum, das er in Verbindung mit analytischen Fähigkeiten überzeugend eingesetzt hat. Er war ein in der Sache ehrgeiziger, zugleich aber stiller Mensch und jeder Selbstdarstellung (bei sich und anderen) abhold.

Anerkennung und Achtung erwarb er sich nicht durch Amtsbefugnis, sondern durch Fachkompetenz. Er hat vorgelebt, wie aus Bescheidenheit und sozialer Verantwortung heraus eine innere Kraft und Größe erwachsen kann, die, in die Lage versetzt, auch schwere Aufgaben zu meistern vermochte. In diesem Sinne nahm er – immer auf das Gemeinwohl bedacht – seine Aufgabe als Direktor des Landesamtes für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg wahr.

Bewahren wir uns die Erinnerung an einen hochgeschätzten Wissenschaftler und an einen Menschen, der sich im dienstlichen und im privaten Bereich immer seiner sozialen Verantwortung den Mitmenschen gegenüber bewußt war und der sich seinen feinen Humor nie hat nehmen lassen.

DR. WERNER STACKEBRANDT
amtierender Direktor des Landesamtes für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg

PROF. DR. PETER BANKWITZ
Potsdam

Brandenburgische Geowiss. Beitr.	Kleinmachnow	4 (1997), 1	S. 11 – 15	
----------------------------------	--------------	-------------	------------	--

Aufgaben eines modernen geologischen Dienstes ^{*)}

PETER NEUMANN-MAHLKAU

1. Einleitung

Aufgaben und Organisationsformen der geologischen Staatsdienste in Deutschland werden derzeit kontrovers diskutiert und aufgrund rein wirtschaftlicher, fachlich aber nicht tragfähiger Überlegungen verändert. Nach einem Wende-Wandel, der im Land Brandenburg nicht für jeden Geologen positive Erfahrungen gebracht hat, gerät das Landesamt erneut in eine Strukturdiskussion. Nun sollen neue Aufgaben und Organisationsstrukturen auf lange Sicht Verbesserungen bewirken. Um das zu erreichen, müssen wir Geologen den politischen Entscheidungsträgern überzeugende Argumente und Fakten über die Bedeutung unserer Arbeit für die Bevölkerung, die Wirtschaft und die Umwelt liefern – und zwar rechtzeitig. Wenn wir das versäumen, werden die politischen Entscheidungen über unsere Zukunft ohne uns getroffen.

Bevor ich die Aufgaben moderner geologischer Dienste definiere, will ich deren Werdegang skizzieren. Daraus soll sich ergeben, welche Aufgaben fortzuführen, welche abzugeben sind und welche Fehlentwicklungen es gab.

2. Ursprung staatlicher geologischer Dienste

Die Entwicklung der geologischen Staatsdienste begann mit den ersten geologischen Kartierungen. In Preußen waren die Initiatoren und teilweise auch die Ausführenden Bergleute wie FREIHERR V. HEINITZ, der von Friedrich dem Großen den Auftrag erhielt, die schlesischen Lagerstätten zu kartieren. Es waren Übersichtskartierungen, die von den jeweiligen Landesherren im Zuge der einsetzenden Industrialisierung in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts veranlaßt wurden. Ziel dieser Kartierungen war es, das Rohstoffpotential des Landes zu erkunden. Dabei wurde der Begriff „Rohstoffe“ sehr weit gefaßt, wie aus einem Bericht HEINRICH V. DECHENS 1866 an den preußischen Oberberghauptmann ERNST AUGUST GRAF VON BEUST hervorgeht: „Die allgemeine Theilnahme, deren sich die Geologie in der neuesten Zeit in einzelnen Ländern erfreut, beruht vorzugsweise in der praktischen Anwendung,

welche diese Wissenschaft in naher Beziehung zu den Gewerben, zur Landwirthschaft, zur Herstellung von Verbindungswegen (Kanälen, Eisenbahnen) und zu dem Bergbau setzt. Geologische Kenntnisse werden für alle, welche in diesen Zweigen wirtschaftlicher Tätigkeit begriffen sind, als ein Kapital betrachtet, welches reichliche Zinsen trägt.“

Mit der Einführung der Meßtischblätter im Maßstab 1 : 25 000 durch das preußische Militär wurde auch der Ruf nach entsprechend genauen geologischen Karten laut. Diese Aufgabe war von der Bergverwaltung alleine nicht mehr zu leisten. So kam es Mitte des vergangenen Jahrhunderts zu ersten Gründungen von geologischen Landesanstalten bzw. Abteilungen in der Bergverwaltung, die sich ausschließlich mit der geologischen Landesaufnahme zu befassen hatten. Nebenbei bemerkt war die erste eigenständige geologische Anstalt im deutschsprachigen Raum die 1849 in Wien gegründete K.K. Geologische Reichsanstalt.

Die Zuordnungen der ersten geologischen Landesanstalten, z. B. in Württemberg zum Innenministerium oder in Bayern – übrigens bis 1948 – zur Bayrischen Berg- und Salinenverwaltung, lassen erkennen, daß die unterschiedlichsten Interessen an den Ergebnissen der geologischen Landesaufnahme bestanden haben. Die Ära der eigenständigen geologischen Landesanstalten hat endgültig im Jahre 1872 mit der Gründung der Sächsischen Geologischen Landesanstalt begonnen. Ein Jahr später wurde schließlich die preußische Vereinigte Königliche Geologische Landesanstalt und Bergakademie gegründet. Dieses ist der Ursprung der Landesgeologie in Brandenburg.

Die Königliche Geologische Landesanstalt hatte den Zweck, die geologische Untersuchung des preußischen Staatsgebietes auszuführen. Die Ergebnisse der Untersuchung sollten sowohl für die Wissenschaft wie auch für die Wirtschaft nutzbringend und allgemein zugänglich sein. Die Hauptaufgabe der geologischen Landesanstalt war die Erstellung und Veröffentlichung einer geologischen Spezialkarte im Maßstab 1 : 25 000 für das ganze preußische Staatsgebiet. Die Karte sollte eine vollständige Darstellung der geologischen Verhältnisse, der Bodenbeschaffenheit und der Vorkommen nutzbarer Gesteine und Mineralien enthalten. Zu den weiteren Aufgaben gehörten

^{*)} Vortrag, gehalten auf dem Gedenkkolloquium für Günther Schwab am 10. März 1997 in Potsdam

Übersichtskartierungen, Erstellung von Monographien für einzelne Landesteile, Herausgabe von Abhandlungen, Sammlung und Aufbewahrung von Belegstücken zu den Kartenwerken und von im Lande gefundenen Gegenständen geologischen Interesses.

Während anfangs bei der geologischen Landesaufnahme die Lagerstätten erkundung im Vordergrund stand, wurde mit fortschreitender Flächenaufnahme klar, daß in landwirtschaftlich genutzten Gebieten der Boden von besonderem Interesse ist. So entwickelte sich ab 1874 eine geologisch-agronomische Landesaufnahme, u. a. in den großen Agrargebieten Brandenburgs. Es war der erste Schritt in Richtung Erforschung von Grundlagen zur Sicherung der Umwelt.

3. Rückschritt und Fortentwicklung

Das Reichslagerstättengesetz vom Jahre 1934 veränderte die Struktur und Aufgabenstellung der deutschen staatlichen geologischen Dienste. Die Selbständigkeit der geologischen Dienste der Länder wurde durch die Zwangszentralisierung in der Reichsstelle für Bodenforschung aufgehoben. Die bisherige Aufgabe der allgemeinen Landesaufnahme wurde zugunsten der Lagerstättenuche für die Kriegswirtschaft des Deutschen Reiches zurückgestellt.

Die zentralistische Struktur des geologischen Staatsdienstes im Dritten Reich zerfiel mit dem Ende des zweiten Weltkrieges. Ein zentralistischer Block blieb jedoch übrig, nämlich die Deutsche Geologische Landesanstalt mit Sitz in Berlin. Sie war für das Gebiet der sowjetischen Besatzungszone zuständig. Dieser „nahtlose“ Übergang vollzog sich auch in der Aufgabenstellung. Die strikte Ausrichtung der Reichsstelle für Bodenforschung auf die Rohstoff erkundung und -gewinnung setzte sich in der sowjetischen Besatzungszone und später in der DDR fort. Die Ergebnisse der geologischen Untersuchungen wurden mit dem Stempel „Vertrauliche Dienstsache“ versehen. Das enorme Nutzungspotential geologischer Information war durch die Geheimhaltung eingeschränkt.

In Westdeutschland wurden nach 1945 geologische Ämter in den neu gebildeten Ländern gegründet. Die Neuordnung des staatlichen geologischen Dienstes war in den westlichen Bundesländern erst 1960 abgeschlossen. Dabei wurden zentralistische Strukturen völlig beseitigt, denn die neu gegründete Bundesanstalt für Bodenforschung bekam die Hauptaufgabe, geowissenschaftliche Untersuchungen im Ausland durchzuführen. Die geologische Landesaufnahme wurde dagegen Ländersache. Der Aufgabenschwerpunkt der geologischen Landesdienste lag nun wieder – wie zur Gründerzeit Mitte des 19. Jahrhunderts – bei der Landesaufnahme. Die geologische Landesaufnahme wurde jedoch stark durch die bodenkundliche, hydrogeologische und ingenieurgeologische Kartierung erweitert. Hierdurch wurde eine neue Entwicklung eingeleitet, die in den 70er und 80er Jahren zu einer Aufgabenverlagerung der geologischen Dienste führte, nämlich dem Erarbeiten und Bereitstellen von Basisinformationen für

die Daseinsvorsorge. Über die Rohstoffsicherung hinaus war es nun der Umweltschutz, der an Bedeutung zunahm.

Nach der Vereinigung im Jahre 1990 wurde auch in Brandenburg der geologische Landesdienst neu gegründet. Seine Aufgabenstellung entspricht der in den westlichen Bundesländern.

Seit Beginn der 90er Jahre befinden wir uns erneut in einer Strukturdiskussion. Aufgrund der zunehmenden Bedeutung des Umweltschutzes wurde für einige geologische Dienste entgegen der ursprünglichen Zuordnung zum Wirtschaftsressort nun das Umweltressort zuständig.

Rückblickend muß den Gründern der Vereinigten Königlichen Geologischen Landesanstalt eine außerordentliche Weitsicht bescheinigt werden. Deren Aufgabenstellung – erweitert durch moderne Anforderungen – ist auch heute noch die Kernaufgabe der geologischen Landesdienste. Die Reduzierung der Aufgaben des geologischen Dienstes auf reine Rohstoff erkundung war und wäre auch heute eine grobe Fehlentwicklung. Eine solch einseitige Ausrichtung führt zwangsläufig zum Kompetenzverlust auf anderen wichtigen Teilgebieten der Geowissenschaften.

4. Aufgaben und Arbeitsweise moderner geologischer Dienste

Ein moderner geologischer Dienst ist eine Institution, die mit modernen Arbeitsmethoden und -mitteln effektiv und am Nutzer orientiert geowissenschaftliche Daten erhebt, sammelt, auswertet und der Öffentlichkeit verfügbar macht.

Was heißt das im einzelnen und welche Aufgaben leiten sich daraus ab ?

Die geowissenschaftliche Kartierung war und ist eine der Hauptaufgaben der geologischen Staatsdienste. In der Vergangenheit kam der Geologe jedoch mit einfachen Arbeitsmitteln, wie Hammer, Kompaß und Lupe aus, um sein Kartenblatt – weitgehend alleine – zu erarbeiten. Diese Art der Datenerhebung reicht heute nicht mehr aus. Geophysikalische und geochemische Arbeits- und Analysemethoden ergänzen die klassische Feldaufnahme. Große Datenmengen lagern bereits in den Archiven und sind bei der Erarbeitung der Karten zu berücksichtigen. Eine effektive Anwendung dieser Daten ist nur mit Hilfe der elektronischen Datenverarbeitung möglich. Die Arbeitsergebnisse des Geologen werden in zunehmendem Maße digital verarbeitet. An graphischen Arbeitsplätzen können nun auch digitale geowissenschaftliche Karten erstellt werden. So werden schnell und bedarfsorientiert sachspezifische Karten und Kartenausschnitte unterschiedlichen Maßstabs verfügbar gemacht.

So sind das Handwerkszeug und die Arbeitsfelder der Geologen in einem Maße erweitert worden, daß sie ein einzelner nicht mehr beherrschen kann. Teamarbeit ist gefordert.

Eine weitere Notwendigkeit ist Interdisziplinarität. Ein moderner geowissenschaftlicher Dienst muß interdisziplinär arbeiten, um den Anforderungen der Zukunft gerecht zu werden. Es ist eine der größten Stärken der geologi-

schen Landesdienste, daß sie unter einem Dach Daten zu Boden, Gestein und Grundwasser erfassen, die letztendlich als eine Einheit zu sehen sind. Durch die Zusammenarbeit der verschiedenen geowissenschaftlichen Disziplinen läßt sich eine wissenschaftlich umfassende Darstellung des Untergrundes erarbeiten. Erst diese Gesamtschau komplexer Zusammenhänge zwischen den geowissenschaftlichen Teilaspekten macht es möglich, Entscheidungsträger umfassend und unparteilich zu informieren und so damit zu einer ausgewogenen Daseinsvorsorge beizutragen. Eine besondere Bedeutung kommt in diesem Zusammenhang der Konfliktlösung zwischen Ökologie und Ökonomie zu.

Die Niederrheinische Bucht ist ein gutes Beispiel für Interessenkonflikte bei der Nutzung natürlicher Ressourcen.

Hier liegen neben bzw. übereinander Steinkohle, Steinsalz, Braunkohle, Kies aber auch Grundwasser von Trinkwasserqualität. Gleichzeitig dient die Region der Naherholung des extrem dicht besiedelten Rhein-Ruhrgebiets (ca. 12 Mio. Einwohner) und zusätzlich wird der ertragreiche Boden intensiv landwirtschaftlich genutzt. Ferner sind Teilgebiete für den Naturschutz von Bedeutung, z.B. der Naturpark Schwalm-Nette.

In dieser komplexen Situation müssen Entscheidungen über die Nutzung durch einen Abwägungsprozeß getroffen werden. Die Basis der Entscheidung ist eine umfassende Information. Ein geologisches Landesamt muß hierfür qualitativ hochwertige Geodaten unparteilich aufarbeiten und zur Verfügung der Entscheidungsträger bereithalten.

Die Glaubwürdigkeit einer Politikberatung beruht also:

1. auf der technischen und wissenschaftlichen Qualität der Aussage
sowie
2. auf einer Reputation als unparteiliche Institution.

Darüber hinaus müssen die geologischen Staatsdienste öffentlich präsent sein. Das Interesse der Bürger an der Geologie ist hierzulande, im Vergleich zu den englischsprachigen Ländern, geradezu unterentwickelt. Das liegt an mangelnder Öffentlichkeitsarbeit. Es gilt nicht nur trockene wissenschaftliche Ergebnisse, sondern auch ansprechende und allgemeinverständliche Informationen zu präsentieren.

Die geologischen Staatsdienste sollten unparteilich, aber dennoch in politischen Diskussionen präsent sein. Politisch wirksame Themen wie z. B. Prognosen zur Rohstoffversorgung, Trends bei der Entwicklung des Bodenzustands oder Aussagen zur Erdbebengefährdung sollten mit den geologischen Dienststellen in Verbindung gebracht werden. Die gesellschaftliche und wirtschaftliche Bedeutung der geologischen Staatsdienste muß auch Politikern bewußt werden, wollen wir nicht früher oder später wegrationalisiert werden.

Zusammenfassend sehe ich die Aufgaben eines modernen geologischen Dienstes wie folgt:

1. Intensivierung der geowissenschaftlichen Landesaufnahme unter Einsatz modernster elektronischer Verarbeitungs- und Wiedergabemethoden.

2. Bereitstellung von geowissenschaftlichen Daten für Wirtschaft, Verwaltung und politische Entscheidungsträger.

3. Geowissenschaftliche Öffentlichkeitsarbeit mit dem Ziel, die Öffentlichkeit umfassend und allgemeinverständlich zu informieren und kompetenter Ansprechpartner für die Medien zu sein.

5. Staatliche oder privatrechtliche Institution

Man muß sich natürlich auch mit der Frage auseinandersetzen, ob ein moderner geologischer Dienst, der die genannten Aufgaben erfüllen soll, unbedingt staatlich organisiert sein muß. Was spricht für und was spricht gegen eine Privatisierung der geologischen Staatsdienste?

Aus Sicht des jeweiligen Finanzministers ist die Privatisierung einer Landes- oder Bundesbehörde gleichbedeutend mit einer Entlastung seines Haushalts. Das scheint zumindest auf den ersten Blick so zu sein.

Der unbestrittene Vorteil einer Privatisierung ist eine höhere finanz- und hauswirtschaftliche Flexibilität. Ein Wirtschaftsunternehmen richtet sich nach den aktuellen Anforderungen des Marktes und ist vor allem bezüglich des Personalhaushalts wesentlich flexibler als eine Behörde. Doch läßt sich die Flexibilität einer Fachbehörde auch durch Änderungen des Haushaltsrechts in Richtung auf einen Globalhaushalt erreichen, wie z.B. bei der BGR geschehen.

Sicher gibt es Teilbereiche in der Arbeit der geologischen Landesämter, die günstiger privatwirtschaftlich ausgeführt werden können. So ist die Vergabe von Forschungsbohrungen und kartierbegleitenden Bohrungen an Firmen schon lange üblich. Auch werden Aufträge zur Digitalisierung geologischer Karten an Büros erteilt. Aber der Vorwurf, daß die Landesämter privaten Büros Konkurrenz machen, muß entschieden zurückgewiesen werden. Es muß den Ämtern gestattet sein, in Spezialfragen zum Erhalt des know how und zur Ermittlung neuer Methoden auch in der Ingenieur- und Hydrogeologie tätig zu werden.

Die Frage ist vielmehr: Läßt sich der Auftrag eines geologischen Dienstes auch privatrechtlich erfüllen?

Wir brauchen zur nachhaltigen Daseinsvorsorge langfristig angelegte interdisziplinäre Studien, die uns Auskunft geben über die Ressourcen und das Verhalten der Erdkruste. Nur darauf basierend ist Landesplanung und Vorsorge bezüglich Ressourcennutzung und Naturkatastrophen möglich. Die politischen Entscheidungsträger sind auf diese Informationen angewiesen.

Langfristige Untersuchungen können nicht ohne eine entsprechende Datenbasis Erfolg haben. Die geologischen Landesämter verfügen über Archive mit geologischen Daten, die über mehr als 100 Jahre gesammelt und ausgewertet wurden. Welcher Wirtschaftsbetrieb ist in der Lage – geschweige denn Willens – ein derart umfangreiches landesweites Archiv anzulegen und zu pflegen. Die Ingenieurbüros, die Bergbautriebe, der Umweltschutz, sie alle sind auf die Datenbanken – und als solche sind auch die geowissenschaftlichen Karten anzusehen – angewiesen.

Die geowissenschaftliche Kartierung ist jedoch eine Aufgabe, die flächendeckend für ein Land privatrechtlich nicht realisierbar ist; z. B. wird NRW seit 150 Jahren kartiert und ist noch nicht vollständig im Maßstab 1 : 25 000 fertig. Eine solche Aufgabe, die zu einem einheitlichen Kartenwerk führt, ist nur durch eine staatliche Institution leistbar.

Darüber hinaus ist der Fortbestand eines zentralen geowissenschaftlichen Archivs nur in staatlicher Verantwortung denkbar. Schließlich sichern die Bestimmungen des Lagerstättengesetzes zu, daß vertrauliche Daten der Bergbauunternehmen zur Verfügung gestellt werden müssen und diese nicht ohne die Zustimmung der Zulieferer an Private weitergeleitet werden. Man stelle sich einen privatisierten geologischen Dienst vor, der im Auftrag des Landes ein zentrales geowissenschaftliches Archiv betreibt und somit gegenüber Marktmitbewerbern über ein Informationsmonopol verfügt.

Kommen wir auf die finanziellen Folgen einer Privatisierung für das Land bzw. den Staat zurück. Ein privatisierter geologischer Staatsdienst würde seine Dienstleistungen – auch dem Staat gegenüber – nach einer Honorarordnung abrechnen. Eine Aufrechterhaltung der bisherigen Fachberatung der Verwaltung und der Dienstleistungen für das Land würde mindestens ebenso hohe Kosten verursachen wie bisher. Wahrscheinlich würden die Kosten sogar steigen, da die geologischen Landesdienste bisher bemüht sind, übertriebenen Untersuchungsaufwand zu reduzieren und so öffentliche Kassen zu schonen. Privatisierte geologische Dienste hätten daran ebensowenig Interesse wie Privatbüros.

Lassen Sie mich noch einige Sätze zur wirtschaftlichen Bedeutung eines modernen geologischen Staatsdienstes sagen. Der wirtschaftliche Nutzen der geowissenschaftlichen Erkundung des Landes darf nicht kurzfristig kalkuliert werden. Die Kartierung eines Kartenblattes im Maßstab 1 : 25 000 dauert mehrere Jahre und kostet viel Geld. Dabei werden von über 100 km² Bodenschätze und Naturgüter erforscht, deren Wert bei vielen Milliarden DM liegen kann. Bis das erkundete Potential genutzt wird, können aber Jahre oder sogar Jahrzehnte vergehen. Eine schwedische Studie hat ergeben, daß sich über 50 Jahre – und so lange haben die Daten einer Karte Bestand – durch das eingesetzte Kapital eine Einsparung ergibt, die das 24-fache beträgt.

In den Archiven der geologischen Landesdienste lagert eine enorme Anzahl von Schichtenverzeichnissen. Allein in Nordrhein-Westfalen sind das über 200 000. Hinzu kommen 100 000 Bodenprofile aus der bodenkundlichen Landesaufnahme. Die Erstellungskosten der tieferen Bohrungen dürften in der Regel deutlich über 10 000 DM betragen haben. Daraus ergibt sich ein wirtschaftlicher Wert von mehreren Milliarden DM, der sich im Grunde genommen vervielfacht, je häufiger die Bohrungsdaten in Anspruch genommen und somit neue Bohrungen eingespart werden.

Der wertvollste Beitrag der geologischen Dienste für die Menschen und die Wirtschaft der Länder ist aber die

Daseinsvorsorge. Ich möchte hier nur als Stichworte die Grundwassererkundung, den Bodenschutz, Schutz (Vorsorge) vor Gefahren, die von der Natur ausgehen (Erdbeben, Bergstürze usw.) oder die Lagerstättensicherung nennen. Vorsorge bedeutet aber auch vorbeugenden Schutz vor Schäden oder gar Katastrophen. Sie ist Kapital für die Zukunft, denn die Mittel, die als Folge von Fehlentscheidungen aufgewendet werden müssen, können enorm sein. Man denke z. B. an ein Atomkraftwerk, das aus vordergründigen wirtschaftlichen oder politischen Erwägungen – entgegen dem besseren Wissen der Geologen – auf einer tektonischen Störung errichtet und letztendlich nicht in Betrieb genommen wird. Das regreßpflichtige Land kann durch die Schadensersatzforderungen an den Rand des Ruins getrieben werden.

Zusammenfassung

Wollen wir den aktuellen Ansichten zur Zukunft Mittel- und Westeuropas Glauben schenken, so ist diese in einer Dienstleistungs- und Informationsgesellschaft zu sehen.

Die Dienstleistung zum Wohl des Landes und das Sammeln, Verarbeiten und Weitergeben von Informationen sind seit jeher das Geschäft der geologischen Staatsdienste.

Ein moderner geologischer Staatsdienst muß daher:

1. landesweit geologische Daten sammeln und diese pflegen,
2. die Daten auswerten und verfügbar machen,
3. die natürlichen Ressourcen (Industriemineralien und Energierohstoffe) abschätzen und darstellen,
4. anthropogene Prozesse beobachten,
5. Gesetzmäßigkeiten über Veränderungen auf und in der Erdkruste ableiten – Motto: „Aus der Vergangenheit in die Zukunft“,
6. geowissenschaftliche Informationen den Entscheidungsträgern und der Öffentlichkeit zur Verfügung stellen.

Dafür muß ein geologischer Staatsdienst eine selbständige Institution sein, die wissenschaftlich, exzellent, glaubwürdig und unparteilich ist. Ein so verstandenes Landesamt leistet einen wichtigen Beitrag zu einer nachhaltigen wirtschaftlichen Entwicklung des Landes.

Um es noch einmal mit dem Bonner Berghauptmann HEINRICH VON DECHEN zu sagen: „Geologische Kenntnisse werden für alle, welche in diesen Zweigen wirtschaftlicher Tätigkeit begriffen sind, als ein Kapital betrachtet, welches reichlich Zinsen trägt.“

Summary

A brief overview of the historical development of German geological surveys is followed by the description of their task and working methods.

The analysis of a survey's responsibilities and the question whether to privatise or not lead to the conclusion that a modern geological survey must be an organization that

works effectively with modern tools and methods collecting, analyzing and evaluating geoscience data response to the needs of its users and making them available to the public. For this reason a geological survey should be an adequately resourced state organization that is recognized as scientifically credible, impartial and demonstrably relevant to society's needs.

Anschrift des Autors:
Prof. Dr.-Ing. Peter Neumann-Mahlkau
Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen
De-Greif-Str. 195
47803 Krefeld

KURZMITTEILUNG

Die Karte der oberflächennahen Rohstoffe im Maßstab 1 : 50 000 (KOR 50) für das Land Brandenburg – Rohstoffsicherung Steine und Erden

VOLKER MANHENKE, THOMAS HÖDING & MICHAEL PAWLITZKY

Die Schaffung von soliden geowissenschaftlichen Grundlagen für die vorsorgliche Rohstoffsicherung auf dem Landesgebiet ist eine wesentliche hoheitliche Aufgabe des Landesamtes für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg (LGRB). Rohstoffsicherung – verstanden als das vorsorgliche Freihalten von Rohstoffhöflichkeitsflächen und Rohstofflagerstätten von solchen Nutzungen, die eine künftige Gewinnung dieser Rohstoffe erschweren oder unmöglich machen – kann als ein Prozeß betrachtet werden, der sich in mehrere Stufen untergliedern läßt:

1. Rohstoffgeologische Durchforschung des Landes zur Rohstoffvorsorge auf der Basis ständig neuer Ergebnisse der geologischen Landesaufnahme, der Auswertung aktueller Bohrergebnisse sowie der Auswertung von Erkundungsberichten von Betrieben der Steine/Erden-Industrie und Zusammenfassung dieser Erkenntnisse in rohstoffgeologischen Karten und Datenbanken.
2. Lagerstätteengeologische und rohstoffspezifische Bewertung dieses Potentials zur weiteren Eingrenzung der einzelnen Rohstoffhöflichkeitsgebiete und Bewertung ihrer Bauwürdigkeit, sowie substantielle Rohstoffbewertung mit dem Ziel, den Anspruch auf Sicherung dieser als wertvoll erkannten Flächen in Form von Vorrang- bzw. Vorbehaltsgebieten in nachfolgenden Planungsstufen (Landes- bzw. Regionalplanung) objektiv begründen zu können.
3. Planerische Sicherung von Flächen für die Rohstoffnutzung in Form von Vorrang- bzw. Vorbehaltsgebieten nach Abwägung der Interessen der Rohstoffsicherung mit den Ergebnissen der Bewertung anderer Raumansprüche in der Landes- und Regionalplanung.

Für die Erfassung von im Tagebau gewinnbaren Rohstoffen werden folgende Kartenwerke im LGRB hergestellt:

- Karte der oberflächennahen Rohstoffe des Landes Brandenburg 1 : 300 000 (KOR 300)
- Karte der oberflächennahen Rohstoffe 1 : 50 000 (KOR 50)

Die Erfassung von Daten zu Lagerstätten und Rohstoffhöflichkeitsgebieten erfolgt auch innerhalb des dv-gestützten Fachinformationssystems Rohstoffe (FIS Rohstoffe), das im LGRB erarbeitet und geführt wird. Die Datenstrukturen werden dabei nach den Empfehlungen des bundesweiten Bodeninformationssystems (BIS) aufgebaut und laufend gehalten.

Aufbauend auf der „Karte der an der Oberfläche anstehenden Bildungen“ des LGRB (Geologische Karte 1 : 50 000) ist Ende 1992 zunächst eine „Karte oberflächennaher Rohstoffe“ im Maßstab 1 : 50 000 (KOR 50) als Musterblatt entwickelt worden.

Der Minister für Wirtschaft, Mittelstand und Technologie des Landes Brandenburg mißt der Erarbeitung dieses Kartenwerkes besondere Bedeutung bei und hat das LGRB mit der flächendeckenden Herausgabe der KOR 50 beauftragt. Notwendige Mittel für Leistungen Dritter wurden dabei in den Haushalt eingestellt.

In den Jahren 1993 bis 1996 wurden durch das LGRB mit teilweiser Unterstützung durch auf dem Rohstoffsektor erfahrene Ingenieurbüros die KOR 50 flächendeckend für das Land Brandenburg kartiert. Es wurden jeweils 2 Blätter erarbeitet:

- Blatt 1: Karte der oberflächennahen Rohstoffe (KOR 50)
- Blatt 2: Rohstoffgenetische Karte (KOR 50-2, als Autorenoriginal).

Abb. 1 zeigt an einem verkleinerten Beispiel Elemente der KOR 50 (ohne Topographie und ohne die auf dem Blatt-rand stehenden Erläuterungen).

Die KOR 50 ist nicht als Inselkarte angelegt, sondern enthält flächendeckend die naturräumlichen Einheiten der Hochflächen und Urstromtäler bzw. Niederungsbereiche, so daß einerseits eine geologische Zuordnung gegeben ist und andererseits der Hinweis auf mögliche Gewinnung im Trockenschnitt (auf Hochgebieten) bzw. im Naßschnitt (in Niederungen) verbunden wird.

Die auf der KOR 50 dargestellten Informationen zum gegenwärtigen Kenntnisstand der Steine- und Erden-Lagerstätten und -Vorkommen sind aus der Legende ersichtlich, sie sind nach den Rohstoffarten Kiessand, Sand, Spezialsand (Glas-, Gießereisand), Ton, Hartgestein (Grauwacke), Kalkstein und Torf mit den jeweiligen Nutzungsmöglichkeiten gegliedert. Ferner ist die Sicherheit des Erkenntnisstandes über das einzelne Vorkommen bzw. die Lagerstätte und die Erfassungsnummer (Ident-Nummer) im FIS Rohstoffe des LGRB angegeben, womit die Verbindung zur Rohstoffdatenbank des LGRB hergestellt ist.

Als Abgrenzungskriterien (Konditionen) wurden für Vorkommen ohne vorliegende Vorratsberechnungen bei Tonen > 3–4 m, bei Kies- und Spezialsanden > 6 m, bei Sanden > 8 m Mächtigkeit, Abraummächtigkeiten ≤ 2 m und Verhältnisse Abraum zu Nutzbarem von 1: ≥ 4, bei hochwertigen Rohstoffen mindestens 1:3 angesetzt.

Bei Braunkohle wurden nur die Bergwerkseigentumsfelder aufgenommen, da die Braunkohlen bereits in der DDR vollständig kartiert worden sind und ein über diese Felder hinausgehender Abbau nicht vorgesehen ist.

Bei Torf wurden nur Lagerstätten dargestellt, für die bereits staatlich bestätigte Vorratsberechnungen vorliegen, weil die Torfnutzung nur noch in geringem Maße für balneologische Zwecke erfolgt.

Jedes Kartenblatt enthält Erläuterungen, die einen „Geologischen Überblick“, Aussagen zur „Gegenwärtigen Roh-

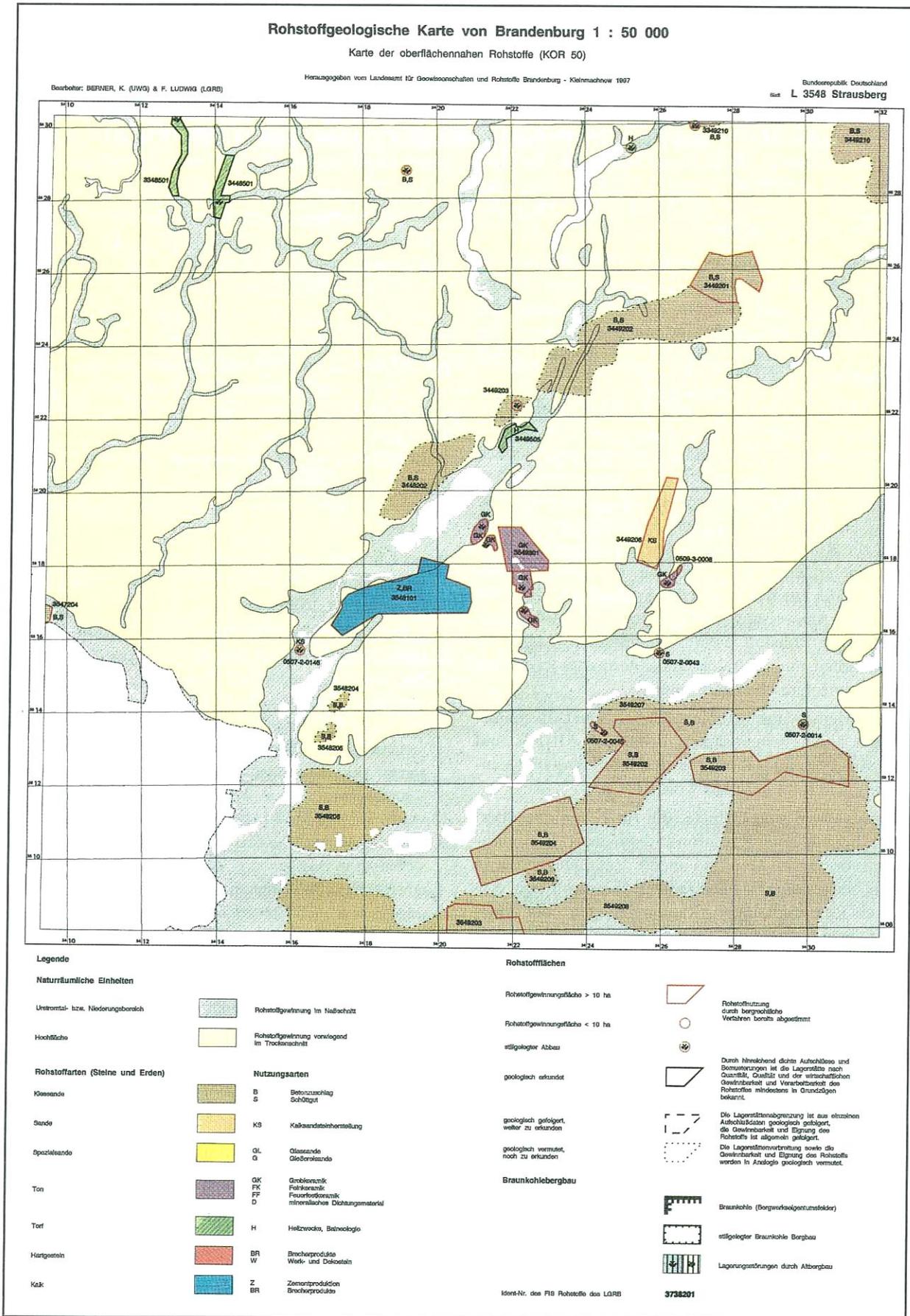


Abb. 1
Legende der KOR 50 und Auszug Blatt L 3548 Strausberg

stoffnutzung“ und über „Weitere Rohstoffpotentiale“ zum Blattgebiet geben.

Die dv-technische Umsetzung der KOR 50 erfolgte ebenfalls im LGRB. Es wurden 1997 insgesamt 85 Kartenblätter flächendeckend für das Land Brandenburg ausgeplottet und den Behörden (Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Technologie – MWMT –, Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung – MUNR –, Regionale Planungsgemeinschaften des Landes) für Planungszwecke zur Verfügung gestellt.

Die KOR 50, das FIS und die regionalen Kenntnisse der Mitarbeiter sind die Grundlage zur Beratung von Behörden, Unternehmen und Bürgern auf den Gebieten der Lagerstättenkunde, Rohstoffbewertung und -nutzung sowie für die Erfüllung der Aufgaben von Rohstoffschutz und Rohstoffsicherung im Land Brandenburg.

Die Durchsetzung des Schutzes von für die Volkswirtschaft relevanten Rohstoff-Flächen gegenüber den oftmals konkurrierenden Interessen anderer Nutzer des Raumes erfordert im Landes- und Regionalplanungsprozeß die Anwendung einer objektiven, nachvollziehbaren Bewertungsmethodik, um die Abwägung und Bestimmung des Vorrangs für die Rohstoffnutzung in einem gegebenen Gebiet zu objektivieren und nachvollziehbar zu gestalten. Eine solche Methodik zur Bewertung des Rohstoffpotentials mit dem Ziel der Ausweisung von Vorrang- und Vorbehaltsflächen für die Rohstoffgewinnung wurde im LGRB in Zusammenarbeit mit neutralen Gutachtern entwickelt und wird derzeit erfolgreich angewendet.

Die Kategorien „Vorranggebiet“ und „Vorbehaltsgebiet“ sind durch einen gemeinsamen Erlaß des MUNR und MWMT von 1996 im Rahmen der Raumordnung und Landesplanung wie folgt definiert worden:

„Vorranggebiete sind Gebiete, die für bestimmte überörtlich bedeutsame Raumfunktionen oder Raumnutzungen vorgesehen sind und andere Raumnutzungen in diesem Gebiet ausschließen, soweit diese mit den vorrangigen Raumfunktionen, Raumnutzungen oder anderen für diese Gebiete bestehenden Zielen der Raumordnung und Landesplanung nicht vereinbar sind.“

„Vorbehaltsgebiete für die Rohstoffnutzung sind Gebiete, in denen bestimmten, überörtlich bedeutsamen Raumfunktionen oder Raumnutzungen bei der Abwägung mit konkurrierenden Raumnutzungen besonderes Gewicht beigemessen werden soll.“

Die Ausweisung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten ist nicht mit aktueller bergbaulicher Flächeninanspruchnahme gleichzusetzen, sondern zeigt die Flächen, auf denen Bergbau oder potentieller Bergbau landesplanerisch besonders unterstützt wird. Diese Ausweisung wird von der Prämisse getragen, daß „die Sicherung der Rohstoffvorkommen in Form einer planerischen Absicherung in Anbetracht der Standortgebundenheit des Abbaus eines der wichtigen Ziele der Raumordnung und Landesplanung in Brandenburg ist“ (Erlaß MUNR, MWMT 1996).

Im Falle unerwartet auftretenden Bedarfs bietet der erwähnte Erlaß nach Abstimmung mit den entsprechenden

Fachressorts auch die Möglichkeit eines Abbaus oberflächennaher Rohstoffe außerhalb von bestätigten Vorrang- bzw. Vorbehaltsgebieten.

Die Flächen, denen in der Regionalplanung kein derartiger Status verliehen wird, bleiben durch die KOR 50 weiterhin dokumentiert und bilden als Vorsorgeflächen ebenfalls eine Ressourcengrundlage für zukünftige Generationen.

„Vorsorgegebiete für die Rohstoffnutzung sind Gebiete mit rohstoffgeologisch kartiertem Nutzungspotential, die gegenwärtig nicht als Vorrang- bzw. Vorbehaltsgebiete eingestuft werden, jedoch zumindest zur Vorsorge für zukünftige Generationen zu beachten sind.“

Da der Kenntnisstand des LGRB über Qualität und Quantität des Rohstoffpotentials des Landes durch Bohrergebnisse, Schwerpunktkartierungen, Aufsuchungen der Rohstoffindustrie, rohstofftechnologische und lagerstättenkundliche Untersuchungen sowie eine Vielzahl weiterer Daten stetig fortschreitet, ist eine Überarbeitung von Kartenblättern der KOR 50 in mehrjährigem Abstand geplant.

Literatur

- BECKER-PLATEN, J. D. (1985): Rohstoffsicherung in den Ländern der Bundesrepublik Deutschland. - *Erzmetall* **38**, 1, S. 36–38
- HÖDING, T. & M. PAWLITZKY (1997): Methodik der lagerstättengeologischen Bewertung zur Ausweisung von Rohstoffvorrang- und Rohstoffvorbehaltsgebieten von Steine/Erden-Lagerstätten im Land Brandenburg. - *Schriftenreihe angew. Geowiss.* **1**, S. 55–65, Berlin
- MANHENKE, V., HIEPKA, D. & M. PAWLITZKY (1994): Rohstoffkartierung zur Rohstoffvorsorge in der Lausitz. - *Brandenburgische Geowissenschaftliche Beiträge* **1**, 1, S. 100–106, Kleinmachnow
- MANHENKE, V., PAWLITZKY, M. & T. HÖDING (1996): Geowissenschaftliche Grundlagen der Steine-Erden-Rohstoffsicherung in Brandenburg. - *Tagungsbericht zum Kleinmachnower Rohstoffkolloquium.* - *Brandenburgische Geowiss. Beiträge* **3**, 1, S. 121–124, Kleinmachnow
- MUNR, MWMT (1996): Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung und Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Technologie des Landes Brandenburg: Gemeinsamer Erlaß zur Verfahrensregelung bei der Rohstoffsicherung im Rahmen der Raumordnung und Landesplanung vom 02. Oktober 1996

Mitteilung aus dem Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg No. 103

Anschrift der Autoren:

Dr. Volker Manhenke, Dr. Thomas Höding,

Dipl.-Geol. Michael Pawlitzky

Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg

Stahnsdorfer Damm 77

14532 Kleinmachnow

Brandenburgische Geowiss. Beitr.	Kleinmachnow	4 (1997), 1	S. 19 – 29	10 Abb., 13 Lit.
----------------------------------	--------------	-------------	------------	------------------

Altkimmerische Bewegungen in Nordwestdeutschland

URSULA FRISCH und FRANZ KOCKEL

Einen großen Teil seines wissenschaftlichen Schaffens hat Günter Schwab der Entschlüsselung der Wechselwirkungen zwischen Tektogenese, Epirogenese und Sedimentation im Tafeldeckgebirge Norddeutschlands gewidmet. Schlüsselereignisse waren für ihn die altkimmerischen, speziell die keuperzeitlichen Bewegungen. Er legte somit ein Fundament, auf dem mit neuen Daten aufgebaut werden kann.

Grundlagen, Methodik, Ziele

Im Rahmen eines Förderungsvorhabens der Hans Joachim Martini-Stiftung beschäftigt sich eine Arbeitsgruppe der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, ebenfalls mit der Quantifizierung der altkimmerischen Bewegungen und ihren Auswirkungen auf die triassische Sedimentation. G. BEUTLER übertrug im Rahmen dieses Projektes die in Thüringen, Süddeutschland und Nordostdeutschland aufgestellte lithostratigraphische Gliederung des Keuper durch Log-Korrelation auf über 600 Bohrungen in Nordwestdeutschland (BEUTLER 1995). Auf der Grundlage der so harmonisierten Bohrungsbefunde konnten charakteristische Reflektoren im industriesismischen Netz geologisch angesprochen und im Ringschluß konnektiert werden. Bei Anwendung eines geeigneten Geschwindigkeitsmodells wurden auf dieser Basis Mächtigkeitskarten im Maßstab 1 : 500 000 für fünf Keuperpakete (Lettenkeuper, Unterer Gipskeuper, Schilfsandstein + Oberer Gipskeuper, Steinmergelkeuper und Rhät) konstruiert (z. B. Abb. 1), die sich somit nicht allein auf Bohrdaten, sondern zusätzlich auf die Auswertung mehrerer 10 000 km Reflexionsseismik stützen können. Aus den Mächtigkeitsdarstellungen lassen sich Lage, synsedimentärer Verwurf und Bewegungsdauer aller im Keuper wirksamen Störungen ablesen, ebenso wie die keuperzeitlichen halokinetischen Bewegungen der Salzkissen und Salzstöcke. Einige der so ermittelten Ergebnisse sollen hier anhand von Bildern, die im wesentlichen für sich selbst sprechen, vorgestellt werden (siehe Abbildungen 2–10).

Ergebnisse

Wie bereits im Buntsandstein vor Ablagerung der Solling-Folge (RÖHLING 1991 a, b) herrschte in Norddeutschland

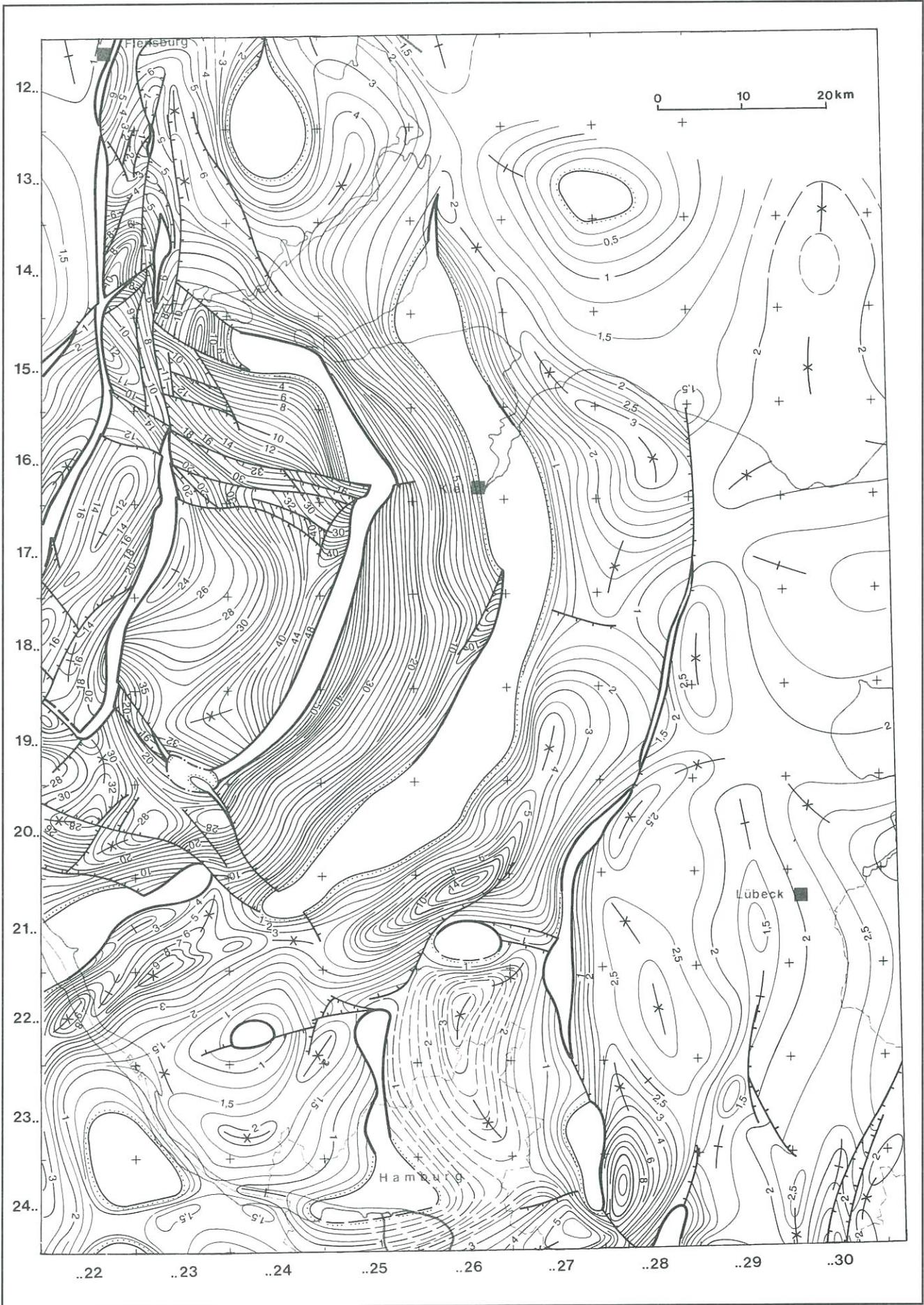
zur Zeit des Mittleren Keuper ein tensionales Streß-Regime, das im präsalinaren Sockel zur Bildung von Kippschollen und im postsalinaren Oberbau zur Ausbildung von synsedimentär wirksamen Gräben und Halbgräben führte. Diese Krustendehnung ist auf die ersten Öffnungsimpulse des Protoatlantik zurückzuführen. Die Dehnung war z. T. so stark, daß über den Sockelfugen das mobilisierte Zechstein- und Rotliegendes durch die Dehnungsspalten im Deckgebirge diapirartig aufsteigen konnte. Mehr als 50 % aller norddeutschen Salzdiapire entstanden im Keuper (JARITZ 1973). Über besonders mobilen Sockelfugen kam es sogar zu „Rafting“-Prozessen, in deren Verlauf breite Streifen des Zechsteinsalzes von ihren Deckschichten tektonisch entblößt wurden, z. B. am Allertal-Lineament (BEST 1997).

Die bedeutendsten Keupergräben in Nordwestdeutschland zeigen eine NNE- bzw. NNW-Erstreckung, aber auch die NW-SE-Richtung ist belegt. Die wichtigsten Gräben sind von E nach W

- der Braunschweig-Gifhorn-Graben über dem Braunschweig-Gifhorn-Störungsbündel, der in seiner nördlichen Verlängerung in die NW-Richtung einschwenkt (östliche Grabenschulter dieses Rifts ist die keuperzeitliche „Eichsfeld-Altmark-Schwelle“),
- der intern stark differenzierte und zerblokte Glückstadt-Graben auf der Westseite des Emtinghausen-Krautsand-Lineaments, der sich nach S in den Bremen-Graben fortsetzt und im N erst unmittelbar vor dem Ringköping-Fünen-Hoch an der dänischen Grenze endet,
- der Ems-Graben als Teil einer komplexen Riftzone, die vom Horn-Graben aus dem dänischen und deutschen Seegebiet nach S bis an die obere Ems am Nordrand des Münsterlandes zu verfolgen ist.

Dazu kommt noch eine große Zahl kleinerer Gräben und Halbgräben, auf die hier nicht eingegangen werden soll.

Die Bewegungen an den Grabenrand- und grabeninternen Störungen waren nicht immer gleichsinnig und synchron. Manche bewegten sich nur während des Unteren Gipskeuper, andere nur im Oberen Gipskeuper, wieder andere bewegten sich im Oberen Gipskeuper revers gegenüber den Tendenzen im Unteren Gipskeuper.



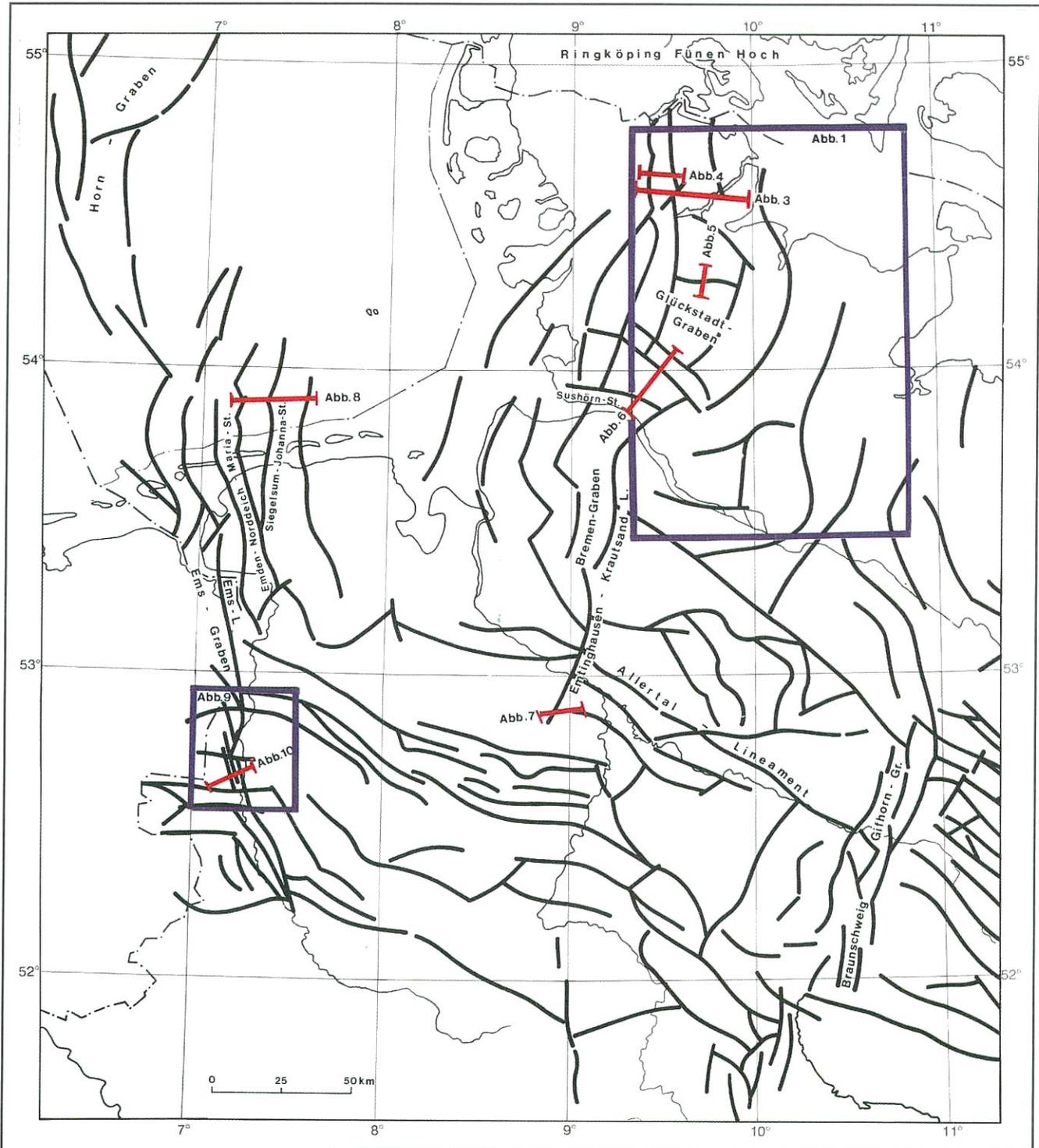


Abb. 2
Das Sockelschollen-Muster in Nordwestdeutschland mit Lage der Schnitte (Abb. 1, 3–10)

Abb. 1 (S. 20)
Mächtigkeit des Unteren Gipskeuper (in 100 m) in Schleswig-Holstein (Hamburg-Lübeck-Kiel-Flensburg) (zur Lage siehe Abb. 2)

Zentraler und nördlicher Teil des Glückstadt-Grabens. Der Westrand ist in einzelne, synsedimentär wirksame, schmale

Staffelschollen gegliedert. Auch der Ostrand besteht aus Einzelstaffeln. Bemerkenswert sind die keuperzeitlich wirksamen Störungssysteme, die den Graben in SE-NW- bzw. ESE-WNW-Richtung durchziehen (Looft- und Itzehoe-Störung im S, Rendsburg-Störungssystem im N). Diese sind, im Gegensatz zu den meridional streichenden Staffelländern, nicht salzbesetzt (vgl. auch Abb. 5 und 6).

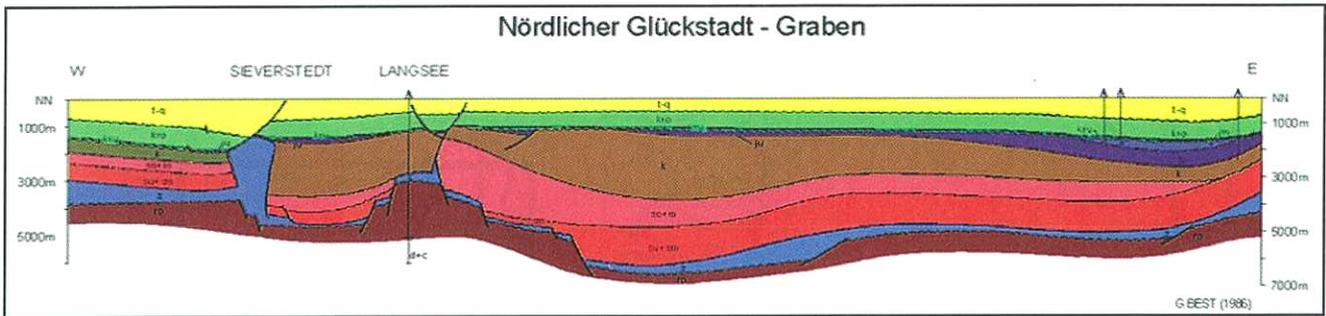
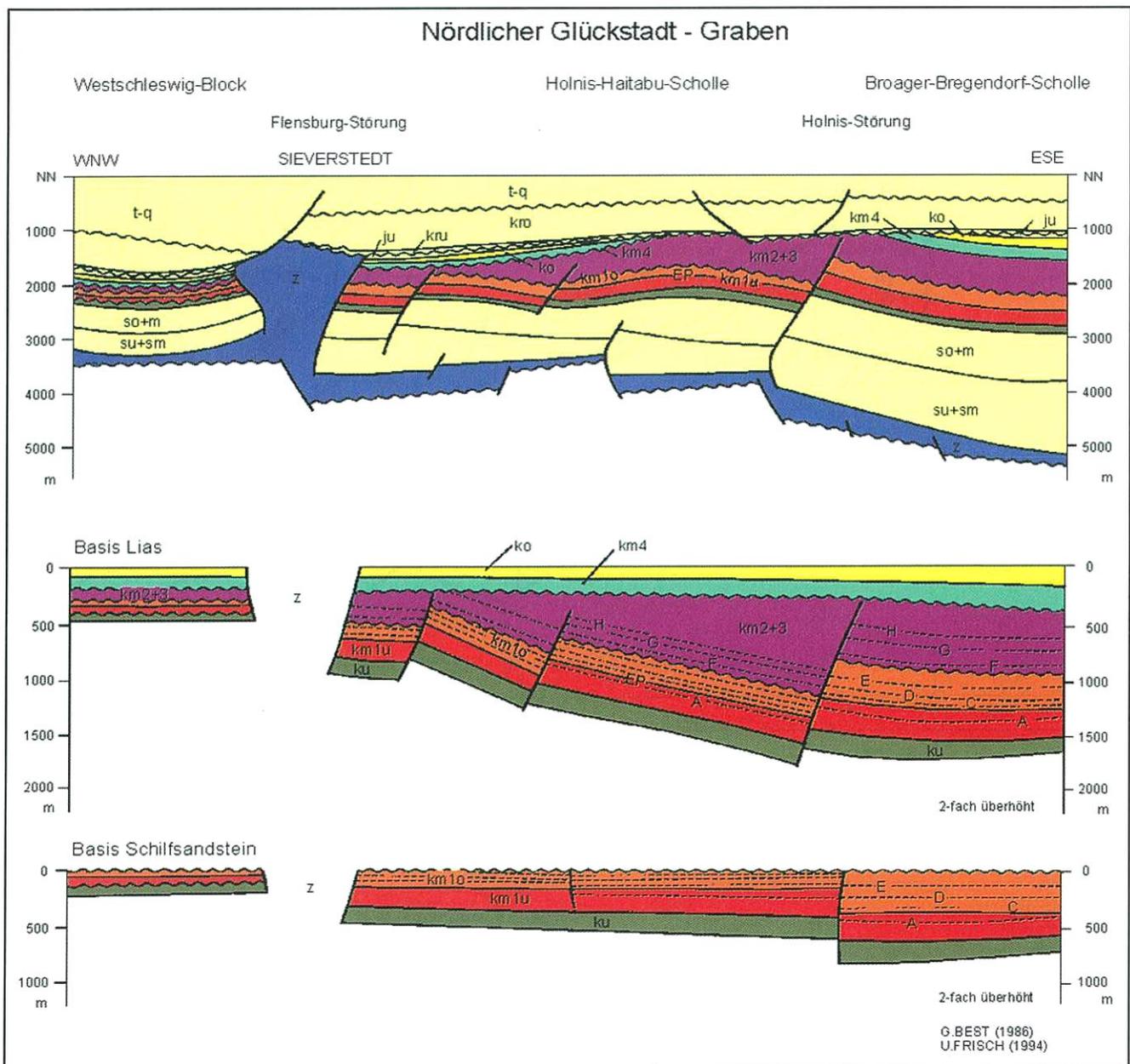


Abb. 3 W-E-Schnitt durch den nördlichen Glückstadt-Graben bei Schleswig (zur Lage siehe Abb. 2)
 Man erkennt das langsame Wachsen des Buntsandstein-Rifts gegen W durch Einbeziehung schmaler Staffelschollen in das Grabensystem im Röt/Muschelkalk und Keuper. Auf den Sockelfugen reiten die Salzstrukturen. Eine Inversion in der Oberkreide hat dieses Rift nicht erfahren.

Abb. 4 W-E-Schnitt durch den nördlichen Glückstadt-Graben (zur Lage siehe Abb. 2)
 oben: heutiger Zustand; Mitte: reduziert auf Basis Lias, 2fach überhöht; unten: reduziert auf Basis Schilfsandstein, 2fach überhöht.
 Fortsetzung Abbildungsunterschrift s. S. 24 unten



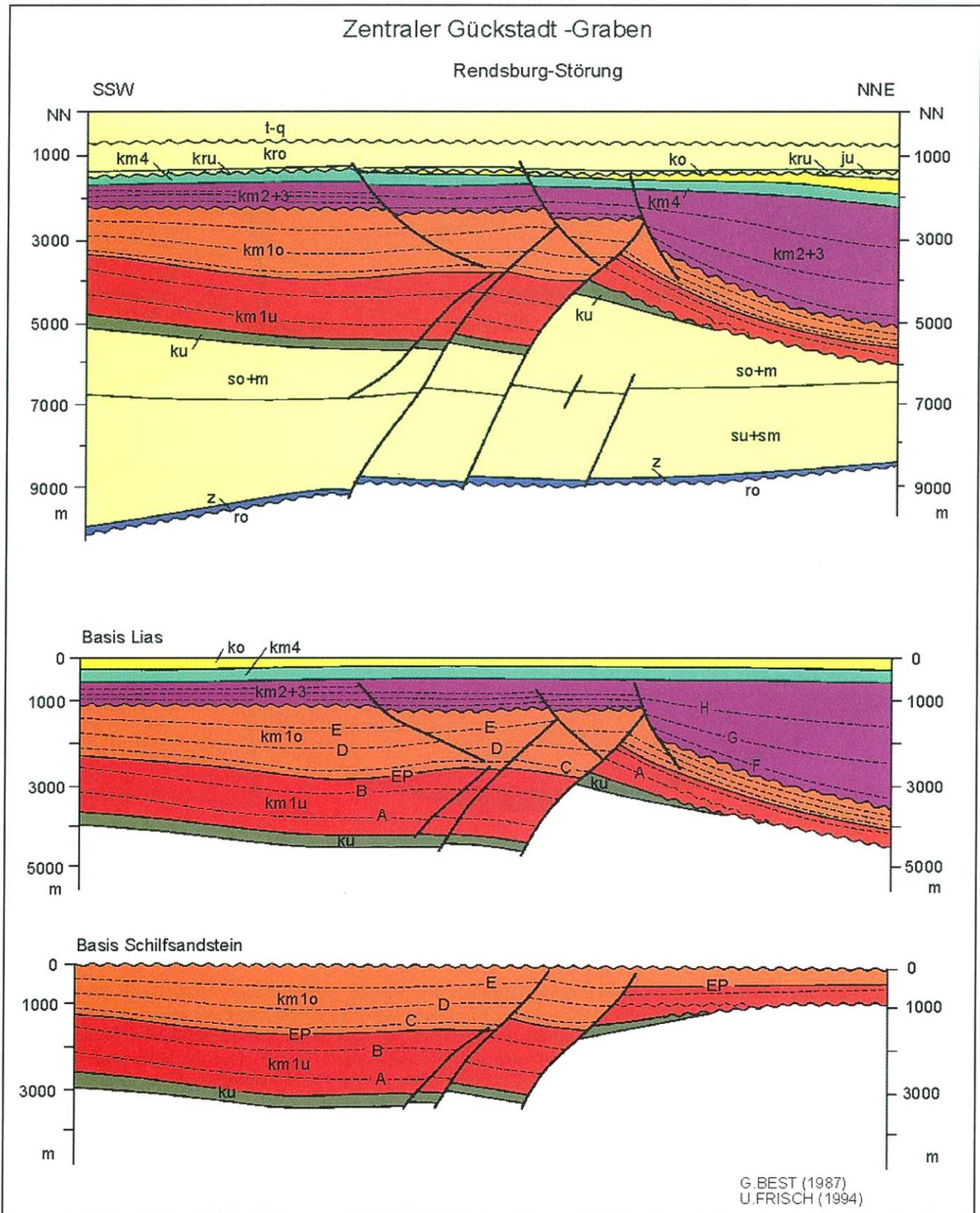


Abb. 5 Längsschnitt durch den nördlichen Teil des zentralen Glückstadt-Grabens (zur Lage siehe Abbildung 2, Legende wie Abb. 4)

Das Rendsburg-Störungssystem grenzte im Unteren Gipskeuper (km1u+o) den zentralen Senkungsbereich des Glückstadt-Grabens gegen NNE ab. Nördlich davon greift geringmächtiger Unterer Gipskeuper (km1u) über Lettenkeuper (ku), Muschelkalk (m) und Röt (so) über. Nach Ablagerung des Schilfsandstein (km2) bildete sich darüber ein NNE-abschiebendes Störungssystem aus. Die Hauptsubsidenz verlagerte sich in den nördlichen Graben-Abschnitt. Mit Beginn des Steinmergelkeuper (km4) waren die Bewegungen am Rendsburg-Störungssystem zur Ruhe gekommen.

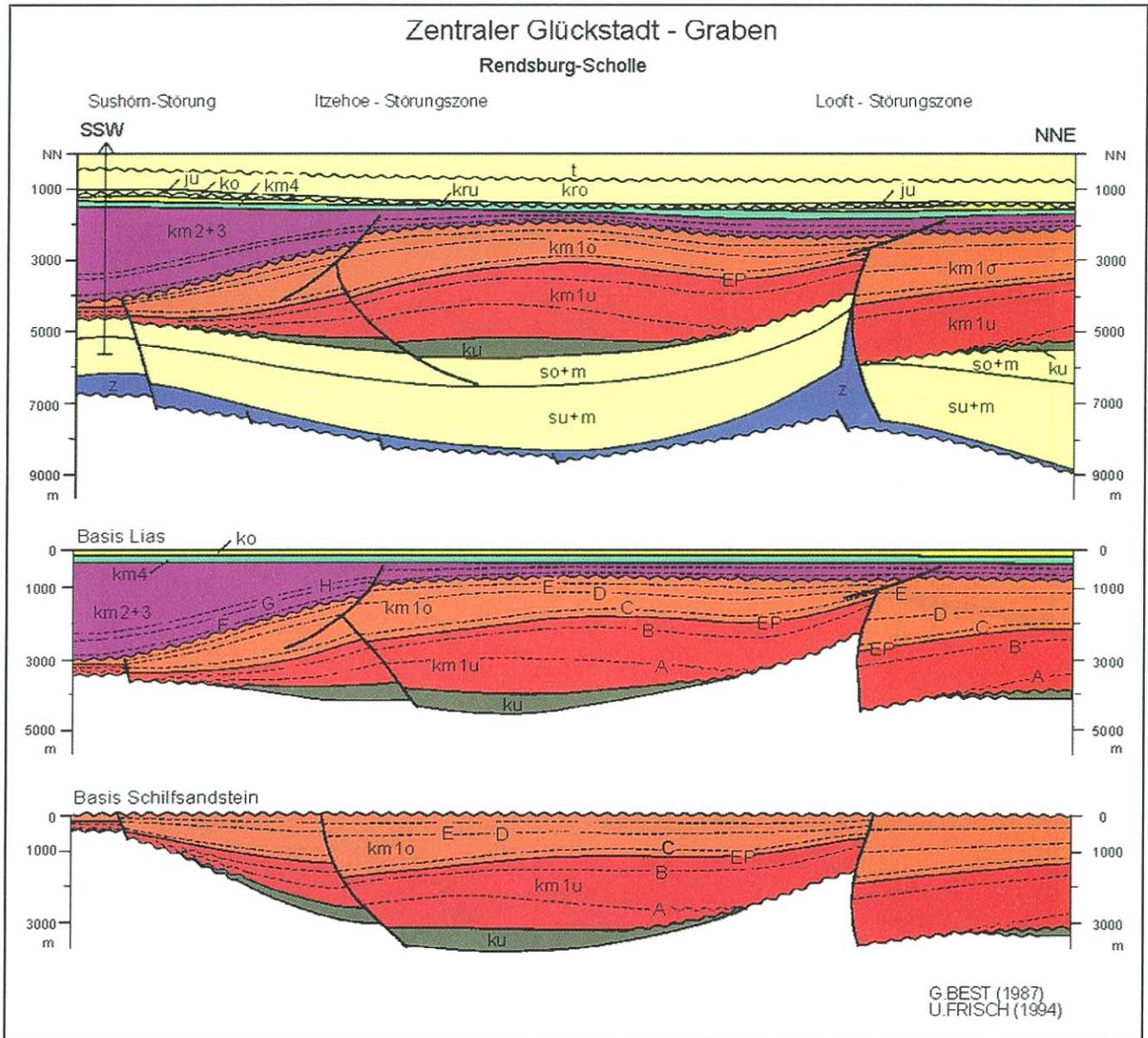


Abb. 6

NNE-SSW-Längsschnitt durch den südlichen Teil des zentralen Glückstadt-Grabens; (zur Lage siehe Abb. 2, Legende wie Abb. 4)

Looft-, Itzehoe- und Sushörn-Störung begrenzten im Unteren Gipskeuper den zentralen Senkungsraum des Glückstadt-Grabens gegen S. Im Bereich der Looft- und der Sushörn-Störung griff der Untere Gipskeuper (km1u) diskordant auf Lettenkeuper (ku), Muschelkalk (m) und Röt (so) über. Nach Ablagerung des Schilfsandsteins (km2) bildeten sich über diesen NNE-abschiebenden Störungen SSW-einfallende Abschiebungen aus. Das Depozentrum verlagerte sich im Oberen Gipskeuper (km3) in den Graben-Abschnitt südlich der Itzehoe-Störungszone. Mit Beginn des Steinmergelkeuper (km4) waren die Bewegungen an den Störungszonen zur Ruhe gekommen.

Fortsetzung von S. 22 (Abb. 4)

Signaturen: ku = Lettenkeuper; km1u = Unterer Gipskeuper bis Engelhofer Platte mit Salinaren A und B; EP = Engelhofer Platte; km1o = oberer Teil des Unteren Gipskeuper mit Salinaren C bis E; km2 = Schilfsandstein (bis ca. 30 m über der Diskordanzlinie; Obergrenze nicht ausgehalten); km3 = Oberer Gipskeuper mit Salinaren F bis H; km4 = Steinmergelkeuper; ko = Rhät.

Die Differenzierung des Grabenrandes östlich der Flensburg-Störung setzte im Unteren Gipskeuper (km1o) nach Ablagerung der Engelhofer Platte (EP) ein und verstärkte sich im Verlauf des Oberen Gipskeuper (km3). Die Taphrogenese war zu Beginn des Steinmergelkeuper (km4) beendet.

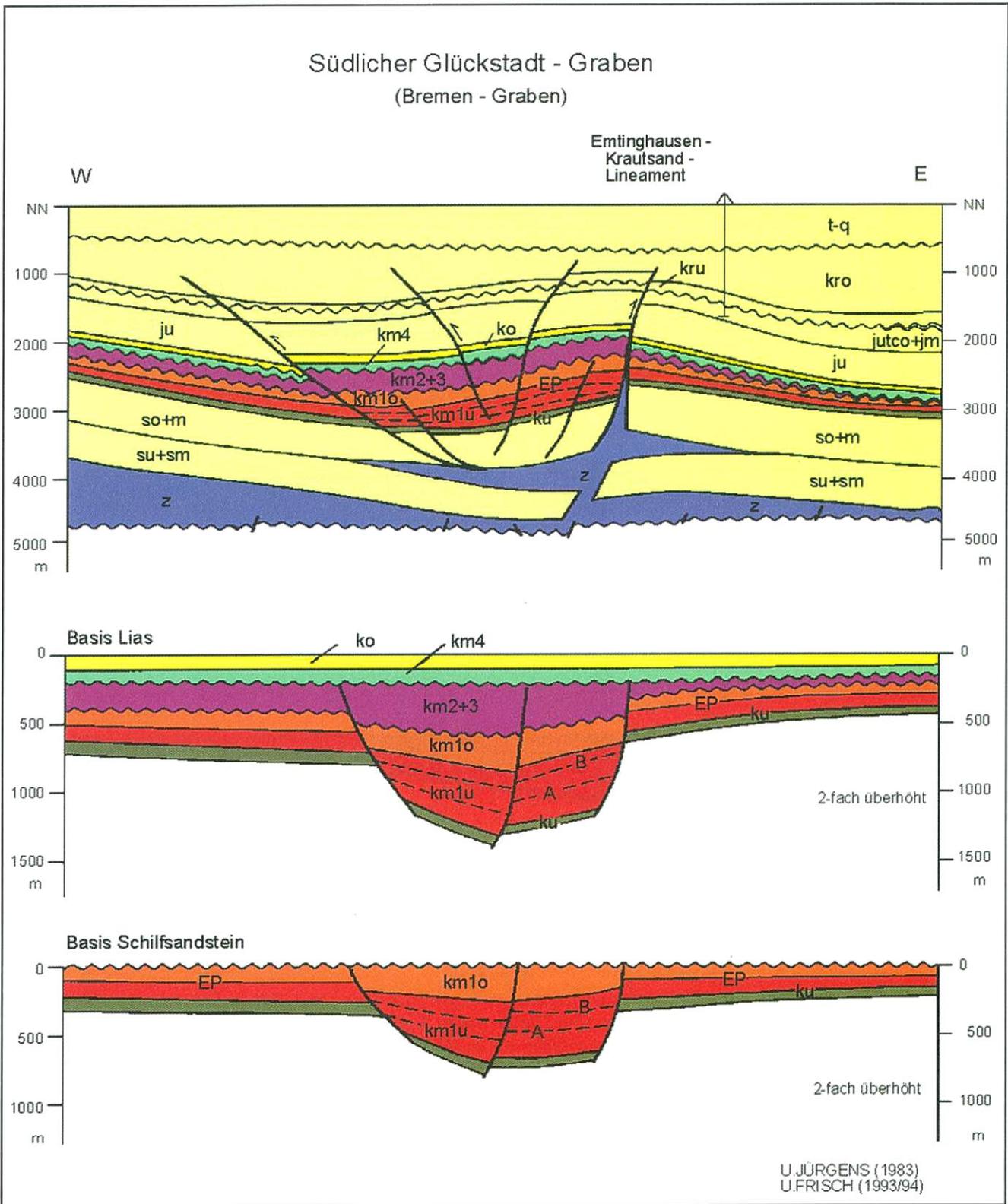


Abb. 7

W-E-Querschnitt durch den südlichsten Teil des Glückstadt-Grabens (Bremen-Graben) (zur Lage siehe Abb. 2, Legende wie Abb. 4)

Am W-Rand des Emtinghausen-Krautsand-Lineaments senkte sich während des gesamten Gipskeuper (km1, km3) ein schmaler, nur leicht asymmetrischer Graben ein. Mit Beginn des Steinmergelkeuper (km4) war die Riftbildung zur Ruhe gekommen. Die kompressive Überarbeitung des Grabens und die aufschiebenden Bewegungen am Emtinghausen-Krautsand-Lineament und seinen Parallel-Störungen erfolgte während des Inversionsaktes im Coniac und Santon.

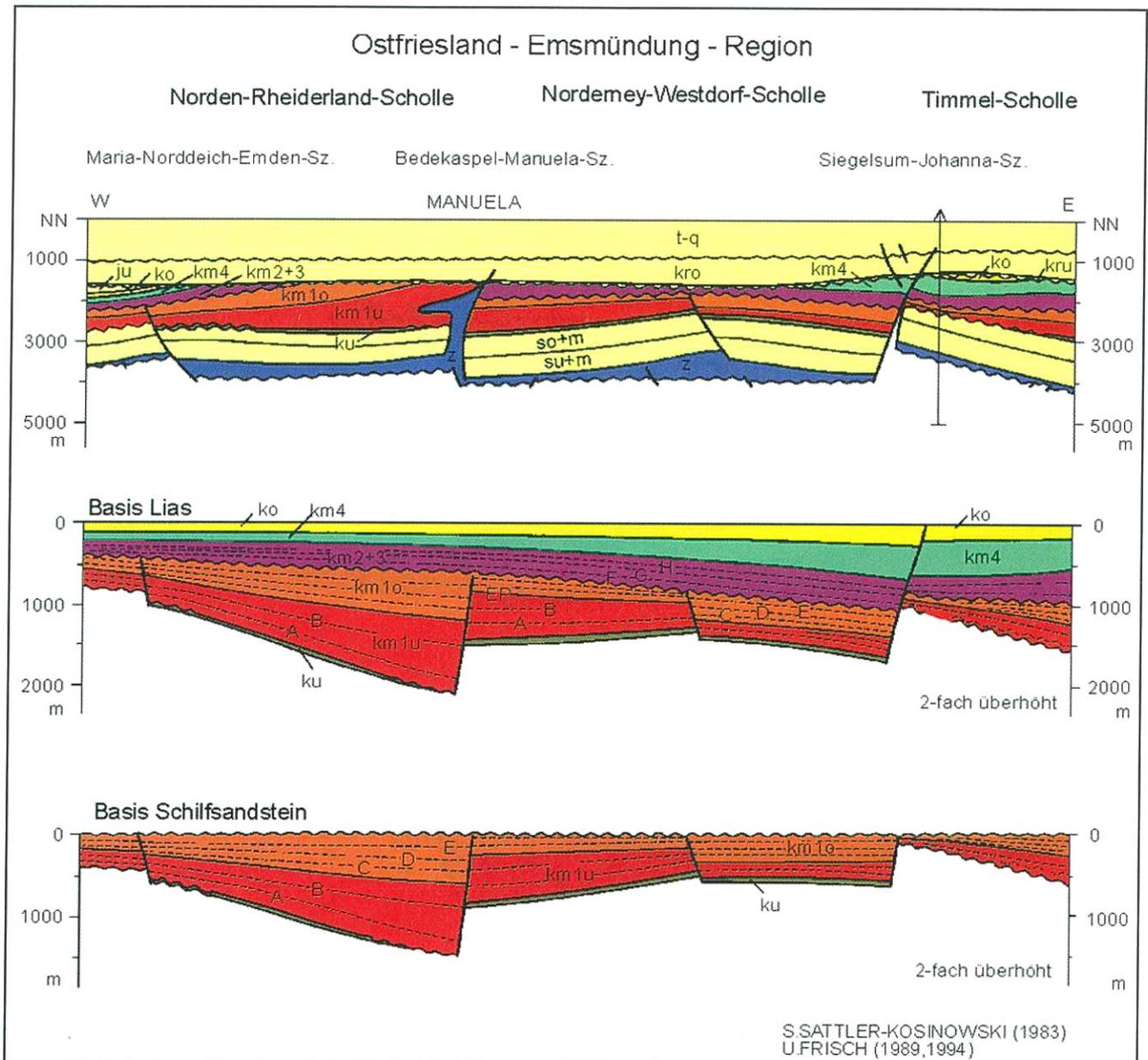


Abb. 8

W-E-Profil im Seegebiet nördlich vor den Ostfriesischen Inseln (zur Lage siehe Abb. 2, Legende wie Abb. 4)

Das ostfriesische Küstengebiet ist in zahlreiche N-S-streichende Sockel-Streifenschollen gegliedert, deren Rändern z. T. Salzstrukturen aufsitzen. Im Untersten Gipskeuper (km1u) entstand ein in sich gestaffelter Graben zwischen Maria-Norddeich-Emden-Störungszone und Siegelsum-Johanna-Sz. Im höheren Unteren Gipskeuper (km1o) bildete dann die Scholle östlich der Bedekaspel-Manuela-Störung einen internen Horst. Vor Ablagerung des Schilfsandstein (km2) kamen die meisten der Sockelstörungen zur Ruhe, nur die Siegelsum-Johanna-Störung blieb bis in das Rhät (ko) westabschiebend aktiv.

In den meisten Fällen waren die taphrogenetischen Bewegungen vor dem Beginn der Steinmergelkeuper-Sedimentation beendet, nur an wenigen Störungen lassen sich Bewegungen noch im Rhät nachweisen. Die lateralen Mächtigkeitsveränderungen von Steinmergelkeuper und Rhät sind relativ gering und oft durch posthume halokinetische Salzbewegungen in Salzkissen oder Diapiren gesteuert. Damit nimmt für die Riftingphase in der oberen Trias der Steinmergelkeuper eine ähnliche Funktion ein wie die Solling-Folge für die tief-triassischen Rifting-Bewegungen: beide Formationen überdecken die vordem

aktiven Störungssysteme, sie sind als „post-Rift“- oder „internal sag“-Sedimente anzusehen. Der Lettenkeuper dagegen ist ein „prä-Rift“-Sediment.

Die wichtigsten Rift-Sedimente sind die Salinare im Unteren Gipskeuper (A-E) und im Oberen Gipskeuper (F-H). Vor allem letztere können in den Graben-Depozentren sehr große Mächtigkeiten erreichen. Dabei sind sie sehr horizontbeständig und ihre Ablagerungsräume zeigen keine örtliche Abhängigkeiten von Diapiren prä-triassischer Salze (BEUTLER 1995).

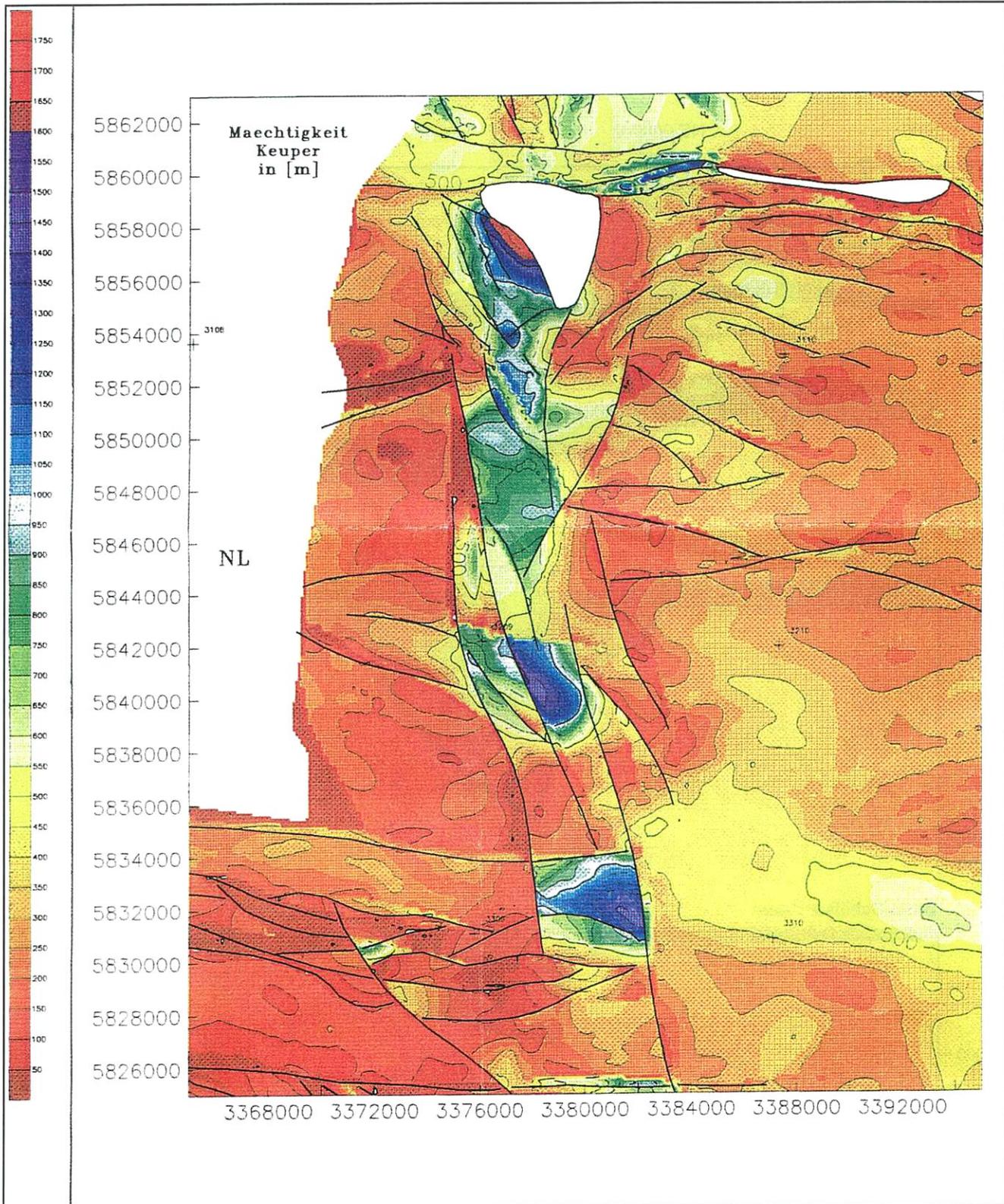


Abb. 9

Mächtigkeiten des Gesamtkeuper im Emsland (digital erstellte Mächtigkeitkarte, BINOT 1995)

Über dem NNW-streichenden Ems-Lineament entwickelte sich im Keuper ein von Meppen im S über Oberlanger Tenge nach NNW verfolgbarer, in sich differenzierter schmaler Graben, der Ems-Graben.

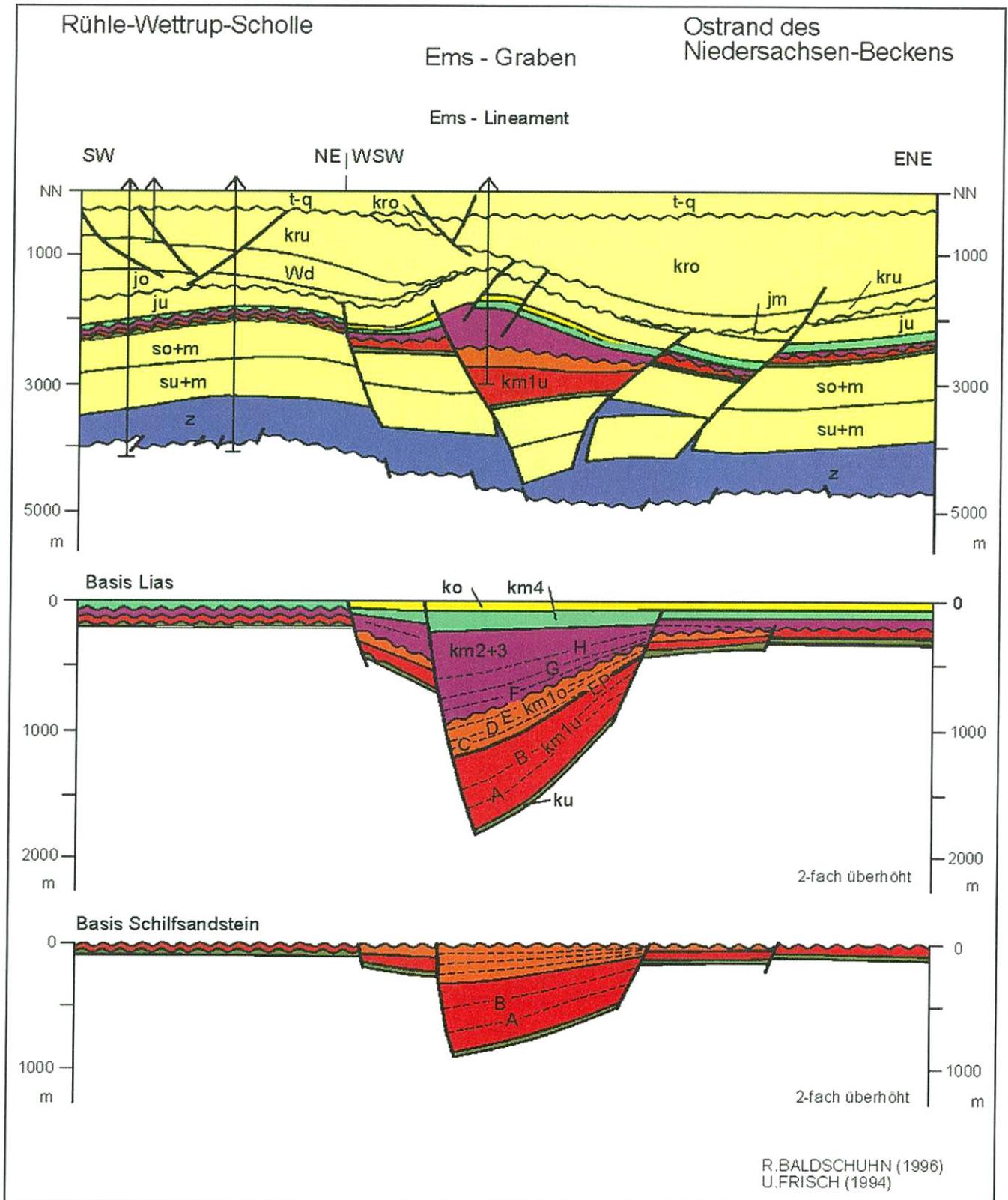


Abb. 10

SW-NE-Schnitt durch den mittleren Ems-Graben (zur Lage siehe Abb. 2, Legende wie Abb. 4)
 Die Einsenkung des asymmetrischen Ems-Grabens begann im Unteren Gipskeuper (km1u+o) und kam erst nach Ablagerung des Rhät (ko) zum Stillstand. Die heutige Herauswölbung der Grabenfüllung ist eine Folge der oberkretazischen Inversion.

Wirtschaftliche Bedeutung

Die Untersuchung altkimmerischer tektonischer Vorgänge und ihrer Auswirkung auf die Sedimentation des Keuper hat nicht nur akademische Bedeutung. Vielmehr sind sie ein Beispiel für anwendungsorientierte Forschung im Vorfeld wirtschaftlicher Nutzung der Geosphäre:

- Die Haupt-Gasgenese aus den oberkarbonen Kohleflözen im Zuge der Nachinkohlung erfolgte im Norddeutschen Becken während der Versenkung dieser Muttergesteine im Keuper. Es ist daher von Bedeutung, sich ein quantitatives und regionales Bild der keuperzeitlichen Subsidenz zu machen, um entsprechende verlässliche Modellvorstellungen zur Versenkungs- und Reifungsgeschichte zu entwickeln.
- Durch die Einschaltung mächtiger Keupersalinare wird die allgemein als konstant betrachtete Schallgeschwindigkeit im Keuper verändert. Feinkorrekturen an den verwendeten seismischen Geschwindigkeitsmodellen werden durch die Kenntnis der regionalen Verbreitung der Keupersalinare möglich.
- Keupersalze sind ideale Wirtsgesteine für Kavernen-speicher und untertägige Kavernen-Deponien, da in ihnen keine Kaliflöze und nur wenige kompakte Anhydrit-Lager auftreten. Besonders das „H“-Salinar im höheren Teil des Oberen Gipskeuper zeichnet sich lokal durch große Mächtigkeiten und Reinheit aus. Bevorzugt im Unterelberaum sind mächtige „H“-Salinar-Vorkommen ausgewiesen worden, die sich zur Nutzung als Kavernen-Wirtsgesteine anbieten. Die altkimmerischen Bewegungen steuerten die Sedimentationsvorgänge dieser Salzlager.
- Die Sandsteine des Rhät, insbesondere die des Mittel-Rhät, sind in Ostniedersachsen, dem östlichen Schleswig-Holstein und in Mecklenburg-Vorpommern wichtige Aquifere zur Gewinnung geothermischer Energie.
- Die Mächtigkeitsverteilung und Faziesentwicklung dieser Sande wird außer von den deltaisichen Sedimentationsprozessen von den posthumeren Bewegungen im hohen Keuper gesteuert.

Die hier vorgestellten Untersuchungen der altkimmerischen tektonischen Prozesse liefern somit belastbare Daten zur Lösung sehr praktischer Fragen und gliedern sich damit harmonisch in das Aufgabenprofil der staatlichen Geologischen Dienste ein.

Zusammenfassung

Anhand verschiedener geologischer Schnitte durch den Glückstadt-Graben, den Ems-Graben und Ostfriesland wird das räumliche und zeitliche Bewegungsmuster der Sockelschollen während der altkimmerischen Rifting-Phase im Keuper und die Auswirkungen dieser Bewegungen auf die Sedimentation aufgezeigt. Auf die Bedeutung dieser Untersuchungen für die Lösung praktischer Fragen (seismische Geschwindigkeitsmodelle, Kavernenstandorte, Geothermie) wird hingewiesen.

Summary

Geological cross-sections through the Glückstadt and Ems rift and East Friesland demonstrate the spatial pattern and

the timing of fault movements during the Early Kimmerian rifting phase in Mid-Keuper times and their effects on sedimentation. The impact of these investigations on the solution of practical problems (seismic velocities, selection of underground waste disposal and storage sites, development of geothermal energy) is pointed out.

Literatur

- BALDSCHUHN, R. (1996): Geotektonischer Atlas von NW-Deutschland 1 : 100 000, Blatt C 3506, Nordhorn. - Unveröff. Bericht BGR, Archiv-Nr. **104823**, 1 123, 16 Abb., 42 Anl.; Hannover
- BEST, G. (1986): Geotektonischer Atlas von NW-Deutschland 1 : 100 000, Bl. C 1122+1522, Glücksburg und Schleswig. - Unveröff. Bericht BGR, Archiv-Nr. **100028**: 44 S., 15 Abb., 21 Anl.; Hannover
- (1987): Geotektonischer Atlas von NW-Deutschland 1 : 100 000, Bl. C 1922, Rendsburg. - Unveröff. Bericht BGR, Archiv-Nr. **101666**: 1–27, 8 Abb., 18 Anl., Hannover
- (1996): Fließtektonik in Norddeutschland. - Erste Ergebnisse der reflexionsseismischen Untersuchungen an der Salzstruktur „Oberes Allertal“. - Z. dtsh. geol. Ges., **147**, 4: 455–464, 4 Abb., Stuttgart
- BEUTLER, G. (1995): Quantifizierung der altkimmerischen Bewegungen in Nordwestdeutschland, Teil I: Stratigraphie des Keupers, Bd. 1 u. 2. - Unveröff. Bericht BGR, Archiv-Nr. **113087**: 1–147, 35 Abb., 13 Tab., 5 Anl., Hannover
- BINOT, F. (1996): Digitale Tiefen- und Mächtigkeitskarten des Keupers in Nordwestdeutschland. - Unveröff. Bericht NLFb, Archiv-Nr. **114242**: 1–36, 6 Abb., 3 Tab., 25 Anl., Hannover
- FRISCH, U. (1989): Geotektonischer Atlas der Deutschen Nordsee 1 : 100 000, Blatt C 2306, Norderney. - Unveröff. Bericht BGR, Archiv-Nr. **102665**: 1–85, 16 Abb., 2 Tab., 30 Anl., Hannover
- JARITZ, W. (1973): Zur Entstehung der Salzstrukturen Nordwestdeutschlands. - Geol. Jb., **A 10**: 1–77, 3 Abb., 1 Tab., 2 Taf., Hannover
- JÜRGENS, U. (1983): Geotektonischer Atlas von NW-Deutschland 1 : 100 000, Bl. C3118, Bremen. - Unveröff. Bericht BGR, Archiv-Nr. **95717**: 1–77, 10 Abb., 51 Anl., Hannover
- KOCKEL, F. (ed.) (1996): Geotektonischer Atlas von NW-Deutschland 1 : 300 000, Teil 17,1, Schnitt Nr. 7 - Hannover (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe)
- RÖHLING, H.-G. (1991 a): A lithostratigraphic subdivision of the Early Triassic in the Northwest German Lowlands and the German Sector of the North Sea, based on Gamma Ray and Sonic Log. - Geol. Jb., **A 119**: 3–23, 1 Abb., 12 Anl., Hannover
- (1991 b): Lithostratigraphie und Paläogeographie des Unteren und Mittleren Buntsandsteins im Nordwestdeutschen Becken - eine Analyse der Schichtenfolge mit Hilfe geophysikalischer Bohrlochmessungen (Gamma-Ray und Sonic Log). - Unveröff. Diss. Univ. Heidelberg: 13–36, 106 Abb., 14 Tab., 38 Anl., Heidelberg
- SÄTTLER-KOSINOWSKI, S. (1983): Geotektonischer Atlas von NW-Deutschland 1 : 100 000, Bl. C2310, Esens. - Unveröff. Bericht BGR, Archiv-Nr. **95718**: 1–20, 24 Anl., Hannover

Anschrift der Autoren:

Ursula Frisch, Dr. Franz Kockel
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
Stilleweg 2
30655 Hannover

LANDESAMT

Tätigkeitsbericht des Landesamtes für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg für 1993 bis 1996 vorgelegt

VOLKER MANHENKE & WERNER STACKEBRANDT

Der Tätigkeitsbericht mit einem Umfang von rd. 100 Seiten führt die wichtigsten Aktivitäten dieses Zeitraumes auf. Nach einem Vorwort des Ministers für Wirtschaft, Mittelstand und Technologie des Landes Brandenburg, Herrn Dr. Burkhard Dreher, und der Aufgabenbeschreibung – noch durch den verstorbenen ersten Direktor des LGRB, Herrn Dr. Günther Schwab –, wird über die wichtigsten Aufgaben und Ergebnisse der Jahre 1993 bis 1996 informiert.

Während des Berichtszeitraumes konnte der Ausbau der Labore für geochemische, sedimentologische und ingenieurgeologische Analysen i. w. abgeschlossen werden. Mit der Arbeitsaufnahme des Dezernates Bodengeologie werden neben den angewandtgeologischen Untersuchungsschwerpunkten nunmehr bodenkundliche, oberflächengeologische und tiefengeologische Kartierungen durchgeführt.

Innerhalb der Wahrnehmung der öffentlichen Interessen auf dem Gebiet der Geologie als Teil der Daseinsvorsorge, insbesondere die Rohstoffvorsorge und -sicherung, die Altbergausicherung, der Grundwasserschutz und die Geopsicherung, erarbeitete das LGRB jährlich

- ca. 1 200 Gutachten und Stellungnahmen im Rahmen von Raumordnungs- und Landesplanungsverfahren sowie für Flächennutzungs- und Bebauungspläne, Umweltverträglichkeits- und Altlastenstandortbewertungen,
- 200–250 Stellungnahmen zu bergrechtlichen Erlaubnissen, Bewilligungen und Zulassungen für die oberflächennahen Rohstoffe Kies, Sand und Ton
- 20–25 Stellungnahmen zu Problemen, die mit dem Braunkohlenbergbau und seinen Folgen verbunden sind
- 20–30 Stellungnahmen zu tiefliegenden Bodenschätzen, wie Thermalsole, Geothermie und Untergrundspeicher

Das Landesamt arbeitete in den Trinkwasserschutzgebietskommissionen der Kreise an jährlich ca. 1 500–1 700 Vorgängen des Grundwasserschutzes einschließlich von Wirtschaftsansiedlungen in diesen Gebieten mit.

Im Zeitraum 1993–1996 wurden mehr als 600 Beratungen zur Aufsuchung, Gewinnung und Nutzung von Rohstoffen und ebenfalls ca. 600 Beratungen zur umweltverträglichen Wirtschaftsansiedlung für Investoren, Bürger und Behörden durchgeführt. Es wurden 265 Objekte des Altbergaus ohne Rechtsnachfolger erfaßt und Sicherungsmaßnahmen für 74 Objekte konzipiert und betreut. Hierfür konnte

nachgewiesen werden, daß bestimmte Braunkohlenfilteraschen als Streckenversatzmaterial im Altbergbau geeignet sind. Als Sanierungsträger wurden 4 Braunkohlengelände in der Lausitz bearbeitet.

Mit der vom LGRB geleiteten interministeriellen AG Thermalwassernutzung in Brandenburg wurde der Aufschluß von mehreren Thermalwasserstandorten gefördert.

Mit der Grundwasserleiterkomplexgliederung und dem hydrogeochemischen Genesemodell wurden wichtige wasserwirtschaftliche Bearbeitungsgrundlagen geschaffen.

Die Ergebnisse der Arbeit des Landesamtes werden in zahlreichen regionalgeologischen und angewandten Karten unterschiedlicher Maßstäbe dargestellt. Es wurden erarbeitet und z. T. herausgegeben:

- Geologische Karte von Brandenburg 1 : 200 000
- Karte der quartären Bildungen – Blatt 35 – Bad Freienwalde. - Kleinmachnow 1993
- Karte oberflächennaher Rohstoffe des Landes Brandenburg 1 : 300 000. - LGRB und OLB, 1. Auflage, Kleinmachnow und Senftenberg 1994
- Karte der tiefliegenden Bodenschätze des Landes Brandenburg 1 : 300 000 mit Erläuterungen. - Behördenausgabe, Kleinmachnow 1994
- Geologische Übersichtskarte von Berlin und Umgebung 1 : 100 000. - LGRB in Zusammenarbeit mit der Landesgeologie Berlin, Kleinmachnow 1995
- Umweltgeologische Übersichtskarte des Landes Brandenburg 1 : 300 000 - Rückhaltevermögen der Grundwasserüberdeckung UGK 300-1. - LGRB, Kleinmachnow 1995
- Karte der ungenutzten und teilgenutzten oberflächennahen Grundwasserlagerstätten des Landes Brandenburg 1 : 300 000. - Behördenausgabe, Kleinmachnow 1995
- zahlreiche geologische Konzeptkarten im AV-Blattschnitt 1 : 50 000 für den zentralen Bereich Brandenburgs
- 85 Karten oberflächennaher Rohstoffe 1 : 50 000 (Herausgabe 1997)

Neben diesen Standardaufgaben wurden wichtige Ergebnisse in z. T. noch laufenden Projekten erzielt. Hierzu rechnen u. a.:

- die ingenieurgeologische Betreuung des brandenburgischen Anteils der Schnellbahntrasse Berlin-Hannover,
- die Untersuchung der Grundwassergüteentwicklung in den Braunkohlenbergbaugebieten der neuen Länder,
- Erfassung der geogenen Hintergrundbelastung von quartären Lithotypen im Einzugsgebiet von Havel, Spree und Schwarzer Elster und begleitende bodengeologische Kartierungen zum Ausbau der Bundeswasserstraßen in Brandenburg.

Über eine Reihe von Aktivitäten des LGRB wurde in den früheren Heften der Brandenburgischen Geowissenschaftlichen Beiträge ausführlich berichtet.

Der Tätigkeitsbericht kann im LGRB in Kleinmachnow eingesehen werden.

Brandenburgische Geowiss. Beitr.	Kleinmachnow	4 (1997), 1	S. 31 – 48	21 Abb., 41 Lit.
----------------------------------	--------------	-------------	------------	------------------

Glazialdynamik und Moränengenesse – aktuogeologische Beobachtungen in Spitzbergen (Svalbard)

WERNER STACKEBRANDT, FRIEDHELM THIEDIG, HANS ULRICH THIEKE & NORBERT HERMSDORF

1. Vorbemerkungen

Im Rahmen einer vierwöchigen Studienreise im August 1996 nach Svalbard wurden aktuogeologische landschaftsgestaltende Prozesse im rezent vergletscherten Spitzbergen beobachtet, über die im Folgenden berichtet wird. Zielstellung der Studienreise war es, an Hand dieser Prozesse ein besseres Verständnis der Genese des kompliziert gebauten Quartärs in Brandenburg zu erreichen. Hierfür sollte auch der Vorteil genutzt werden, daß die glaziären und periglaziären landschaftsgenetischen Prozesse in Svalbard seit einigen Jahrzehnten Gegenstand internationaler Forschungsprojekte sind und von einigen Regionen modellartige Interpretationen vorliegen. Wegen der komplizierten Lagerungsverhältnisse pleistozäner Schichtenfolgen in Brandenburg spielten als aktuogeologische Vergleichsobjekte Beobachtungen zur Fließdynamik des Eises – speziell in den unteren Bereichen der Talgletscher – sowie der Moränengenesse und des Stauchungsvorganges an der Stirn der Gletscher eine besondere Rolle. Weiterhin von Interesse waren die vielfältigen periglaziären Überprägungen der glazigenen und glazifluviatilen Sedimente. Während der Studienreise konnten u. a. auch Gletscher besucht werden, an denen GRIPP (1929) seine Beobachtungen zur Genese von Stauchmoränen ableitete. Aufgrund seines aussagekräftigen und reich bebilderten historischen Expeditionsberichtes ergeben sich aus dem Vergleich des damaligen und heutigen Zustandes interessante Aussagen zur Landschaftsentwicklung dieses Gebietes im Zeitraum der letzten rund 70 Jahre.

Ausgangspunkte für die Geländearbeiten bildeten die Orte Ny Ålesund im Kongsfjord¹⁾ und Longyearbyen im Isfjord. Camps wurden in der Engelskbukta (südlich von Ny Ålesund) und am Penckbreen an der Südflanke des Van-Keulenfjords eingerichtet. Abb. 1 zeigt auf einer schematisierten geologischen Karte die von uns besuchten Regionen. Hinweise zur geologischen Entwicklung der Region werden im folgenden Kapitel gegeben.

¹⁾ Für die Möglichkeit zur Durchführung der aktuogeologischen Untersuchungen danken wir allen Förderern und Unterstützern unseres Vorhabens; auch an dieser Stelle sei dem Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung für die freundliche Aufnahme in der Koldewey-Station herzlich gedankt.

Um den in Brandenburg tätigen Geologen Möglichkeiten der Nutzung der aktuogeologischen Beobachtungen zu erschließen, konzentrieren wir uns in diesem Beitrag auf eine illustrierte Darlegung der Befunde mit kurzgefaßter Erläuterung und auf vergleichende Hinweise auf brandenburgische Sachverhalte.

1.1. Erforschungsgeschichte Svalbards

Svalbard ist ein alter Wikingername für die Inselwelt der europäischen Arktis, der übersetzt „kalte Küste“ bedeutet. Die größte dieser Inseln trägt heute den Namen „Spitzbergen“, den der holländische Seefahrer WILLEM BARENTS 1596 diesem Archipel bei der Wiederentdeckung vor genau 400 Jahren gegeben hat. Mit einer Fläche von ca. 63 000 km² ist das Land etwa so groß wie die Bundesländer Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern zusammen. In den beiden Sommermonaten Juli und August werden unter der Sonne des fast 5 Monate andauernden Polartages etwa 40 % des Landes schnee- und eisfrei.

Seit der Unterzeichnung des Spitzbergenvertrages von 1920 steht Svalbard unter norwegischer Souveränität, erlaubt aber den Unterzeichnerstaaten freien Zugang. Waren es im 17. und 18. Jahrhundert vor allem Walfänger, die sich an diese „kalte Küste“ wagten, darunter auch der Hamburger Schiffsbarbier F. MARTENS 1671, der einen sehr fesselnden Bericht über eine dieser Reisen abgegeben hat (MARTENS 1675), so folgten im 19. Jahrhundert Forscher, wie der Deutsche K. KOLDEWEY (1837–1908), der seine erste Nordpolar-Expedition 1868 durchführte und dabei auch Spitzbergen betrat (KOLDEWEY 1871). Die im Sommer 1910 mit einem kaiserlichen Schiff durchgeführte Studienreise der Deutschen Arktischen Zepplin-Expedition, an der so bedeutende Forscher wie ERICH VON DRYGALSKI (1865–1949), H. HERGESELL (1859–1938) und A. MIETHE (1862–1927) teilnahmen (MIETHE & HERGESELL 1911), diente der wissenschaftlichen und technischen Vorbereitung von Entdeckungs- und Forschungsflügen von Zepplin-Luftschiffen in das Nordpolargebiet. Ein Jahr später querten die Polarforscher W. FILCHNER (1877–1957) und H. SEELHEIM Spitzbergen.

Der Meteorologe H. Hergesell, der seit 1906 meteorologische Beobachtungen in Spitzbergen angestellt und 1910 die ersten aerologischen Aufstiege mittels Drachen und

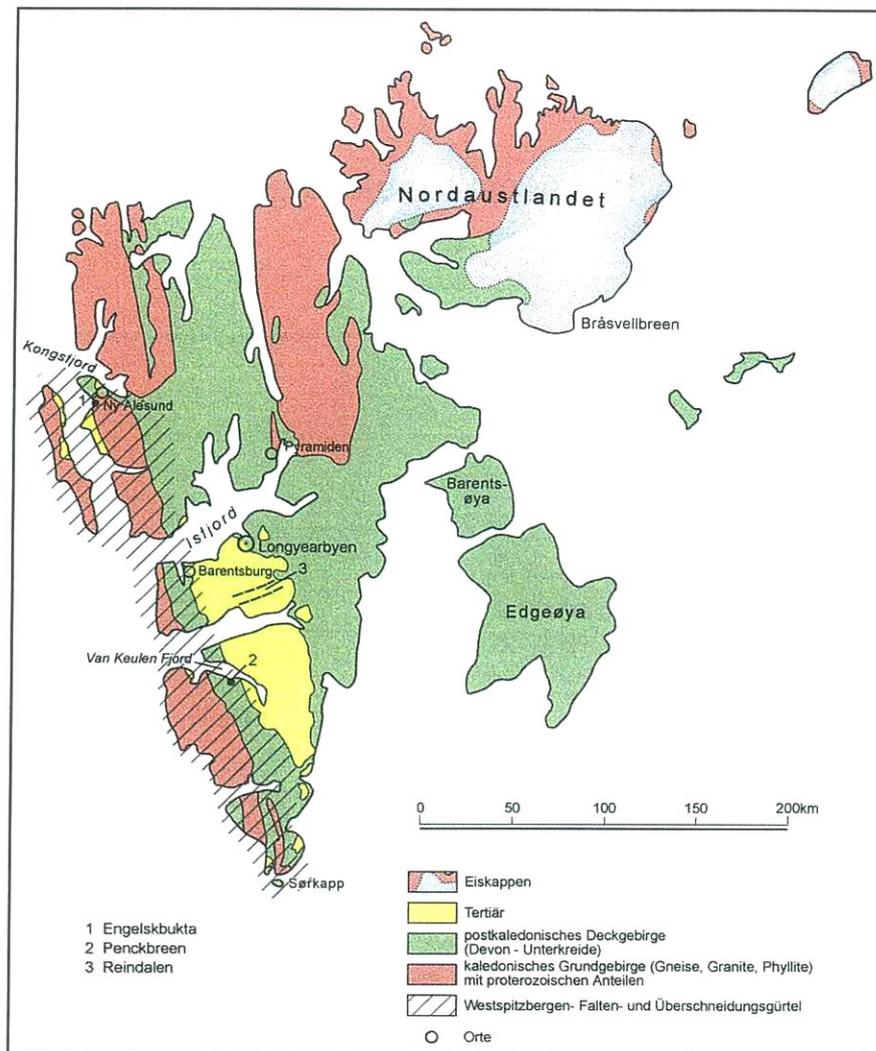


Abb. 1 Geologische Übersichtskarte von Svalbard

Ballons ausgeführt hatte, gründete die „Deutsche Geophysikalische Station“ im Adventsfjord, die 1911/12 mit der Überwinterung von G. REMPP und A. WAGNER ihre Tätigkeit aufnahm. Ein Jahr später wurde die Station zum Ebeltothafen am Krossfjord verlegt (DEGE 1962). An dieser Station war 1912 auch KURT WEGENER (1878–1964) tätig. Von hervorragender Bedeutung waren dessen meteorologischen Messungen und Beobachtungen von Nordlichtern, die simultan mit gleichartigen Beobachtungen seines Bruders ALFRED WEGENER (1880–1930) an der Überwinterungsstation „Borg“ in NE-Grönland ausgeführt wurden (K. WEGENER 1916; K. WEGENER & ROBITZSCH 1916 a, b, c.; KOCH & A. WEGENER 1929)²⁾. Nach dem ersten Weltkrieg machte der Hamburger, später Kieler Professor der Geologie, K. GRIPP 1925 und 1927 auf zwei Expeditionen in Spitzbergen aktuogeologische Beobachtungen an Gletschern und ihren Sedimenten, um sie mit dem glazigen Formenschatz in Norddeutschland zu vergleichen.

²⁾ Die Ausführungen zur frühen Forschungsgeschichte folgen freundlichen mündlichen Hinweisen von Dipl.-Geol. U. Wutzke, Berlin.

Im letzten Weltkrieg hat die Deutsche Marine die Bergbausiedlungen, insbesondere die Hauptstadt Longyearbyen in Brand geschossen. Bis zum Sommer 1945 wurden dort militärisch ausgerichtete deutsche Wetterbeobachtungen durchgeführt.

Der Würzburger Geograph J. BÜDEL hat in den Jahren 1959 bis 1967 vermutlich als erster deutscher Wissenschaftler nach dem zweiten Weltkrieg die aktuogeologischen und geomorphologischen Forschungen auf den Inseln Edgeøya und Barentsøya erneut aufgenommen.

Das Nationalkomitee für Geodäsie und Geophysik der DDR in Berlin hat 1962 die schon 1938 begonnenen geodätischen und geophysikalischen Untersuchungen unter der Leitung von W. PILLEWIZER fortgesetzt. Im Internationalen Geophysikalischen Jahr 1964/1965 wurden diese Arbeiten mit einer größeren Forschergruppe der Akademie der Wissenschaften in Potsdam im Gebiet des Kongsfjords weitergeführt.

Von der Universität Hamburg hat U. LEHMANN von 1968 bis 1975 drei Expeditionen nach Spitzbergen unternommen, die das Ziel hatten, plattentektonische Auswirkungen

bei der Öffnung des Nordatlantiks in den Tertiärsedimenten paläontologisch zu belegen. In den Jahren 1983 bis 1996 wurden vor allem von den Universitäten Hamburg und später Münster zahlreiche geologische Expeditionen nach Westspitzbergen von F. THIEDIG durchgeführt.

Eine große geowissenschaftliche Expedition unter der Leitung des Stuttgarter Geographen W. BLÜMEL mit über 50 Wissenschaftlern fand in den Jahren 1990 bis 1992 statt (SPE 90). Von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Hannover wurden 1992 und 1994 zwei große internationale geologische Expeditionen nach Westspitzbergen und Nordgrönland unter der Leitung von F. TESSENHORN veranstaltet (CASE 1 + 2), um Fragen der Entstehung des alpidischen Falteingürtels an der Westküste Spitzbergens zu klären.

1.2. Einführung in die Erdgeschichte Svalbards

Erdgeschichtlich lag Svalbard bis zum Eozän vor etwa 50 Millionen Jahren nördlich von Grönland. Es ist erst danach in die heutige Position gelangt. Im Grundgebirge, das in der kaledonischen Tektogenese entstand, sind Anteile älterer proterozoischer Kerne nachgewiesen. Während die älteren Bestandteile überwiegend aus Gneisen, Glimmerschiefern und deformierten Graniten bestehen, haben teilweise jungproterozoische und altpaläozoische Sedimente geringere Deformationen und geringere Metamorphose-Umwandlungen erlitten. Teilweise liegen sie als Phyllite und schwach metamorphe Schiefer vor. Die kaledonische Tektogenese hat stellenweise hochmetamorphe Glaukophanschiefer und Eklogite erzeugt, die während des Silurs in einer Subduktionszone geprägt und durch Obduktionsvorgänge wieder an die Oberfläche gebracht wurden.

Postkaledonische, undeformierte Granite haben ein Ober-silur-Alter. In dieser Zeit bildete sich aus dem kaledonischen Gebirge der Old-Red-Kontinent mit seinen vorwiegend roten klastischen Sedimenten. Große, teilweise syndimentäre Grabensysteme des Devons nahmen den Schutt des aufsteigenden und gleichzeitig der Abtragung zum Opfer fallenden kaledonischen Gebirges auf. Die Mächtigkeiten dieser roten Klastite übersteigen 8 km. Marine Einschaltungen mit Brachiopoden und Panzerfischen zeigen die distale Lage am Nordrand des Old-Red-Kontinentes an. Svalbard mitsamt Grönland lagen damals noch in Äquatornähe.

Im kohleführenden Unter- bis Mittelkarbon setzte erneut eine marine Transgression ein, die mit kurzer Unterbrechung an der Oberperm-Untertrias-Grenze bis in die Unterkreide andauerte. Die variszische „Svalbard-Phase“ erzeugte im Unterkarbon Schieferung und Faltung in den Devon-schichten und vereinzelt Überschiebungen im kaledonischen Grundgebirge.

Die roten Klastite und silikatreichen Karbonate des Jungpaläozoikums mit Fusulinen und Conodonten, die von dunkelgrauen, tonreichen Sedimenten des Mesozoikums abgelöst werden, legen Zeugnis ab von der Nordbewegung der Grönland-Spitzbergen-Platte in ein gemäßigteres Klima.

An der Jura-Kreide-Grenze machte sich die langsam einsetzende Plattentektonik mit der Öffnung des Nordatlantiks durch basaltische Spaltenintrusionen bemerkbar. Die Oberkreide fehlt im Gegensatz zu Nordgrönland in Spitzbergen völlig, dieses könnte durch Plattenbewegungen (Hebungen) im Zusammenhang mit der Öffnung des Nordatlantiks erklärt werden. Im Paläogen und möglicherweise bis ins Neogen hinein werden mehrere Kilometer mächtige klastische, kalkarme und teilweise marin beeinflusste Sedimente insbesondere in das Zentralbecken Spitzbergens geschüttet (vgl. Abb. 1).

Vermutlich im Eozän, vor der Abtrennung Svalbards von Nordgrönland, erlitt besonders der Westen Spitzbergens eine stärkere Einengung, die zu einem großangelegten Falten- und Überschiebungsbau führte. Diese Kompressionsphase könnte durch eine Rotation Grönlands entgegengesetzt dem Uhrzeigersinn verursacht sein. Neben einer miozänen Ausbildung von Plateaubasalten in Nordwest-Spitzbergen traten im Quartär basische Vulkanite mit ungewöhnlich hohem Gehalt an ultrabasischen Mantelxenolithen auf.

Im Quartär war Svalbard mehrfach vereist. Heute weist nur noch die zweitgrößte Insel Nordaustlandet eine größere Inlandeiskappe auf. Postglazial hob sich Svalbard unterschiedlich. Jüngere Terrassen liegen bis zu 50 m über dem heutigen Meeresspiegel.

2. Gletscherdynamik und Stauchmoränenengese

2.1. Surgende Gletscher als Motor für die Stauchmoränenengese

Das Bewegungsverhalten der Gletscher weist starke Intensitätsunterschiede auf. Es wird nicht nur durch die Morphologie des Untergrundes (Gefälle und Rauigkeit) und durch klimatische Einflüsse (Temperatur und Niederschläge) gesteuert, sondern folgt auch Einflüssen, die sich aus der Internstruktur des Gletschereises und aus seinen mechanischen Eigenschaften ableiten. Dominierendem Einfluß für die Landschaftsprägung im Vorfeld der Talgletscher kommt dem Surgen der Gletscher zu (engl. surge = Woge, Welle, Sturzsee; hier svw. Gletscherausbruch). Hierbei kann sich für einen Zeitraum von wenigen Jahren die Fließgeschwindigkeit des Eises auf max. einhundert Meter pro Tag erhöhen (vgl. Glacier Atlas of Svalbard and Jan Mayen, Oslo 1993) und reduziert sich anschließend wieder auf wenige Meter je Jahr bzw. führt im unteren Bereich der (Tal-) Gletscher zu rückschreitenden Gletscherfronten. Während der kurzzeitigen Gletscherausbrüche wird nicht nur die Massenbilanz zwischen den tieferen und höheren Gletscherabschnitten wesentlich verändert, sondern auf diesen Zeitabschnitt konzentriert sich auch die glazitektonische Deformation der Gesteine bzw. Lockersedimente im Vorfeld der Gletscherstirn (vgl. CROOK 1988: die Anlage von Stauchmoränen und das „Surgen“ der Gletscher Spitzbergens sind auf das engste miteinander verbunden). Solche hochaktiven Phasen eines Gletschers dauern in der Regel ein bis zwei, seltener drei bis zehn Jahre (DOWDESWELL et al. 1991). Während des anschließenden längeren Zeitabschnitts zwischen den

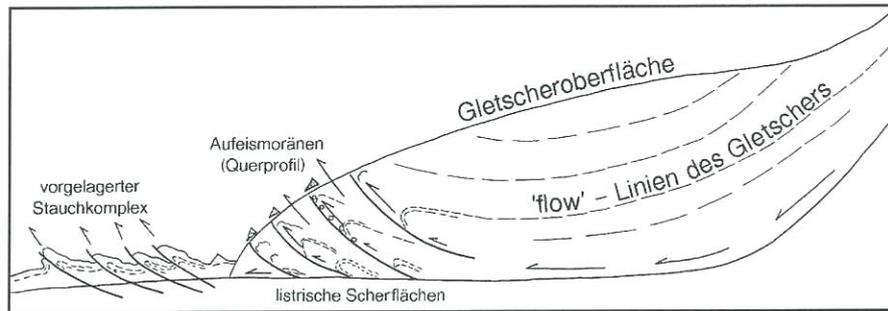


Abb. 2

Idealisierter Längsschnitt durch den unteren Teil eines Talgletschers; deutlich wird die räumliche und genetische Beziehung zwischen den gletscherinternen Bewegungsbahnen, den Aufseismoränen und dem der Gletscherzunge vorgelagerten Stauchkomplex.

Gletscherausbrüchen wird durch Schmelzvorgänge und unzureichenden Eisnachschub die Gletscherstirn wieder zurückverlegt, während in den höheren Talabschnitten das Gletschervolumen wieder aufgefüllt wird. Die Intervalle zwischen den Gletscherausbrüchen schwanken auf Spitzbergen je nach Gletscher zwischen 30 und mehr als 100 Jahren (HAGEN et al. 1993). Die Stauchungen im Vorland der von uns besuchten Talgletscher Spitzbergens sind mit diesen kurzzeitigen und impulsartigen Gletscherausbrüchen verbunden.

Surgende Gletscher sind u. a. auch aus Kanada, Alaska, Grönland und den Anden beschrieben worden. Auf Svalbard, wo über 90 % aller Gletscher dem Surge-Typ angehören, sind allein in diesem Jahrhundert mindestens 79 Surge-Ereignisse registriert worden (HAGEN et al. 1993).

Über längere Zeiträume betrachtet, führt das Surgen zu einem Pulsieren des Gletscheraußenrandes, der durch kurzzeitige Ausbrüche und längerfristige Rückschmelzphasen charakterisiert wird. Ein derartiges intervallartiges An- und Abschwellen der Fließgeschwindigkeit des Eises läßt sich auch auf die Verhältnisse im Außenbereich von Inlandeiskappen übertragen, die sich im Pleistozän mehrfach auch auf norddeutsches Gebiet erstreckten. Als Vergleichsobjekte können hierfür auch die beobachteten Abflußwerte der rezenten Inlandeiskappen, wie die der Antarktis und der von Grönland, herangezogen werden. So treten im Außenbereich der antarktischen Eiskalotte Fließraten von wenigen Metern bis zu mehr als 1 000 m je Jahr (wie im Lambert-Rift, Ostantarktika und den Ausflußgletschern des Victorialandes) auf. Auch in Svalbard ist das Surge-Phänomen nicht auf Talgletscher beschränkt.

Abb. 3

Die flach uhrglasförmig gewölbte Gletscherzunge des Mittleren Lovénbreens (Brögger-Halbinsel) ist typisch für einen Gletscher mit Rückschmelztendenz. Entlang der listrisch gebogenen Scherbahnen, die sich mit leichter Außenkrümmung quer zur Bewegungsrichtung des Gletschers anordnen wird das jeweils schneller fließende auf das vorgelagerte langsamer fließende Eis auf- bzw. überschoben.





Abb. 4

Die meist quer zur Hauptbewegungsrichtung des Eises angeordneten Aufeismoränen bilden sich dort, wo schneller fließendes Eis und dadurch bedingte höhere Ablation zum Austauen des aufgenommenen Materials führen

Beispielsweise stieß der Brasvellbreen, einer der Ausflußgletscher der ca. 8 105 km² großen Eiskappe des Austfonna im östlichen Svalbard, innerhalb von zwei Jahren mit einer 30 km breiten Front ca. 20 km vor (SCHYTT 1969).

Das Fließverhalten der Gletscher unterliegt nicht nur zeitlichen Schwankungen, sondern es ist auch innerhalb eines Gletschers inhomogen. Abb. 2 zeigt einen idealisierten Längsschnitt durch den unteren Bereich eines Talgletschers einschließlich der für das Überschieben des schneller fließenden oberen Teils des Gletschereises erforderli-

chen Scherhorizonte. Abb. 3 zeigt den Oberflächenausbiß dieser schaufelförmig (litrisc) gebogenen Scherbahnen am Lovénbreen, die in allen acht von uns beobachteten Gletschern sehr ähnlich ausgebildet waren. Dort, wo die Bewegungsunterschiede zwischen liegendem Eis und überschiebendem Eis sowie die mitgeführte Schuttfracht und der Betrag der Abschmelzung bzw. der Ablation groß genug sind, ist mit ihnen die Anlage von Aufeismoränen verbunden, die sich mit leichter Krümmung parallel zum Außenrand und quer zur Bewegungsrichtung des Gletschers anordnen und mit der Moränengeneese die höhere

Abb. 5

Der Gletscher nimmt an seiner Basis Material auf, das bis zur Gletscheroberfläche „durchgereicht“ und dort als Aufeismoräne angehäuft wird. Für den Transport kommt den listrisch gebogenen Scherbahnen eine besondere Bedeutung zu.



Ablationsrate des „schnelleren“ Eises belegen (vgl. hierzu Abb. 4). Gleichzeitig zeigt die Krümmung der Aufeismoränen auch die höhere Fließgeschwindigkeit des meist zentralen Gletscherteils im Querprofil. Nach dem vollständigen Rückschmelzen des Eises können diese Moränenwälle mit endmoränenartigen Bildungen verwechselt werden.

Das für die Bildung der Aufeismoränen erforderliche Sediment entstammt zumindest teilweise dem basalen Bereich des Gletschers (siehe hierzu Abb. 5), ist schlecht sortiert und kaum kantengerundet. In den Bereichen mit intensivem oberflächlichem Schmelzwasserabfluß traten umfangreiche Sedimentumlagerungen bzw. -sortierungen dieses Materials auf.

Ideale Einsichten in das Strukturinventar des Gletscherinneren gestatteten die mitunter mehrere km langen Resteisrippen, die durch Seiten- oder Mittelmoränenüberdeckung vor dem Rückschmelzen bewahrt blieben. In den beobachteten unteren Talabschnitten lag die Basis des Gletschers auf Sediment, das in den der Beobachtung zugänglichen Bereichen ungefroren war. Durch das basale Gleiten des Eises werden eine Vielzahl von \pm parallel zur Basisfläche orientierten Scherflächen innerhalb des Eises angelegt, deren Häufigkeit zum Hangenden hin nach wenigen Metern allmählich abnimmt.

Neben diesen basalen Scherflächen ist für die Internstrukturierung des Gletschers im Längsprofil eine in Abständen von mehreren Dekametern, teilweise auch enger, sich wiederholende Ausbildung von listrischen Scherflächen typisch, deren flacher Teil immer talaufwärts gerichtet ist und deren Aufsteilung in Fließrichtung erfolgt. Mit dem Überfahren des jeweils liegenden Eissegments ist die Anlage dieser Scherhorizonte verbunden, die sich bis zur Gletscheroberfläche erstrecken. Abb. 6 zeigt die enge räumliche Anordnung derartiger Bewegungsbahnen.

An morphologisch prädestinierten Stellen nimmt der Gletscher Material vom überfahrenen Untergrund auf, das an den Scherflächen bis zur Gletscheroberfläche „durchgereicht“ und dort aufgrund der Ablation als Aufeismoräne abgelagert wird (s.o.).

Während unseres kurzen Spitzbergen-Aufenthaltes konnten Seiten-, Mittel-, End- und Stauchmoränen besucht werden. Aufschlüsse in Grundmoränen waren dagegen rar. Für das Verständnis der Oberflächengeologie von Brandenburg ist die aktuelle Beobachtungsmöglichkeit sehr junger Stauchmoränen von besonderer Bedeutung. Die Entstehung der Stauchmoränen ist ursächlich mit dem Vorgang des oben beschriebenen Gletscherausbrechens, dem sogenannten Surgen verbunden. Der daraus resultierende gerichtete Druck wirkt sich auf das Vorland mit der Anlage von wulstartigen Stauchwällen aus, die sich parallel zum Außenrand der Gletscherzunge anordnen. Die Bildung der Randwülste schreitet dabei von der Gletscherstirn beginnend nach außen vor; sie erfolgt zwar im räumlichen und zeitlichen Nacheinander, jedoch gehört die Anlage eines Stauchkomplexes zu einem einaktigen Vorgang und ist nicht das Ergebnis des mehrfachen und kurzzeitigen Oszillierens der Gletscherstirn!

Für das Surgen der Gletscher dürfte neben den oben beschriebenen glazialdynamischen Gründen auch der Art der subglazialen Entwässerung der anfallenden Schmelzwässer eine wesentliche Bedeutung zukommen. Mit zunehmender Eismächtigkeit des Gletschers erhöht sich gleichzeitig die basale Scherspannung. Das gestiegene Druckpotential führt zum Schließen der inglazialen und subglazialen Schmelzwasserförderkanäle. Können die anfallenden Schmelzwässer nicht mehr über diese Tunnelssysteme abgeführt werden, weichen sie nach unten aus und bilden einen Wasserfilm an der Gletscherbasis oder werden in das darunterliegende Sediment gepresst. Wird der sich dadurch erhöhende Porenwasserdruck nicht abgebaut, was aufgrund ihrer geringen Permeabilität besonders bei feinkörnigen Sedimenten (Tone, Schluffe) der Fall ist, wird deren Scherfestigkeit herabgesetzt. Der Gletscher verliert damit seine „Bodenhaftung“, der Reibungskontakt Eis/Untergrund wird aufgehoben und das Eis beginnt auf dem Wasserfilm oder dem durch Wasserübersättigung hochviskosen Sediment zu gleiten. Der aufgestaute Druck im Eis einerseits sowie die stark verringerte Reibung an der Gletscherbasis andererseits führen dabei zu einem, die normale Fließgeschwindigkeit überschreitenden, plötzlichen Ausbrechen des Eises.

Sehr anschaulich für das Verständnis der Genese solcher Stauchkomplexe sind die Modellierungen KÖSTERS (1958), der Stauchungen experimentell nachvollzog und sowohl die Phänomene vor als auch unter dem Eis beschrieb. Vor der Stirn des vorstoßenden Gletschermodells bildeten sich bei KÖSTER mehrere Schuppen, wobei die äußere die jeweils jüngere war. Der Aufbau einer Schuppe begann mit der Anlage einer Falte, die bei anhaltender Pressung über eine Faltenüberschiebung schließlich in eine Schuppe übergeht. Diese wird auf einer schaufelförmigen (listrischen) Überschiebungsfläche nach vorn und aufwärts geschoben. Danach erfolgt in gleicher Weise die Anlage der nächsten und folgenden Schuppen. Der Hauptanteil der Verschiebungen verlagert sich fortlaufend auf die jüngste Bewegungsbahn, wobei sich die älteren Schuppen als ein nahezu einheitlicher Komplex verhalten; insgesamt resultiert eine dachziegelartige Lagerung mit Dominanz von Schuppungsbau. Falten traten nur untergeordnet auf.

Bei der Modellierung der Stauchung unter Eislast entstanden anstelle der früher beobachteten Schuppen Falten. Der von oben wirkende Druck hinderte das Material in der zuerst angelegten Falte daran, in dem zur Schuppenbildung notwendigen Maße nach oben auszuweichen. Es kam zum Aufbau einer Faltenzone mit von innen nach außen abnehmender Amplitude, aber zunehmender Wellenlänge. Während KÖSTER bei seinen Experimenten mit plastischen Modellsubstanzen arbeitete, also von ungefrorenen Untergrund- und Vorlandsedimenten ausgeht, weisen andere Autoren darauf hin, daß solche Stauchungsstrukturen sowohl im gefrorenen als auch im ungefrorenen Sediment entstehen (u. a. VAN DER WATEREN 1995).

Die von KÖSTER erzeugten Strukturen korrelieren sehr gut mit unseren Beobachtungen an der Front des Penckbreen.



Abb. 6

Das Überschieben des jeweils schnelleren hangenden Eises wird vorrangig durch listrische Scherflächen realisiert, die – wie im Beispiel des Penckbreen – in Dekameter-Abständen auftreten.

dehnung und der äußeren und inneren Strukturierung des Penckbreen-Stauchkomplexes. Auffällig ist der harmonische Aufbau des Ensembles mit \pm ähnlichen Abständen der Stauchwülste untereinander und ansteigender Höhe der Stauchkämme in Gletscherrichtung, ähnlich, wie sie von KÖSTER im Experiment erzeugt wurden (siehe auch Abb. 8). Detailuntersuchungen entlang von Querprofilen durch glazitektonisch deformierte Bereiche haben das Nebeneinander von Faltungs-, Schuppungs-, Überschiebungstektonik nachgewiesen (u. a. GRIPP 1929, ETZEL-

MÜLLER et al. 1996, VAN DER WATEREN 1995). Diese unterschiedlichen Deformationsbilder treten auch im Vorfeld des ca. 20 km langen Talgletschers des Penckbreen nebeneinander auf, ohne daß jedoch Gesetzmäßigkeiten ihrer jeweiligen Anordnung zueinander erkannt werden konnten. Prinzipiell dominiert eine nach außen gerichtete Vergenz der Einzelstrukturen, wohingegen die Hauptbewegungsbahnen zum Gletscher hin einfallen. Diese proximal-distal-Differenzierung tritt auch in den anderen Stauchmoränenkomplexen auf. Da jedoch i. w. proglaziale

Abb. 7

Blick auf den Stauchmoränenkomplex des Penckbreen. Deutlich zu erkennen ist der harmonische Aufbau des Ensembles von Stauchwällen.





Abb. 8

Die morphologisch zunehmende Höhe der Stauchwülste von außen in Richtung Gletscher (hier der Penckbreen) charakterisiert auch die zum Vorland gerichtete abnehmende Deformationsintensität des stauchenden Gletschers

Sedimente in die Stauchung einbezogen werden, ist der Begriff Moräne im geologischen Sinne hier nicht korrekt.

Details der Internstruktur einzelner Stauchrippen sind nur an wenigen Schmelzwasserdurchbruchstälen zu erkennen. Einen Eindruck davon vermitteln die Abb. 9 und 10. Hierbei zeigt Abb. 9 den Typ der vorrangigen Faltung mit untergeordnetem Auftreten von Störungen und Scherflächen. Dagegen ist auf Abb. 10 die Dominanz von flach zum Eisrand hin einfallenden Schuppen zu erkennen. Die Gültigkeit der intensiven Regelung des Störungsinventars

für den gesamten Stauchkomplex wird auch aus den norwegischen Luftbildern ersichtlich. Zusätzlich zeigen diese das Nebeneinander von gleichgerichteten Faltungs- und Schuppungsdeformationen in mindestens zwei Größenkategorien, die sich einerseits im Bereich von einigen Metern und andererseits in der Dekameter- bis Hektometerdimension bewegen.

Im Stirnbereich des Penckbreen überwiegen marine Sedimente mit z. T. geringmächtiger Bedeckung von glazifluvialen Bildungen, die im ungefrorenen Zustand defor-

Abb. 9

Schmelzwasserabflußrinnen zeigen den Internbau der Stauchwülste; hier mit Vorherrschen von außenvergenten Falten in der Meter-Dimension.





Abb. 10

Zum Gletscher hin einfallende Schuppen aus deformierten Vorlandsedimenten zeigen den Stapelbau im östlichen Flankenbereich des Penckbreen.

miert wurden. Als Begründung für das Nichtgefrorensein geben ETZELMÜLLER et al. den Salzgehalt im Porenwasser der Sedimente an. Aus unserer Sicht wirkt sich auf die Mächtigkeit der Auftauzone und auf die Deformierbarkeit der Sedimente außerdem die Menge des abfließenden Schmelzwassers aus.

Während die GRIPP-Expedition die Gletscherstirn des Penckbreen noch fast im Kontakt zum Innensaum der Stauchmoräne vorfand, erfolgte in den zwischenliegenden 70 Jahren eine Rückverlegung der Stirn um ca. 2 000 m, wobei sich diese negative Bilanz in der gegenwärtigen dynamischen Rückschmelzphase noch weiter verstärkt.

Abb. 11

Grund-, End- und Stauchmoränenlandschaft des Penckbreen. Durch Lithologie und Formungsmechanismus deutlich unterscheidbare End- und Grundmoräne mit Toteisflächen, Eisstausee und glazigenem Schutt (linke Bildhälfte) sowie Girlanden von Stauchmoränenwällen aus hauptsächlich marinen Sedimenten, die nicht vom Eis überfahren, sondern allein durch Kompression des surgenden Gletschers in beeindruckender Regelmäßigkeit deformiert wurden (rechte Bildhälfte). Schmelzwasserabflußrinnen zerschneiden radial das gefaltete bis geschuppte Gletschervorland.





Abb. 12
Scherdeformation im Grenzbereich zwischen Grundmoräne und überfahrenem Sediment im Stirnbereich des Penckbreen.

Der Innensaum des aus zahlreichen Einzelwällen bestehenden Stauchkomplexes vor dem Penckbreen wird von einer morphologisch deutlich ausgeprägten Endmoräne eingenommen (Abb. 11). Im basalen Bereich weist der zugehörige Geschiebemergel eine starke Strukturierung durch Basisflächen-parallele Scherflächen auf. Der hangende Bereich des überfahrenen Sediments ist ebenfalls deformiert (siehe Abb. 12). Zwischen der Endmoräne und dem zurückverlegten flachen Eisrand hat sich ein großer Schmelzwasserstausee gebildet. An den Rändern dieses Stausees kommt es zu umfangreichen Erosions- und Rutschungserscheinungen, so daß unter einer unterschiedlich mächtigen Sedimentauflage Toteis sichtbar wurde. Ein Schmelzwasserfluß schnitt sich ca. 10 m tief in dieses Toteis ein, ohne seine Basis zu erreichen. Die in Abb. 6 gezeigte enge Abfolge listrisch angeordneter Scherflächen, entlang derer das Eis auf- und überschoben wird, entstammte diesem Erosionsschnitt.

3. Periglaziäre Überprägungen

Infolge der auf Svalbard herrschenden klimatischen Bedingungen – die mittlere Jahreslufttemperatur für Longy-

earbyen beträgt $-4,8\text{ C}$ – wird die periglaziäre Landschaftsgenese des gesamten Archipels vom kontinuierlichen Permafrost geprägt, der sich bis in Teufen zwischen 200 und 450 m erstreckt. Durch die jährlichen oberflächigen Auftauprozesse im Sommer bis zu einer Bodentiefe von 1,50 m bilden sich im Zusammenwirken mit weiteren Einflußgrößen die für diese Klimazone typischen periglaziären Erscheinungen wie Solifluktion, Frostmusterböden und Pingos aus, auf die im folgenden kurz eingegangen wird.

3.1. Solifluktion und die Anlage von Frostmusterböden

Die sich im Sommer (etwa Juni bis August) über der Permafrostzone bildende aktive Auftauschicht gibt bei Wassersättigung und Neigungswinkeln um 5° Anlaß zu mannigfaltigen Bodenfließ- und Rutschvorgängen. Die in Tiefenlagen entwickelte Tundravegetation z. B. mit Polarweide (*Salix polaris*), Polsternelke (*Silene acaulis*), Silberwurz (*Dryas octopetala*) und Polarmohn (*Papaver dahlianum*) hat keinen stabilisierenden Einfluß auf diese gravitativen Ausgleichsbewegungen. Bei starken Hangneigungen bilden sich Blockgletscher, Sturzschutthalden und Schuttströme, bzw. Muren (THIEDIG & LEHMANN 1973, MEIER 1991).

In der aktiven Schicht können je nach Geländeneigung sowie Wassergehalt und Beschaffenheit der Bodenmatrix netz-, ring- oder streifenförmige Korngrößenfraktionierungen auftreten, die durch den Frost-Tau-Wechsel hervorgerufen werden. Auf ebenen Flächen wurden häufig Ringstrukturen von ca. 0,5–1,5 m im Durchmesser angetroffen, bei denen ein ringförmiger Wall aus groben Komponenten einen zentralen Feinerde-Kern umgibt (Abb. 13a). Plattige Gesteinsbruchstücke können dabei, annähernd senkrecht gestellt, diesen Zentralteil einfassen. Dominiert Grobschluff in der Bodenmatrix, wie im Verbreitungsgebiet des permischen dolomitischen Sandsteins der Brögger-Halbinsel, tritt die seltenere Strukturumkehrung mit einer ringförmigen Wallstruktur aus Feinerde um einen grobstückigen Zentralteil auf (Abb. 13b). Für die Entwicklung der Frostmuster- oder Polygonböden werden langsame, konvektionsstromartige Bewegungen in der Auftauschicht angenommen.

Schon geringe Oberflächenneigungen und/oder verstärkte Wasserführung verzerren gravitativ die kreisförmigen Strukturen zu Ellipsen und schließlich zu Streifen. Auf Grund von Langzeitbeobachtungen sind unter den Bedingungen Spitzbergens nur ca. 200 Jahre für die Bildung vollständig ausgebildeter Frostmusterböden anzusetzen. Ihre Entstehung wird hauptsächlich durch die frostdynamische Mobilität der sandig-schluffigen Bodenmatrix gesteuert.

3.2. Pingos

Zu den eindrucksvollsten subpolaren Periglaziärbildungen Svalbards gehören die Pingos, deren stattlichster Vertreter von uns im mittleren Reindalen (Nordenskjöldland) besucht wurde. Es handelt sich um beulen- und kegelartige Aufwölbungen des Untergrundes durch Eisdiapire oder



Abb. 13 a

Frostmusterböden auf der Brögger-Halbinsel. Weitverbreitet sind Ringstrukturen mit Feinerdekern und einem umlagernden Wall aus gröberem Gesteinskomponenten (13 a), seltener ist die Umkehrung mit einer Feinerde um einen grobstückigen Zentralteil (13 b).

-lakkolithen mit rundem bis elliptischem Grundriß, die Höhen bis 42 m und maximale Durchmesser bis 320 m erreichen. In ihrer Scheitelzone zeigen sie je nach Entwicklungsstadium das gesamte Inventar von rupturellem Dehnungsgefüge, z. T. mit krater- bis grabenartigen Dehnungsstrukturen als Thermokarsterscheinungen. Abb. 14 (a bis c) zeigen das mit der Beulung einhergehende Strukturinventar mit umlaufendem Streichen der „aufgeklappten“ Tertiärsandsteine um die ovale Gesamtstruktur, wobei auch die höchsten Bereiche noch von fluviatilem Schotter-

material bestreut waren und damit die subrezente Hebung der Struktur aus dem Talbodenbereich belegen.

Die svalbardischen Pingos wurden zuerst von ORVIN (1944) umfassend beschrieben und zogen nachfolgend die Aufmerksamkeit zahlreicher Geographen und Geologen auf sich, die sie detailliert untersucht und systematisiert haben (u. a. AHMAN 1973, LIESTØL 1977, MEIER 1991). Die Beziehungen zwischen der Pingoentstehung und dem hydrologischen Regime bringt am deutlichsten die ursprüngliche norwegische Bezeichnung „Kildehaug“ von

Abb. 13 b





Abb. 14 a

Pingos im Reindalen. Je nach Entwicklungsstadium treten sie als beulenartige Aufwölbung mit rupturellem Dehnungsgefüge in Erscheinung (14a). Wird infolge solifluidaler Prozesse die Sedimentbedeckung beseitigt und der Eiskern freigelegt, beginnt dieser zu tauen und es entwickelt sich eine wassergefüllte Gipfeldepression (14b). Nach oberflächlichem Austauen des Eiskerns verbleibt eine wassergefüllte Hohlform mit einem Randwall (14c). Ein schematisiertes Genesemodell nach MEIER (1991) zeigt Abb. 14 d.

ORVIN zum Ausdruck, die er wählte, bevor sich der englische Begriff „Pingo“ durchsetzte. Kildehaug heißt soviel wie Quellberg und weist auf den Zusammenhang zwischen häufig beobachtetem Quellaustritt und Pingo hin, ebenso wie der früher gebräuchliche Begriff „Hydrolakkolith“.

Das Vorkommen von Pingos auf Spitzbergen ist meist an netzartig breit durchflossene Täler (braided river) mit vergletscherten Talflanken sowie an subpolare klimatische Verhältnisse geknüpft. Die subpolaren Temperaturen ge-

statten, daß sich unter dem Hanggletscher Schmelzwasser bilden kann, das unter der stauenden Permafrostschicht hangabwärts fließt (siehe Abb. 14 d). Breite Täler mit mächtigen glazifluviatilen Sedimentfüllungen und möglicherweise exarativ angelegten Rinnen und Schwäche-zonen in der Permafrostschicht ermöglichen den Aufstieg des gespannten Wassers in oberflächige Gesteinsschichten. In Abhängigkeit von dem sich dort einstellenden thermischen Regime können sich Eisbeulen bilden, die, genährt

Abb. 14 b





Abb. 14 c

durch das von unten zuströmende Wasser, diapir- oder lakkolithartig in die Höhe wachsen und dabei sogar Festgesteinsspakete durch die Schmelzwasserschotter hindurchpressen. Pingos sind damit bemerkenswerte morphologische Zeugen von noch nicht in allen Einzelheiten geklärten Vorgängen im engen Grenzbereich zwischen Auftauen und Gefrieren, deren Ursprung von einigen Bearbeitern sogar in älteren Wärmephasen gesehen wird.

Auffällig ist das enge räumliche und zeitliche Nebeneinander verschiedener Entwicklungsstadien von Pingos, beginnend von juvenilen Formen (relativ flache Hügel ohne Gipfeldepression) bis hin zu bereits ausgeschmolzenen Formen (wassergefüllte Hohlformen mit Randwällen oder deren Resten).

3.3. Thermokarst

In den proximalen Bereichen von Sanderflächen wurden eindrucksvolle Thermokarsterscheinungen angetroffen (Abb. 15). Das Tauen von verschüttetem Boden- und Toteis verursacht bis zu mehrere Meter tiefe, trichterförmige Bildungen mit einem beispielhaften Inventar von Zerklüften und Setzungsfugen in den überlagernden feinkörnigen Sedimenten. Dieser Vorgang ist besonders landschaftsprägend im distalen Zerfalls- und Toteisbereich des Gletschers mit glazilimnischer und glazifluviatiler Sedimentation und erzeugt eine unruhige Oberflächenmorphologie mit sich ständig verändernden Hohl- und Einbruchformen. Sind größere Areale vom Niedertauen betroffen, so geraten lithofaziell und zeitlich gleiche Sedimente in

Abb. 14 d

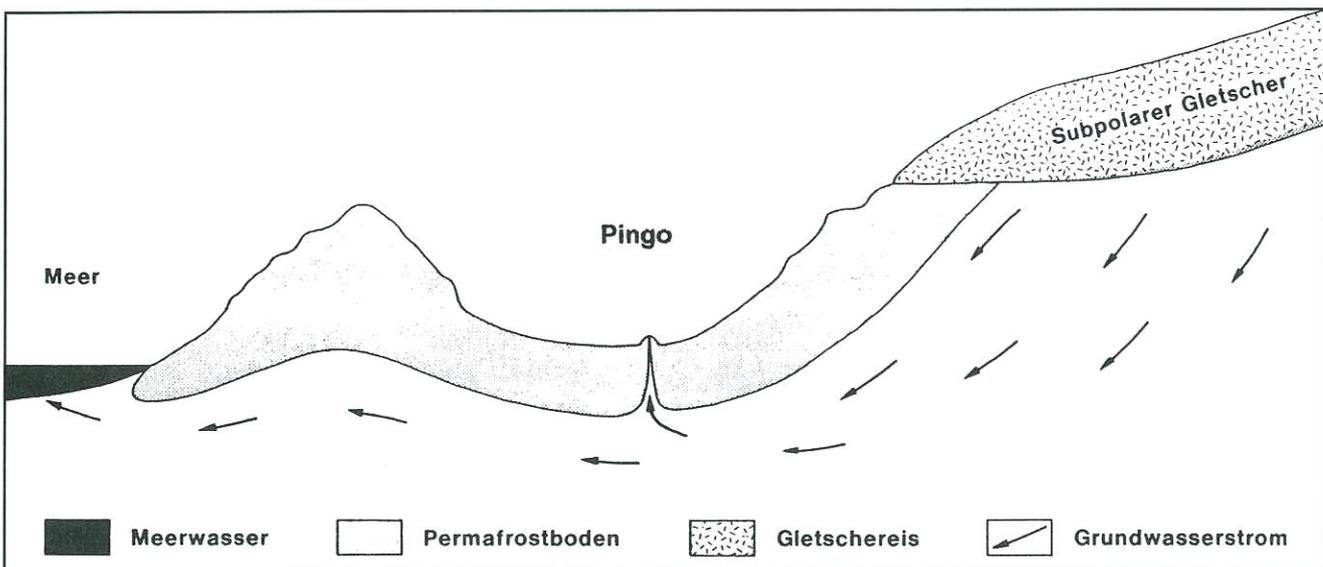




Abb. 15

Das Abschmelzen von verschütteten Eiskörpern (Toteis, Grundeis) führt zur Bildung mehrere Meter tiefer Hohl- und Einbruchsformen (Thermokarst) mit beispielhaftem Inventar von Zerrklüften und Setzungsfugen im überlagernden Sediment; hier eindrucksvoll im Vorland des Comfortlessbreen (Engelskbukta).

unterschiedliche Tiefenlage, ohne daß zusätzliche Deformationen stattfanden.

3.4. Sortierung des Moränenmaterials

Häufig und zum Teil kontrovers werden die glazial-dynamischen Vorgänge, die die Durchmischung und die Verteilungsmuster von Gesteinsschutt/Geschieben im Gletscher bestimmen, diskutiert (CEPEK et al. 1975, EH-

LEERS 1983, 1990, EISSMANN 1994, LIPPSTREU et al. 1994). Diese komplexen Vorgänge wirkten längst nicht so homogenisierend, wie es von einigen Anwendern der Geschiebe- und Kleingeschiebestatistik z. T. vorausgesetzt wird und wodurch deren Aussagekraft erheblich eingeschränkt wird.

An fast allen von uns besuchten Gletschern Svalbards konnte die oberflächige und inglaziale Sedimentverteilung

Abb. 16

Der Bröggerbreen südwestlich von Ny Ålesund transportiert unterschiedlichste Gesteinstypen vom Ursprungsgebiet bis in sein Vorland und lagert das Moränenmaterial in vollkommen unvermishtem Zustand ab. Die unterschiedliche Färbung der Gesteine macht das klar getrennte Nebeneinander der verschiedenen Gesteinstypen sichtbar.





Abb. 17

Die schräggeschichteten Schmelzwassersande und -kiese auf der Moräne des Lovénbreen wurden in einer Eisspalte sedimentiert. Solange der Frost den Detritus zusammenhält, bleibt ihr gangartiges Erscheinungsbild erhalten.

ihrem Ursprungsgebiet zugeordnet werden, das häufig nur wenige Kilometer entfernt war. Besonders deutlich war an Mittelmoränen das enge, jedoch über lange Distanzen zu verfolgende, klar getrennte Nebeneinander von unterschiedlichen Gesteinstypen festzustellen, die in diesem unermischten Zustand Geschiebefracht des Gletschers wurden.

Ein gleichartiger Ausgangszustand kann sicherlich für alle skandinavischen Gebirgsgletscher angenommen werden, die Bestandteil der pleistozänen nordeuropäischen Eiskalotte wurden. Auf dem ca. 2 000 km langen Transportweg des Inlandeises bis in den Brandenburger Raum haben in seinem basalen Teil Sedimentation und Erosion ständig gleichzeitig stattgefunden. In Abhängigkeit von Temperatur, Druck, Reliefenergie und Gesteinsfestigkeit verursachten wechselnde Materialaufnahme und -abgabe Durchmischungs- und Verdünnungsprozesse des Geschiebeinhalts, wie wir ihn in seiner nur schwer entschlüsselbaren Verteilung in den Grund- und Endmoränen in Brandenburg vorfinden.

Andererseits wird der mit Lokalmaterial kaum verdünnte Geschiebebestand der roten Moränen baltischer Fazies Norddeutschlands als Beweis für relativ ungestörten, inglazialen Transport von Fernmaterial angesehen. Die Beobachtung von *undurchmischtem* Moränenmaterial am Lovén- und Brögerbreen (siehe Abb. 16) vermittelt einen realistischen Eindruck von den zu erwartenden Geschiebeverteilungsmustern bei inglazialen Transport und ihrer problematischen Deutbarkeit.

Die aktuogeologischen Beobachtungen zur landschaftsgestaltenden Wirkung des Mediums *Inlandeis* verbessern unsere Möglichkeiten, seine vielfältigen sedimentären Hinterlassenschaften in Brandenburg eindeutiger als bisher in den glaziären Zyklus einzuordnen. Die von uns

besuchten Talgletscher weisen kein detritusfreies, blaublattstrukturiertes Eis auf, wie die großen Gletscher in ihren moränenfreien Abschnitten, sondern bestehen größtenteils aus unterschiedlich stark geschiebeführendem Eis. Trotz oberflächiger Anreicherungs­effekte gab die wechselnde Schuttbestreuung und Geschiebeführung an der Gletscheroberfläche indirekten Aufschluß über die inhomogene Sedimentverteilung tieferer Bereiche und ergänzte damit Beobachtungen aus den randlichen Profilschnitten.

Kleine Aufeis­moränen folgen konzentrischen Systemen parallel zum Gletscherzungenrand oder anderen, meist listrischen Scherflächen, auf denen sich durch die oben geschilderte differenzierte Eisdynamik ungleichkörnige Schuttfracht angereichert hat, die an der Gletscheroberfläche ausgetaut ist. Von Aufeis­moränen deutlich unterscheidbar sind lineare, meist nur über kurze Strecken zu verfolgende Spaltenfüllungen, deren gangartiges Erscheinungsbild deutlich erhalten bleibt, solange der Frost den Detritus zusammenhält (Abb. 17). Der gegenüber dem Moränenmaterial auffällig gute Sortierungsgrad sowie Schrägschichtungsgefüge belegen fluviatilen Transport.

4. Ausblick

Aktuogeologische Beobachtungen in vergletscherten Arealen Spitzbergens sind auch für die Quartärgeologie Brandenburgs von wesentlicher Bedeutung. Als Flächenstaat im norddeutschen Vereisungsgebiet ist die vielgestaltige Landschaftsformung Brandenburgs ein Ergebnis der mehrfachen pleistozänen nordeuropäischen Vereisungen und nachfolgender Rücktauprozesse; das vorstoßende Eis, die mit jeder Glaziation verbundenen umfangreichen Schmelzwässer und periglaziäre Überformungen sind die hauptsächlich an der Landschaftsgene­se beteiligten Fak-

toren. Überlagert werden diese landschaftsgestaltenden Vorgänge durch die nach NW verlaufende generelle Entwässerung des unvergletscherten Teils von Mitteleuropa, die das brandenburgische Territorium als Durchfrachungsraum nutzten und dabei zusätzlich südliche Sedimentkomponenten zum Absatz brachten, wodurch die Vielgestaltigkeit der abgelagerten Sedimente weiter erhöht wurde. Die komplexen glazitektonischen Formen sind u. a. im Beitrag zur Glazialdeformation im Gebiet von Rüdersdorf (siehe Beitrag JUBITZ, dieses Heft) ersichtlich.

Wegen der Mehrphasigkeit der Vergletscherung und den damit verbundenen umfangreichen Sedimentaufarbeitungen, glazigenen Deformationen des Untergrundes, Umlagerungs- und Überprägungsprozessen liegen die quartären Bildungen in sehr komplizierter Lagerung vor. Ihrer Erkennbarkeit sind damit Grenzen gesetzt. Die trotz einer über 100jährigen Quartärforschung im norddeutschen Flachland bestehenden konträren Auffassungen und Unklarheiten zur Genese und zum Aufbau des quartären Lockergebirges liegen zum Teil auch darin begründet, daß der zum Verständnis glazialgeologischer Prozesse notwendige *aktuogeologische Vergleich* nicht im notwendigen Maß gezogen werden konnte. Die Einblicke in die aktuogeologischen Prozesse Spitzbergens helfen daher, die komplizierten landschaftsformenden Vorgänge des Pleistozäns besser verstehen zu können. Ohne das Prinzip des Aktualismus überbewerten zu wollen, glauben wir davon ausgehen zu können, daß den Prozessen der Eisdynamik sowie der Sedimentakkumulation und -erosion zu allen Zeiten die gleichen Gesetzmäßigkeiten zugrunde liegen, so daß ähnliche Bedingungen auch zu vergleichbaren faziellen Bildungen führen. Der Kenntnisstand über das norddeutsche Quartär ist nicht unerheblich den Arbeiten von Wissenschaftlern zu verdanken, welche selbst Untersuchungen in rezent vergletscherten Gebieten durchführten und ihre Schlußfolgerungen auf das Gebiet Norddeutschlands übertrugen. Stellvertretend hierfür seien solch bekannte Namen wie KONRAD KEILHACK, ALBRECHT PENCK und KARL GRIPP genannt.

Im Folgenden fassen wir einige Erfahrungen und Anregungen zusammen:

- Die Genese der aus zahlreichen Einzelstrukturen bestehenden Stauchmoräne des Penckbreen verlief *einaktig*; die Einzelstrukturen sind nicht das Ergebnis von Oszillationen der Gletscherstirn.
- Die Stauchmoräne des Penckbreen ist das Ergebnis von glazitektonischen Deformationen *proglazialer* feinkörniger mariner Sedimente. Auch die Versuche KÖSTERS sowie die in der Literatur beschriebenen Stauchmoränen belegen, daß morphologisch deutlich in Erscheinung tretende Stauchmoränen immer das Ergebnis einer glazitektonischen Umlagerung der dem jeweiligen Gletscher vorgelagerten und auch unterlagernden Sedimente darstellen. Werden glazigene Sedimente in die Deformation einbezogen, dann dürften sie überwiegend einem vorhergehenden Zyklus zuzuordnen sein.
- Der innere Aufbau einer Stauchmoräne ist nicht durch chaotische Lagerungsverhältnisse gekennzeichnet, sondern weist einen *hohen Regelungsgrad* auf. Die einzelnen Schuppen und Falten fallen stets zum Eis hin ein und streichen parallel zum Eisrand. Ein entsprechend dichtes Untersuchungsnetz vorausgesetzt, sind somit auch in Bereichen pleistozäner Stauchmoränen die Lagerungsverhältnisse prinzipiell rekonstruierbar. Die *harmonische* Ausbildung und Anordnung der Einzelstrukturen sowie ihre Größenordnung wird durch eine Vielzahl von Merkmalen beeinflusst (u. a. die Fließdynamik des Eises, dessen innere und äußere Strukturierung, Mächtigkeitsverhältnisse des Eises und der deformierfähigen Sedimente, die Surge-Intensität, die Wassersättigung usw.)
- Stauchmoränen sind auch im nordmitteleuropäischen Vereisungsgebiet nachgewiesen; das wohl imposanteste Beispiel dafür ist der Muskauer Faltenbogen (siehe KUPETZ 1996). Daraus folgt, daß auch das skandinavische Inlandeis zumindest teilweise in Form von kurzzeitigen und intervallartigen Surge-Ereignissen vorstieß. Dies kommt auch in einer ganzen Reihe von Arbeiten zum Ausdruck, die sich mit Glaziationsmodellen für die pleistozänen Vereisungen der Nordhalbkugel auseinandersetzen (u. a. CLAYTON & MORAN 1974, MICHELSON et al., 1983, CLAYTON et al. 1985, DROZDOWSKI 1987, LAGERLUND 1987 und HOUMARK & NIELSEN 1988; PIOTROWSKI 1996).
- Vom periglaziären Formenschatz lieferten besonders die Frostmusterböden, Pingos und Thermokarsterscheinungen eindrucksvolle Bilder. Überraschend für uns war die Schnelligkeit der Ausprägung von Steinringböden, für die in Spitzbergen Zeiträume von ca. 200 Jahren ermittelt wurden.
- Das über Kilometer zu verfolgende scharf begrenzte Nebeneinander von Gletscherschutt unterschiedlicher petrographischer Zusammensetzung liefert neue Argumente für einen sehr sorgfältigen Gebrauch der Geschiebstatistik im norddeutschen Vereisungsgebiet für stratigraphische Aussagen.
- Paläoklimatische Folgerungen ergeben sich aus der neueren Kenntnis über gehäufte Surge-Ereignisse, die z. B. massenhaft Eisberge in den Nordatlantik freisetzten (Heinrich-event) und dadurch nachweislich die Klimaentwicklung in Mitteleuropa beeinflusst haben (FRENZEL et al., 1996).
- Die bisherige einseitige Korrelation der Bildung von Stauch- bzw. Endmoränen mit klimatisch gesteuerten Inlandeistransgressionen wird durch die *Eigendynamik* der Gletscherausbrüche modifiziert. Die beobachteten Auswirkungen surgender Gletscherfronten regen an zum Überdenken der für das nordeuropäische Pleistozän bisher vorwiegend klimatisch begründeten Vorstellungen von mehrfachen Gletschervorstößen und -rückzügen.
- Kreisrunde bis ovale wassergefüllte Hohlformen werden im norddeutschen Flachland stets in Verbindung mit Toteis gebracht, obwohl a priori nicht ausgeschlossen werden kann, daß sich darunter auch ehemalige Pingos

verbergen können. Es wäre zu prüfen, ob trotz spät-glazialer bis holozäner Überprägung die Möglichkeit besteht, ehemalige Pingos als solche zu identifizieren (WIEGAND 1965). Dies hätte z. T. erhebliche Konsequenzen für die Rekonstruktion des weichselzeitlichen Vereisungsgeschehens, da Toteis das Vorhandensein eines Gletschers erfordert, Pingos dagegen Anzeiger für Permafrost im eisfreien Gebiet sind.

Epilog

Unter dem Eindruck der Spitzbergenschen Stauchmoränen kam GRIPP bereits 1929 zu folgender Aussage: „Die norddeutschen Endmoränen selber dürften ... zu über 90 % durch die stauchende Wirkung vorrückenden Eises aufgehäuft sein. Somit kommen Vorstoßphasen, keine Stillstandslagen, für die Endmoränenbildung in Betracht. Stillstandslagen des Eisrandes dürfte es nur für kurze Zeit gegeben haben. Sie sind in geologischer Hinsicht ohne Bedeutung.“ Und weiter: „Ich bin heute keineswegs mehr überzeugt, daß alle Teile eines größeren Endmoränenzuges dem gleichen Schwankungszyklus angehören. Die äußerste Grenze einer Reihe benachbarter, nacheinander zu verschiedenen Zeiten erfolgter Vorstöße ergibt auch eine Linie, die den norddeutschen Endmoränenzügen entsprechen würde.“

Zusammenfassung

Das Prinzip des Aktualismus hat für Geländegeologen als vergleichende Methode noch immer große Bedeutung. Die aktuogeologischen Beobachtungen auf Spitzbergen liefern gute Voraussetzungen zum Verständnis der komplizierten strukturellen Verhältnisse im Pleistozän Brandenburgs. Hierzu rechnet insbesondere das Surgen der Gletscher als einer der wesentlichen Prozesse, die zur Anlage von Stauchkomplexen führen können. Die Beobachtungen zur Genese der Stauchmoränen sowie zur äußeren und inneren Struktur dieser glazialdeformierten Schichtenfolge sind vom Prinzip her auch auf die Verhältnisse im nördlichen Mitteleuropa während des Vorrückens der pleistozänen skandinavischen Inlandeismassen übertragbar. Komplizierungen ergeben sich allerdings durch den mit den Mehrfachvereisungen einhergehenden hohen Anteil an Sedimentaufarbeitungen und durch die Mehrdeutigkeit der Genese von Überfahrungsstrukturen.

Summary

The principle of actualism as a comparative method has still a great importance for the field geologists. The actuogeological observations in Svalbard are good requirements for the understanding of the structural complicated relations in the Pleistocene series of Brandenburg. To the most impressive actuogeological evidences belongs in particular the impact of surge events of glaciers as one of the essential processes causing pushed complexes. The genetic suggestions about push moraines are basically transferable to the conditions during the advance of Pleistocene Scandinavian ice sheet in the Northern Middle Europe as well as the observations of outer and inner

structures of glacially deformed sediment series. Complications however can arise from the highly reworked and deformed sediments by the multiple glaciations and the genetical ambiguity of overridden structures.

Literatur

- ÅHMAN, R. (1973): Studier av pingos i Adventdalen och Reindalen på Spitsbergen. - Lund Universitets, Naturgeografiska Institution, Rapporter och Notiser **15**
- CEPEK, A.G. et al. (1975): Zum Stand der Gliederung des Saale-Komplexes im mittleren Teil der DDR. - Z. geol. Wiss. **3**, S. 1049–1075, Berlin
- CLAYTON, L. & S. R. MORAN (1974): A glacial process-form model. - In: COATES, D. R. (ed): Glacial Geomorphology, SUNY-Binghamton Publications in Geomorphology, New York, S. 89–119
- CLAYTON, L., TELLER, J. T. & J. W. ATTIG (1985): Surging of the Southwestern part of the Laurentide Ice Sheet. - Boreas **14**, S. 235–241
- CROOT, D. G. (1988): Glaciotectonics and surging glaciers: A correlation based on Vestspitsbergen, Svalbard, Norway. - In: CROOT (ed) Glaciotectonics: Forms and Processes, S. 49–61, Rotterdam
- DEGE, W. (1962): Deutsches Observatorium Ebeltoftshafen – Spitzbergen. Zur 50. Wiederkehr der 1. Überwinterung 1912/13. - Polarforschung, Bd. V **32**, 1/2, S. 136–140, Holzminden
- DOWDESWELL, J. A., HAMILTON, G. S. & J. O. HAGEN (1991): The duration of the active phase on surge-type glaciers: contrasts between Svalbard and other regions. - Journal of Glaciology **37**, 127, S. 388–400
- DROZDOWSKI, E. (1987): Surge moraines in Gardiner. - International Geomorphology, Wiley and Sons, Chichester and New York, S. 675–692
- EHLERS, J. (1983): Different till types in North Germany and their origin. - In: EVENSON, E. B. et al.: Tills and related deposits, S. 61–80, Balkema, Rotterdam
- (1990): Untersuchungen zur Morphodynamik der Vereisungen Norddeutschlands unter Berücksichtigung benachbarter Gebiete. - Bremer Beiträge zur Geographie und Raumplanung **19**, Univ. Bremen, 166 S.
- EISSMANN, L. (1994): Grundzüge der Quartärgeologie Mitteldeutschlands (Sachsen, Sachsen-Anhalt, Südbrandenburg, Thüringen). - In: EISSMANN, L. & T. LITT: Das Quartär Mitteldeutschlands, Altenburger Naturwissenschaftliche Forschungen **7**, S. 55–144
- ETZELMÜLLER, B., HAGEN, J. O., VATNE, G., ØDEGARD, R. S. & J. L. SOLLID (1996): Glacier debris accumulation and sediment deformation influenced by permafrost: examples from Svalbard. - Annals of Glaciology **22**, S. 53–62
- FRENZEL, B. (1997): Stand der Klimaforschung. Ein Statusbericht des Wissenschaftlichen Klimabeirates der Bundesrepublik. - 91 S., München
- GRIPP, K. (1929): Glaziologische und geologische Ergebnisse der Hamburgischen Spitzbergen-Expedition 1927. - Abh. Naturw. Verein, Hamburg **22**, S. 147–247
- HAGEN, J. O. (1987): Glacier surge at Usherbreen, Svalbard. - Polar Research **5**, n. s., S. 239–252
- HAGEN, J. O., LIESTØL, O., ROLAND, E. & JØRGENSEN (1993):

- Glacier atlas of Svalbard and Jan Mayen. - Meddelelser **129**, 141 S., Oslo
- HOU MARK-NIELSEN, M. (1988): Glaciectonic unconformities in Pleistocene stratigraphy as evidence for the behaviour of former Scandinavian ice sheets. - In: CROOT (ed.): Glaciectonics; Forms and Processes, S. 91–98, Rotterdam
- JUBITZ, K.-B. (1997): Glazidynamik im Umfeld einer weichselzeitlichen Stauchendmoräne am Südrand der Salinarstruktur Rüdersdorf bei Berlin (Temporäraufschluß östlicher Berliner Autobahnring A10). - Brandenburgische Geowiss. Beitr. **4**, 1, S. 75–89, Kleinmachnow
- KALIN, M. (1971): The activ push moraine of the Thompson Glacier. - Axel Heiberg Island Research Reports Glaciology **4**, 68 S.
- KOCH, J. P. & A. WEGENER (1930): Wissenschaftliche Ergebnisse der Dänischen Expedition nach Dronning Louises-Land und quer über das Inlandeis von Nordgrönland 1912–13. - Medd. om Grønland **75**, 1, S. 1–676, København
- KÖSTER, R. (1958): Experimenteller Beitrag zur Mechanik von Stauchungszonen. - Meyniana **6**, S. 60–84, Kiel
- KOLDEWEY, K. (1871): Die erste deutsche Nordpolar-Expedition 1868 mit einem Vorwort von A. Petermann. - Petermanns Mitt., Erg.-H. **28**, 56 S., Gotha
- KUPETZ, M. (1996): Der Muskauer Faltenbogen - ein Geotop von europäischer Bedeutung. - Brandenburgische Geowiss. Beitr., **3**, 1, S. 125–136, Kleinmachnow
- LAGERLUND, E. (1987): An alternativ Weichselian glaciation model. - Boreas, **16**, S. 433–459
- LIESTØL, O. (1977): Pingos, springs and permafrost in Spitzbergen. - Norsk Polarinstitut, Årbok 1975, S. 7–29
- LIPPSTREU, L. et al. (1994): Die quartäre Schichtenfolge im Niederlausitzer Braunkohlentagebau Jänschwalde (LAUBAG) und in seinem Umfeld (Exk. A1). - In: EISSMANN, L. & T. LITT: Das Quartär Mitteldeutschlands, 151–188, Altenburger Naturwissenschaftliche Forschungen **7**, 458 S.
- MARTENS, F. (1675): Spitzbergische oder Groenlandische Reisebeschreibung gethan im Jahre 1671. - 132 S., Hamburg (Auff Gottfried Schultzens Kosten gedruckt)
- MEIER, M. F. & A. S. POST (1969): What are glacier surges?. - Can. J. Earth Sci. **6**, S. 807–817
- MEIER, K.-D. (1991): Beiträge zur kaltklimatischen periglaziären Landschaftsformung in der norwegischen Arktis und Subarktis. - Courier Forschungsinstitut Senckenberg, CFS **143**, 173 S., Frankfurt a. M.
- MICHELSON, D. M., CLAYTON, L., FULLERTON, D. S. & H. W. BORNES (1983): The late Wisconsinian glacial record of the Laurentide ice sheet in the United States. - In: WRITH, H. E. & S. C. PORTER (ed.): Late Quaternary environments of the United States. Vol. 1, The Late Pleistocene, S. 3–37, Univ. Minnesota Press
- MIETHE, A. & H. HERGESELL (1911): Mit Zeppelin nach Spitzbergen. - Berlin (Bong)
- ORVIN, A. K. (1944): Litt om Kilder på Svalbard. - Norsk Geografisk Tidsskrift, X, (1)
- PIOTROWSKI, J. A. (1996): Dynamik und subglaziale Paläohydrogeologie der weichselzeitlichen Eiskappe in Zentral-Schleswig-Holstein. - Berichte u. Reports, Geol.-Paläont. Inst. Univ. Kiel **79**, 188 S., Kiel
- SCHYTT, V. (1969): Glacier surge in eastern Svalbard. - Canadian Journal of Earth Science **6**, 4, S. 867–873
- THIEDIG, F. & U. LEHMANN (1973): Die Entstehung von Muren als säkulares Ereignis auf Spitzbergen (Svalbard) und ihre Bedeutung für die Denudation in der Frostschuttzone. - Mitt. Geol.-Paläont. Inst. Univ. Hamburg **42**, S. 71–80, Hamburg
- VAN DER WATEREN, F. M. (1995): Structural Geology and Sedimentology of Push Moraines. - Mededelingen Rijks Geologische Dienst **54**, S. 1–168, Haarlem
- Wegener, K. (1916): Die Technik der Drachen- und Ballonaufstiege im Winterquartier 1912/13 zu Ebeltothafen (Spitzbergen). - Veröffentl. Dt. Obs. Ebeltothafen-Spitzbergen **2**, S. 3–9, Braunschweig
- Wegener, K. & M. Robitzsch (1916 a): Ergebnisse der Pilotballon-Visierungen während der Überwinterung 1912/13. - Veröffentl. Dt. Obs. Ebeltothafen-Spitzbergen **3**, S. 1–18, Braunschweig
- Wegener, K. & M. Robitzsch (1916 b): Ergebnisse der Fesselaufstiege während der Überwinterung 1912/13. - Veröffentl. Dt. Obs. Ebeltothafen-Spitzbergen, **4**, S. 1–20, Braunschweig
- Wegener, K. & M. Robitzsch (1916 c): Klimatologische Terminbeobachtungen während der Überwinterung 1912/13. - Veröffentl. Dt. Obs. Ebeltothafen-Spitzbergen **5**, S. 1–44, Braunschweig
- WIEGAND, G. (1965): Fossile Pingos in Mitteleuropa. - Würzburger Geograph. Arbeiten **16**, 152 S., Würzburg

Mitteilung aus dem Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg No.101

Anschrift der Autoren:

Prof. Dr. Friedhelm Thiedig

Steinkamp 5

22844 Norderstedt

Dr. Werner Stackebrandt, Dr. Hans Ulrich Thieke,

Dipl.-Geol. Norbert Hermsdorf

Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg

Stahnsdorfer Damm 77

14532 Kleinmachnow

Brandenburgische Geowiss. Beitr.	Kleinmachnow	4 (1997), 1	S. 49 – 53	2 Abb., 10 Lit.
----------------------------------	--------------	-------------	------------	-----------------

Ergebnisse zum neotektonischen Bewegungsverhalten der peribaltischen Region

ALFRED O. LUDWIG



IGCP Projekt No. 346
Neogeodynamica Baltica

1. Zum IGCP-Projekt Nr. 346, Neogeodynamica Baltica

Seit langem ist die Frage ungelöst, ob die Ostsee-Depression eine neotektonische oder eine exarativ-erosiv im Quartär entstandene Hohlform darstellt. Im IGCP-Projekt Nr. 346 „Neogeodynamica Baltica“, 1994–1997, wird versucht, alles erreichbare Material über die Entwicklung der Ostsee-Depression seit Beginn des Oligozän zusammenzustellen und auszuwerten sowie mit der vorangegangenen strukturellen Entwicklung, mit dem gegenwärtigen Bewegungszustand dieses Gebiets und anderen geologischen und geophysikalischen Parametern zu vergleichen. Ziel der Arbeiten ist ein Entwicklungsmodell für die Ostsee-Depression.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist eine internationale Arbeitsgruppe unter der Leitung von Prof. Garetzki, Institut für Geowissenschaften der Belorussischen Akademie der Wissenschaften, Minsk, organisiert worden, mit der Aufgabe, auf breiter regionaler und multidisziplinärer Basis einen Satz thematischer Karten herzustellen und in einem begleitenden Textband die Ergebnisse der Untersuchungen darzulegen:

Neogeodynamische Karte der Ostsee-Depression und angrenzender Gebiete

Hauptkarten, Maßstab 1 : 1 500 000

Erfasstes Gebiet: Westgrenze Bundesrepublik Deutschland bis westliches Rußland und Mitteleuropäische Mittelgebirge bis mittleres Fennoskandia.

1. Amplituden der vertikalen Krustenbewegungen seit Beginn Oligozän (Rupel)
 - *2. Karte der Tiefenlage der Quartärbasis
 3. Karte der Tiefenlage der Oberfläche der marinen bzw. limnischen Ablagerungen des Holstein-Interglazials (nur deutsches Gebiet)
- Zusatzkarten, Maßstab 1 : 5 000 000
- *4. Rezente vertikale Bewegungen (A. FRISCHBUTTER, G. SCHWAB, D. STROMEYER, U. LEMGO)
 5. Rezentenes Stressfeld (G. GRÜNTAL)
 6. Erdbeben-Epizentren (G. GRÜNTAL)
 - *7. Tiefenlage der Moho-Diskontinuität (R. AIZBERG, R. G. GARETZKI, G. KARATAEV, G. SCHWAB)
 - *8. Karte des Wärmefflusses [aus E. HURTIG et al. (eds.): Geothermal Atlas of Europe, 1992]

9. Neotektonische Rayonierung (A.K. KARABANOV)

In der Mitarbeit am vorgestellten IGCP-Projekt fand Günther Schwab eine Möglichkeit, über seine umfangreiche Tätigkeit als Direktor des LGRB hinaus auch weiterhin wissenschaftlich zu arbeiten.

In diesen letzten Jahren wissenschaftlicher Tätigkeit verband den Verfasser die gemeinsame Arbeit am genannten IGCP-Projekt sehr eng mit dem Betrauten. Sie erstreckte sich auf die Bearbeitung des deutschen Gebietsanteils, hauptsächlich nach den Unterlagen, die von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hannover), den Geologischen Landesämtern der beteiligten Bundesländer sowie von anderen geowissenschaftlichen Einrichtungen zur Verfügung gestellt worden sind. Den Leitern dieser Einrichtungen und ihren Mitarbeitern sei auch hier unser herzlichster Dank dafür ausgesprochen, den Günther Schwab gewiß noch selbst gern abgestattet hätte.

Als einer der stellvertretenden Projektleiter und als Länderrepräsentant für Deutschland hat Günther Schwab wesentlichen Anteil an der inhaltlichen und optischen Gestaltung der Karten, vor allem durch die Übernahme von deren Herstellung sowie der Zusammenfügung der territorialen Begleittexte zum Gesamttext. Dessen Endfassung ist, nach einer ersten, von ihm und dem Verfasser erarbeiteten Version, nunmehr vom Projektleiter und seinen Mitarbeitern in Minsk übernommen worden. Zusätzlich wurden umfangreiche wissenschaftsorganisatorische Aufgaben bewältigt wie die Durchführung von Arbeits- und Redaktionstreffen, Berichterstattungen u. a. Hervorzuheben ist, daß Günther Schwab alle diese Arbeiten neben seinen umfangreichen und schwierigen Aufgaben, die ihm der Aufbau eines geologischen Landesamtes stellte, auf sich genommen hat.

Aus der Fülle des von der internationalen Wissenschaftlergruppe erarbeiteten Materials konnte der Verfasser nur wenige Punkte herausgreifen und auf Fragen, mit denen sich Günther Schwab besonders beschäftigt hat, hinweisen. Da darüber bereits Veröffentlichungen vorliegen (GARETSKY et al. 1995, LUDWIG & SCHWAB 1995, SCHWAB & LUDWIG 1996) und eine ausführliche Darstellung im Textband zu den Karten sich in der Fertigstellung befindet, wird hier nur kurz berichtet. Während des Vortrags waren die bis auf geringe Korrekturen fertig vorliegenden Fas-

sungen der Karten im Aushang. Die Karten, an deren Fassung sich der Betrauerte besonders beteiligt hat, sind in der Aufzählung mit einem Stern versehen.

2. Ausgewählte Fragen und Ergebnisse

Die vertikalen Krustenbewegungen sind aus der Differenz zwischen der ursprünglichen und der rezenten Lage der Bezugsfläche (relativ zum rezenten Meeresspiegel) ermittelt und dabei atektonische Vertikalverschiebungen eliminiert worden. Aus stratigraphisch-faziellen Gründen muß eine etwas diachrone, nach E jünger werdende Bezugsfläche in Kauf genommen werden, im Karpatenraum die Basis der Miozänablagerungen (Abb. 1). Aus der Karte der vertikalen Bewegungsamplituden geht hervor, daß Senkungen und Hebungen die gleiche Größenordnung einhalten (Abb. 2). Die Beträge sind in der Westeuropäischen Tafel (WET) jedoch fast um eine Zehnerpotenz größer als in der Osteuropäischen Tafel (OET). Das trifft sowohl für die weitspannigen bruchlosen als auch die engräumiger differenzierten rupturellen Bewegungen zu.

Senkungen im Roer-Niederrhein Graben und der Nordsee-Depression bis zu $> 1\,500$ m, im Zentralgraben letzterer (außerhalb des Kartengebiets) bis zu $2\,500$ m, stehen Hebungen bis zu $> 2\,500$ m im Karpatenorogen gegenüber, während auf der OET nur bis zu 250 m Senkung im Bereich der Zentralen Ostsee und bis zu 350 m Hebung in der Ukrainischen Hebungszone erreicht worden sind.

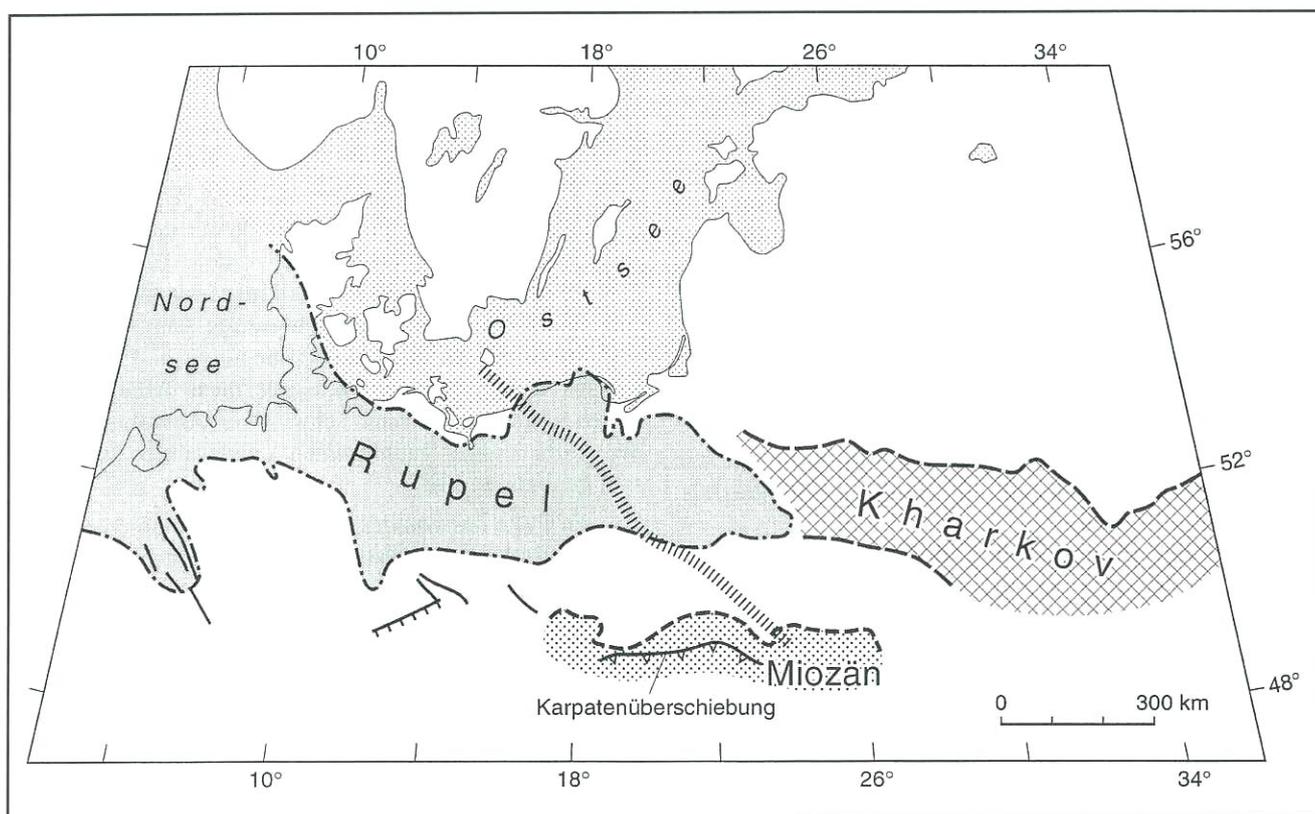
Im Bild sowohl der bruchlosen als auch der bruchschollentektonischen Deformationen treten alte, auf der WET spätvariszisch angelegte und danach fortentwickelte Strukturen erneut in Erscheinung. So wiederholen die Nordsee- und die Mitteleuropäische Depression die im Perm ausgebildete, aus dem Nordseegebiet nach SE vorgreifende Norddeutsch-Polnische Senke. Die Hessische Senke und der Ohře-Graben liegen ebenfalls über alten Schwächezonen.

Aus der Bewegungsanalyse resultiert, daß die Höhepunkte der Vertikalverschiebungen im Miozän sowie im Spätoligozän bis Altquartär lagen und in allen großtektonischen Einheiten ungefähr gleichzeitig eingetreten sind. Die durchschnittlichen vertikalen Verschiebungsraten ergeben für das Quartär zum Teil erhebliche Steigerungen. Da die neotektonischen Bewegungen ungleichmäßig abgelaufen sind und sie sich für das Quartär auf eine erheblich kürzere Zeitspanne beziehen, sagt das wenig über die vorübergehend tatsächlich erreichten Bewegungsgeschwindigkeiten aus, jedoch ist eine rapide Abnahme der Mobilität zur Gegenwart hin daran nicht zu erkennen.

Ferner kam es zu Bewegungsinversionen. Markanteste darunter ist die kräftige Hebung der östlichen Randzone der Nordsee-Depression seit Ende Oligozän zusammen mit der Heraushebung des Norwegischen Gebirges, die fast bruchlos erfolgt ist (DORE 1992, JENSEN & SCHMIDT 1993). Sie lehnt sich auf weite Erstreckung an das Kale-

Abb. 1

Nachweisbereiche der verwendeten stratigraphischen Referenzflächen: Basis der Rupel-, Top der Kharkov-, Basis der Miozänschichten



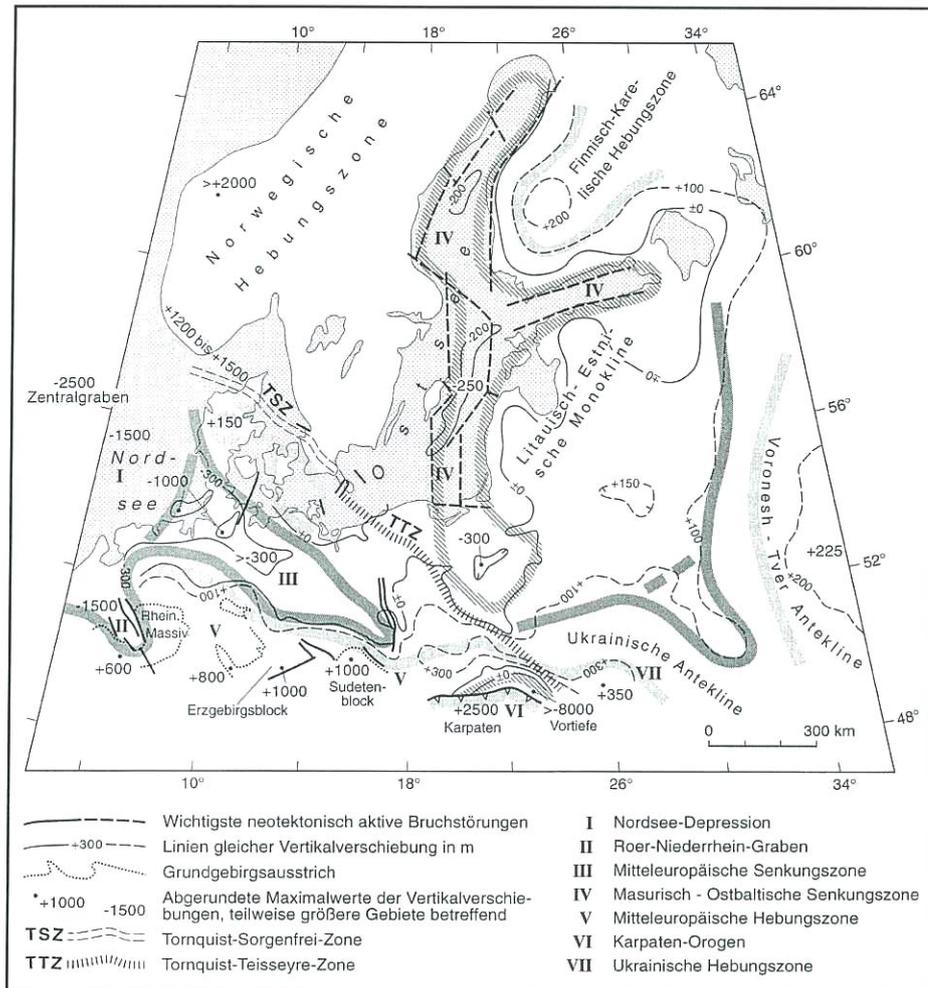


Abb. 2

Wichtige neotektonische Hebungs- und Senkungsgebiete, maximale Vertikalbewegungen (nach Unterlagen des IGCP-Projekts 346, map No. 1)

donidenorogen an. Die hohe Intensität der Vertikalverschiebungen im Bereich Südnorwegens dürfte hier auf das Zusammentreffen mit Nachbewegungen in der seit der Oberkreide invertierten Tornquist-Sorgenfrei-Zone beruhen. Dagegen ist die nach SE sich anschließende Tornquist-Teisseyre-Zone neotektonisch kaum aktiv geworden, abgesehen von geringen Bewegungen auf Querbrüchen (OSTAFICZUK 1995).

Auffallendster Unterschied zwischen WET und OET im Kartenbild ist das ausgeprägte Netz neotektonisch aktiver Brüche, häufig mit Seitenverschiebung, in letzterer. Dieser Unterschied ist im wesentlichen geologisch, durch den unterschiedlichen Bau und das unterschiedliche neotektonische Verhalten der beiden Einheiten bedingt. In der WET sind die Brüche im Tieflandsbereich unterrepräsentiert, wegen der dämpfenden Wirkung der mächtigen Salzlager im Untergrund und der mächtigen Lockergesteinsdecken, die der OET im Kartenbereich weitgehend fehlen. Außerdem erforderten diese Unterschiede verschiedenartiges methodisches Vorgehen auf den beiden Tafeln. Deshalb steckt im Kartenbild für die OET auch ein größerer Anteil an Interpretation.

Bedeutendste bruchtektonische Elemente sind in der WET Roer-Niederrheingraben, Hessische Senke, Ohře-Graben und eine NNW-SSE verlaufende Grabenzone in Polen. Ihre Hauptaktivitäten lagen im Neogen bis Frühquartär. Die grabenartigen Einsenkungen in der Ostsee-Depression lassen sich zeitlich nicht genau einordnen.

Sie werden erstmals durch das Eindringen des interglazialen Holstein-Meeress deutlich (KARABANOV et al. 1994). Wahrscheinlich gehen diese Absenkungen zeitlich weiter zurück. Das läßt sich aus den Formen der Quartärbasisfläche ableiten (s. u.).

Die Bruchschollentektonik hat in der WET Weitungscharakter. Einengungen sind außerhalb des Karpatenorogens nur lokal zu beobachten. In den Hebungszonen hat die Bruchtektonik die Aufwölbung und den Begleitvulkanismus unterstützt. Umgekehrt sind durch diesen vulkanotektonische Einbrüche ausgelöst worden (z. B. im Ohře-Graben, im Zittauer Becken in Ostsachsen). Der Neovulkanismus blieb auf die Hebungsbereiche beschränkt und erreichte seine Höhepunkte im Neogen, während Höhepunkten der neotektonischen Bewegungen.

Die Karte der Quartärbasis ist charakterisiert durch die tiefen glazialen Rinnen. Mit deren Entstehung und ihrer Verbreitung hat sich Günther Schwab sehr intensiv beschäftigt und besonders die Frage diskutiert, ob ihre ungewöhnliche Tiefe in Norddeutschland (bis ca. 500 m) auf der Durchschneidung eines glazialisostatischen Randwulstes und dessen späterem Zurücksinken beruhen kann. Diese Frage bleibt offen. Nicht befriedigend beantwortet ist ferner das Problem des Richtungswechsels der Rinnen von N–S in NW-Deutschland in NE–SW in Nordostdeutschland sowie der geringeren Tiefe der Rinnen (sehr selten > 200 m) auf dem polnischen Territorium und des Richtungswechsels dort in vorwiegend E–W. Wahrscheinlich haben die Bruchstrukturen des Untergrundes einen gewissen Einfluß auf die Ausbildung des Rinnensystems ausgeübt. Dafür sprechen die auffallenden Richtungsbeziehungen. Eine meridionale Schwächezone im Oder-Neiße-Gebiet dürfte die veränderten Verhältnisse östlich davon mitbewirkt haben.

Enge Beziehungen der Rinnen zu alten Bruchstrukturen und deren neotektonische (plus glazialisostatische) Reaktivierung werden für das Baltikum herausgestellt und die Rinnen als glazial überarbeitete, präglazial angelegte Paläotäler interpretiert (ŠLIAUPA, REPECKA et al. 1995, ŠLIAUPA, ŠLIAUPA et al. 1995). Die ebenfalls geringe Tiefe, meist nur einige 10 m, ist durch das härtere Substrat bedingt (altpaläozoische Gesteine), in das sie hier eingeschnitten sind. Dieses Rinnensystem, dem das rezente Flußnetz weitgehend folgt, ist auf die Zentrale Ostseesenke und den Finnischen Meerbusen hin orientiert. Das bedeutet, daß diese Gebiete schon in präglazialer Zeit (vorestzeitlich) relativ zur Umgebung eingesunken waren und daß diese Differenzierung vor dem Eindringen des Holstein-Interglazialmeeres existierte. Dabei handelt es sich um postume Einsenkungen über alten Strukturen (ŠLIAUPA, REPECKA et al. 1995). Darauf weist ferner die umfangreiche Erhaltung ungefalteter präkambrischer und kambro-ordovizischer Sedimente im Bottnischen Meerbusen und bis ins Gebiet um die Åland-Inseln hin. Bei langfristiger schildförmiger Aufwölbung Fennoskandias wären diese im Wölbungszentrum zuerst abgetragen worden. Die jüngste Aufwölbung würde unter der Annahme, daß die glazialisostatische Hebung bereits vor einigen Jahrtausenden abgeklungen war, eine völlig neue tektonische Erscheinung darstellen.

Für das Untersuchungsgebiet ergibt sich, daß die neotektonische Entwicklung im wesentlichen die Entwicklung der vorhandenen Strukturen bruchlos sowie bruchtektonisch postum fortsetzt. Darin gleichen sich WET und OET, während im einzelnen deutliche Mobilitätsunterschiede zu beobachten sind, entsprechend dem unterschiedlichen Verhalten beider Tafelgebiete im gesamten Phanerozoikum. Ergebnis ist eine kräftige Reliefverstärkung im Hebungsbereich auf der WET unter Bildung von Morphostrukturen einer seit dem Perm nicht wieder erreichten Ausprägung.

Östlich der Insel Bornholm ist die Ostsee-Depression vorwiegend durch tektonische Einsenkung, mehr oder weni-

ger begleitet von Brüchen, und daneben exarativ geformt worden, während für das Seegebiet westlich davon, westlich der Tornquist-Teisseyre-Zone, der exarative Anteil größer ist. Davon zeugen die zahlreichen Stauchmoränen in den Küstenregionen. Von der Insel Rügen bis zur dänischen Insel Seeland hat eine neotektonische Schwellenbildung das Vordringen der Interglazialmeere behindert und im Holozän den Ancylus-See im SW begrenzt. Noch heute bedingt sie die schmalen Verbindungen zum Kattegat.

Die Einsenkungen im Bereich der Zentralen Ostsee relativ zur Umgebung dürften schon präglazial (volestzeitlich) eingesetzt haben. Durch die pleistozänen Vereisungen sind die Hauptzüge der präexistenter Morphologie nicht ausgelöscht, nur abgeschwächt worden. Die strukturbildenden Bewegungstrends des Untergrunds sind in der Quartärbasisfläche erkennbar geblieben.

Unter Berücksichtigung seiner kurzen Dauer dürfte die tektonische Mobilität im Quartär im Untersuchungsgebiet nicht geringer gewesen sein als im Tertiär. Es muß damit gerechnet werden, daß das jüngere Quartär nur eine tektonisch ruhigere Periode zwischen belebteren ist, eine Erkenntnis von erheblicher praktischer Bedeutung.

Schon diese gerafften Ausführungen dürften zeigen, daß die Arbeiten am Projekt „Neogeodynamica Baltica“ wesentliche Fortschritte gebracht haben und daß darüber hinaus die Ergebnisse gute Ansätze für gezieltes Angehen verbleibender sowie neu aufgetauchter Fragestellungen liefern.

Literatur

- DORE, A. G. (1992): The Base Tertiary Surface of southern Norway and the northern North Sea. - *Norsk Geol. Tidsskr.*, **72**, 3, 259–265, Oslo
- GARTSKY, R. G., LEVKOV, E. A., OSTAFICZUK, ST. & G. SCHWAB (1995): Neogeodynamic map of the Baltic Sea Depression and Adjacent Areas. - *Internat. Union Quater-nary Res. XIV. Congress, Berlin 1995, Abstracts, Terra Nostra 2*, p. 89, Bonn
- HURTIG, E., CERMÁK, V., HAENEL, R. & V. ZUI (eds., 1992): *Geothermal Atlas of Europe*. - Gotha: Hermann Haack Geograph-Kartograph. Verlagsgesellschaft m.b.H., 165 S., 111 Kart.
- JENSEN, L. N. & B. J. SCHMIDT (1993): Neogene Uplift and Erosion Offshore South Norway: Magnitude and Consequences for Hydrocarbon Exploration in the Farsund Basin. - *Spec. Publ. Europ. Assoc. Petrol. Geoscientists No. 3*, 79–88, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag
- KARABANOV, A. K., GARETZKI, R. G., LEVKOV, E. A. & R. E. AIZBERG (1994): Zur neotektonischen Entwicklung des südöstlichen Ostseebeckens (Spätoligozän-Quartär). - *Z. geol. Wiss.*, **22**, 1/2, 271–274, Berlin
- LUDWIG, A. O. & G. SCHWAB (1995): Neogeodynamica Baltica – ein internationales Kartenprojekt (IGCP-Projekt Nr. 346). Deutsche Beiträge zur Charakterisierung der vertikalen Bewegungen seit Beginn des Rupelian (Unteroligozän) bzw. seit Ende der Holstein-Zeit. - *Brandenburgische Geowissenschaftliche Beiträge* **2**, 2, 47–57, Kleinmachnow

- OSTAFICZUK, ST. (1995): Impact of Poland's geological structure on neogeodynamics. - Technika Poszukiwań Geologicznych, Geosynoptika i Geotermia **34**, 3, 79–107, Kraków
- SCHWAB, G. & A. O. LUDWIG (1996): Zum Relief der Quartärbasis in Norddeutschland. Bemerkungen zu einer neuen Karte. - Z. geol. Wiss., **24**, 3/4, 343–349, Berlin
- ŠLIAUPA, A., REPECKA, M. & J. STRAUME (1995): The subquaternary relief of the eastern Baltic sea and adjacent territory. - Technika Poszukiwań Geologicznych, Geosynoptyka i Geotermia **34**, 3, 75–78, Kraków
- ŠLIAUPA, A.; ŠLIAUPA, S.; STRAUME, J., 1995: Peculiarities of neotectonic investigation in the Baltic Sea area. - Technika Poszukiwań Geologicznych, Geosynoptyka i Geotermia **34**, 3, 67–73, Kraków

Anschrift des Autors:

Dr. habil. Alfred O. Ludwig
Auf dem Kiewitt 12
14471 Potsdam

BUCHBESPRECHUNG

Ulrich Wutzke: **Durch die weiße Wüste. Leben und Leistungen des Grönlandforschers und Entdeckers der Kontinentaldrift Alfred Wegener**

Reihe EDITION PETERMANN

Justus Perthes Verlag Gotha 1997, 240 S., 80 Abb.

ISBN 3-623-00354-9

In der Edition Petermann legt der Justus Perthes Verlag die von Ulrich Wutzke hervorragend recherchierte und fesselnd geschriebene Publikation zu Leben und Leistung des Ausnahmewissenschaftlers Alfred Wegeners vor, die sich durch für die Wegenerforschung neue Untersuchungsergebnisse ebenso auszeichnet wie durch Druckqualität und solides Layout.

Das Lebenswerk Alfred Wegener, der sich schwerlich nur einer Wissenschaftsdisziplin zuordnen läßt, entwickelte sich wie zwangsläufig, seit ihm Männer wie der dänische Polarforscher Ludwig Mylius-Erichsen den Forscherdrang-Bazillus einpflanzten; allerdings fiel dieser schon auf einen fruchtbaren Nährboden, und der so fast beiläufig gemeinsam mit seinem Bruder Kurt erzielte Ballonfahrer-Weltrekord kündigte omenhaft diesen Höhenflug an, und das, obwohl Alfred Wegener die Akzeptanz seiner (aus der Sicht eines Geologen) wohl nachhaltigsten wissenschaftlichen Leistung zur Drift der Kontinente, deren erste Veröffentlichung sich in diesem Jahre zum 85. mal jährte, nicht mehr erleben konnte.

Obwohl sich Alfred Wegener in seiner wissenschaftlichen Tätigkeit sehr der akademischen Forschung verpflichtet fühlte, offenbaren die vom Autor durch ausführliche und kontinuierlich über viele Jahre ausgeführten Quellenstudien, Gespräche mit Familienangehörigen und Forscherkollegen vermittelten Einblicke einen auch sehr praktisch veranlagten Forscher, der sich mit Umsicht und Verantwortungsbewußtsein um das Wohl seiner Expeditionskameraden sorgte. Durch die Einflechtung reportageartiger Passagen aus der Feder Alfred Wegeners und seines Umfeldes gelingt es dem Autor, den Leser durch hochgradige Authentizität der Berichterstattung zu fesseln und ihm das Gefühl des Dabeiseins zu vermitteln. Hiervon profitieren insbesondere die auf die Grönlandfahrten gerichteten Kapitel. Diese inhaltliche Betonung geht m. E. zu Lasten der Würdigung der Bemühungen Alfred Wegeners um die Akzeptanz seiner geodynamischen Vorstellungen, wie zur Drift der Kontinente und zur Genese der Einschlagkrater. In Verbindung mit den Polarforschungen zeigen die letztgenannten Themenkomplexe die bewundernswerte gedankliche Breite Alfred Wegeners und seine Hauptzielstellung – *die Erkenntnis des Baus der Welt* – wie sein Bruder Kurt schon 1932 so treffend schrieb.

Die intensiven Bemühungen U. Wutzkes um Einsicht in bisher nur schwer zugängliche Quellen, wie den Archivbeständen der Universität Dorpat, erschließen auch jetzt

noch bisher ungenügend berücksichtigte Aspekte des Wirkens Alfred Wegeners. Durch die leichtverständliche und dennoch korrekte Lebensdarstellung eines großen Naturwissenschaftlers unseres Jahrhunderts sollte diesem seitens des Verlages gut ausgestatteten Buch sowohl bei naturwissenschaftlich als auch wissenschaftshistorisch interessierten Lesern eine positive Aufnahme gewiß sein. Dem biographisch am Lebenswerk Alfred Wegeners interessierten Leser wird zudem im Literaturverzeichnis das Erscheinen der Quellendokumentation in den vom Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung herausgegebenen Berichten zur Polarforschung angezeigt.

Dem 240 Seiten umfassenden Werk ist eine positive Aufnahme zu wünschen.

Werner Stackebrandt

Brandenburgische Geowiss. Beitr.	Kleinmachnow	4 (1997), 1	S. 55 – 66	6 Abb., 11 Lit.
----------------------------------	--------------	-------------	------------	-----------------

Beziehungen zwischen den Hauptlithosphären Grenzen im Westen des Osteuropäischen Kratons (IGCP Projekt 346)



RADIM G. GARETSKY, ROMMA E. AIZBERG, ALEXANDER K. KARABANOV
& GERMAN I. KARATAEV

IGCP Projekt No. 346
Neogeodynamica Baltica

Der von der Teisseyre-Tornquist-Zone (TTZ) begrenzte Westteil des Osteuropäischen Kratons (OK) schließt in sich fast alle Haupttypen von Strukturelementen der alten Plattform ein. Hier befinden sich einige in früheren Etappen der Erdkrustenakkretion gebildeten wichtigen Fundamentstrukturen wie der Polnisch-Litauische und Belarussisch-Baltische Granulitgürtel, das Bragin-Granulitmassiv, der Osniz-Mikaschewitschi vulkano-plutonische Gürtel u. a. In der Deckgebirgsstruktur werden folgende tektonische Hauptelemente unterschieden: Der Ukrainische Schild und Teile des Baltischen Schildes, die Russische und Volyn-Asowsche Platte, die Belarussische Anteklise und die Voronezh-Anteklise, die periphere Baltische und innere Moskau-Syneklise, die riphäischen Volyn-, Orscha- und Dnepr-Paläorifte, der passive frühpaläozoische Baltikum-Dnestr Kontinentalrand.

Die letzten Untersuchungen zeigen, daß für die im Oligozän-Quartärkomplex auftretenden neotektonischen Strukturen besondere tektonische Merkmale charakteristisch sind. Zu den besonders großen neotektonischen Strukturen gehören die Baltisch-Belarussische Syneklise mit dem Ostbaltischen und Finnischen Grabensystem sowie der Litauisch-Estnischen Monokline, die Voronezh-Tver-Anteklise, die Ukrainische Anteklise, die Dnepr-Syneklise sowie der östliche Teil der Zentraleuropäischen Hebungzone.

Die Lithosphärentektonik im Osten des OK wird am deutlichsten im Bau der Hauptgrenzflächen: Fundamentoberfläche als Grenze des konsolidierten Stockwerks der Erdkruste, Moho und Asthenosphäre. Die neotektonische Struktur des oberflächennahen Deckgebirges, der sedimentär-effusiven Hülle, wird vom Bau des Oligozän-Quartärkomplexes beeinflusst. Die Beziehungen zwischen den genannten Grenzen lassen die Hauptzüge der Lithosphärenrevolution im Osten des OK mindestens in den spätproterozoischen und phanerozoischen Etappen nach der Akkretion seiner Krustenblöcke erkennen.

Bau der Fundamentoberfläche

Zu den größten Strukturen im Osten des OK gehören die Baltische Syneklise, die Moskau-Syneklise (südwestliche Flanke), die Podlesie-Brest-, die Orscha- und Volyn-Senken, der Pripjat- und Dneprgraben, die Belarussische und Voronezh-Anteklisen, der Lettische, Polessische und Zhlobin-Sattel (Abb. 1).

Die *Baltische Syneklise* ist eine große, unvollständig kreisförmige Struktur (600 × 400 km), die sich im Osten zentrikonal schließt und sich im Westen zur TTZ öffnet. Die Hauptetappe ihrer Entwicklung kann man als kaledonisch einstufen. Im Norden wird die Baltische Syneklise von der Litauisch-Estnischen Monokline und im Osten vom Lettischen Sattel begrenzt. Im Süden trennt der Suvalki-Bruch die Baltische Syneklise von der Belarussischen Anteklise. Die Baltische Syneklise gehört zum Baltikum-Dnepr-System der Perikratonsenkungen, das sich entlang des südwestlichen Randes des Osteuropäischen Kratons mehr als 1 500 km erstreckt. Das Fundament senkt sich in der Syneklise nach Westen von 0,8 bis auf 3,0 km und zum Teil noch tiefer (Abb. 2). Die Ablagerungen des Deckgebirges sind mit allen stratigraphischen Systemen vertreten. Unter diesen überwiegen die unterpaläozoischen Sedimente.

Innerhalb der Baltischen Syneklise werden kimmerisch-alpidische Strukturen wie die Polnisch-Litauische Senke, die Mittelbaltische Senke und die Estnische Monokline unterschieden (Tektonika Pribaltyki, 1979).

Die *Podlesie-Brest-Senke* ist eine weitere Struktur in dem perikratonalen Baltikum-Dnepr-Senkungssystem. Sie wurde auch während der kaledonischen Entwicklungsetappe gebildet, aber ihre Größe ist wesentlich geringer als die der Baltischen Syneklise. Der Svislotsch-Bruch trennt diese Struktur im Norden von der Belarussischen Anteklise. Im Osten stößt die Podlesie-Brest-Senke an den Polessischen Sattel, im Süden wird sie durch den breitenparallelen Nord-Ratno-Bruch vom Lukow-Ratno-Horst getrennt und im Südwesten von der TT-Linie begrenzt. Die Senkenstruktur ist im Osten geschlossen und nach Westen geöffnet. Ihre Längserstreckung beträgt etwa 350 km, ihre Breite schwankt zwischen 90 und 130 km. Die Fundamentoberfläche senkt sich in westlicher Richtung bis auf 9 km Tiefe ab.

Die *Orsha-Senke* (300 × 250 km), die als Rest der riphäisch-frühwendischen Paläosenke von Volyn-Orscha betrachtet wird, befindet sich im Nordosten des Untersuchungsgebietes. Ihre Nachbarstrukturen sind das begrabene Vilejka - Hebungsgebiet der Belarussischen Anteklise und der Lettische Sattel im Westen, das begrabene Bobrujsk-Hebungsgebiet, der Zhlobin-Sattel und das begrabene Surazh-Hebungsgebiet der Voronezh-Anteklise. Im

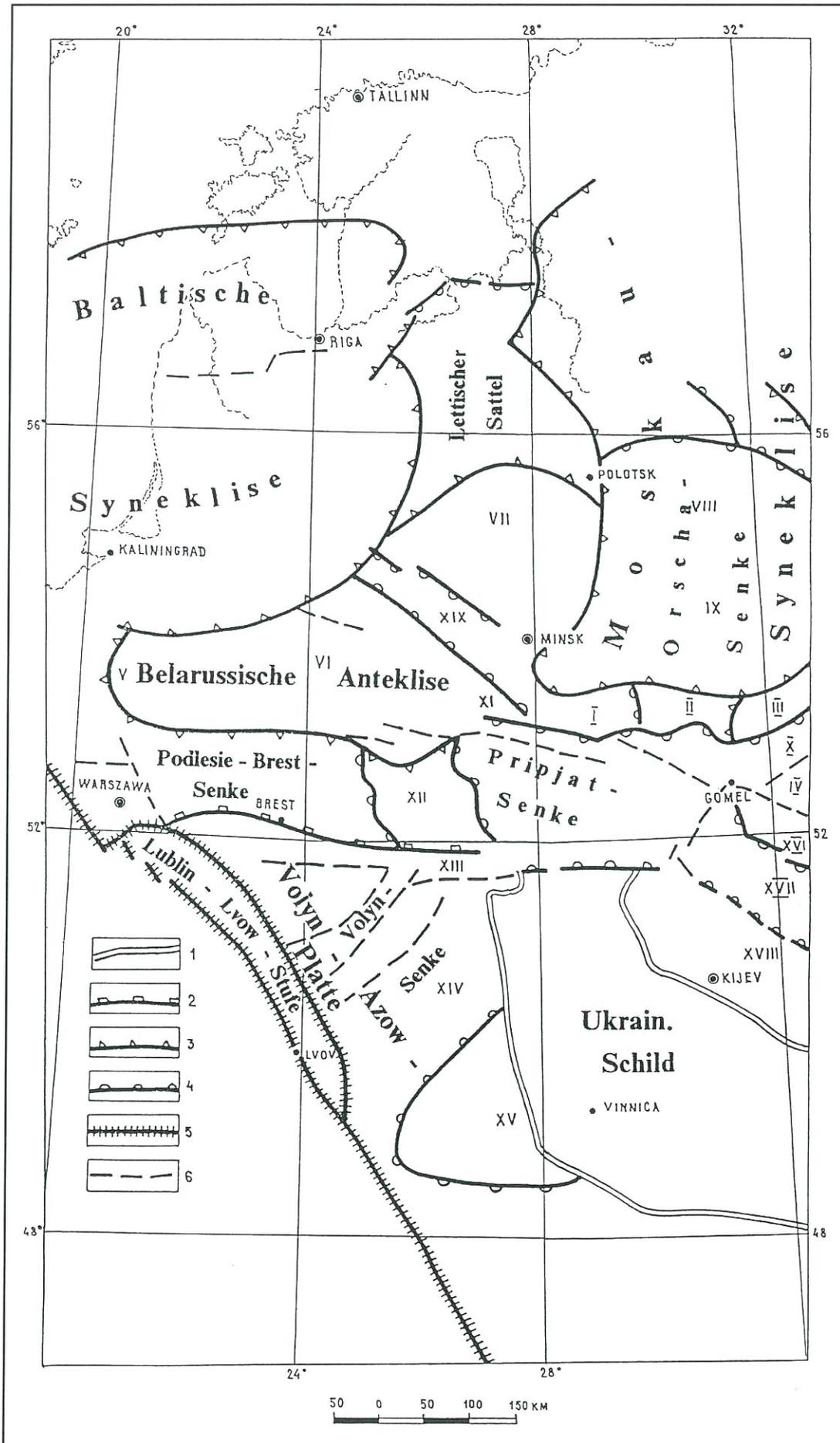


Abb. 1
Tektonische Rayonierung des Westteiles des Osteuropäischen Kratons

I - Bobrujsk Hebung, II - Zhlobin-Sattel, III - Jartzevo-Hebung, IV - Gremjatschi-Hebung, V - Masurische Hebung, VI - Zentral-Belarusisches Massiv, VII - Vitljka-Hebung, VIII - Vitebsk-Mulde, IX - Mogilev Mulde, X - Klimty-Graben, XI - Bobovnja-Graben, XII - Po-lessischer Sattel, XIII - Lukov-Raino-Horst, XIV - Rovno-Monoklinale, XV - Moldavische Hebung, XVI - Nord-Dnepr Monoklinale, XVII - Dnepr-Graben, XVIII - Süd-Dnepr Mono-klinale, XIX - Volozhin-Graben;
1 - Grenze des Ukrainischen Schildes, 2 - Grenze der Russischen und Volyn-Podolischen Tafel, 3 - Strukturen erster Ordnung, 4 - Strukturen zweiter Ordnung, 5 - Grenze des Osteuro-päischen Kratons, 6 - überregionale und regionale Brüche

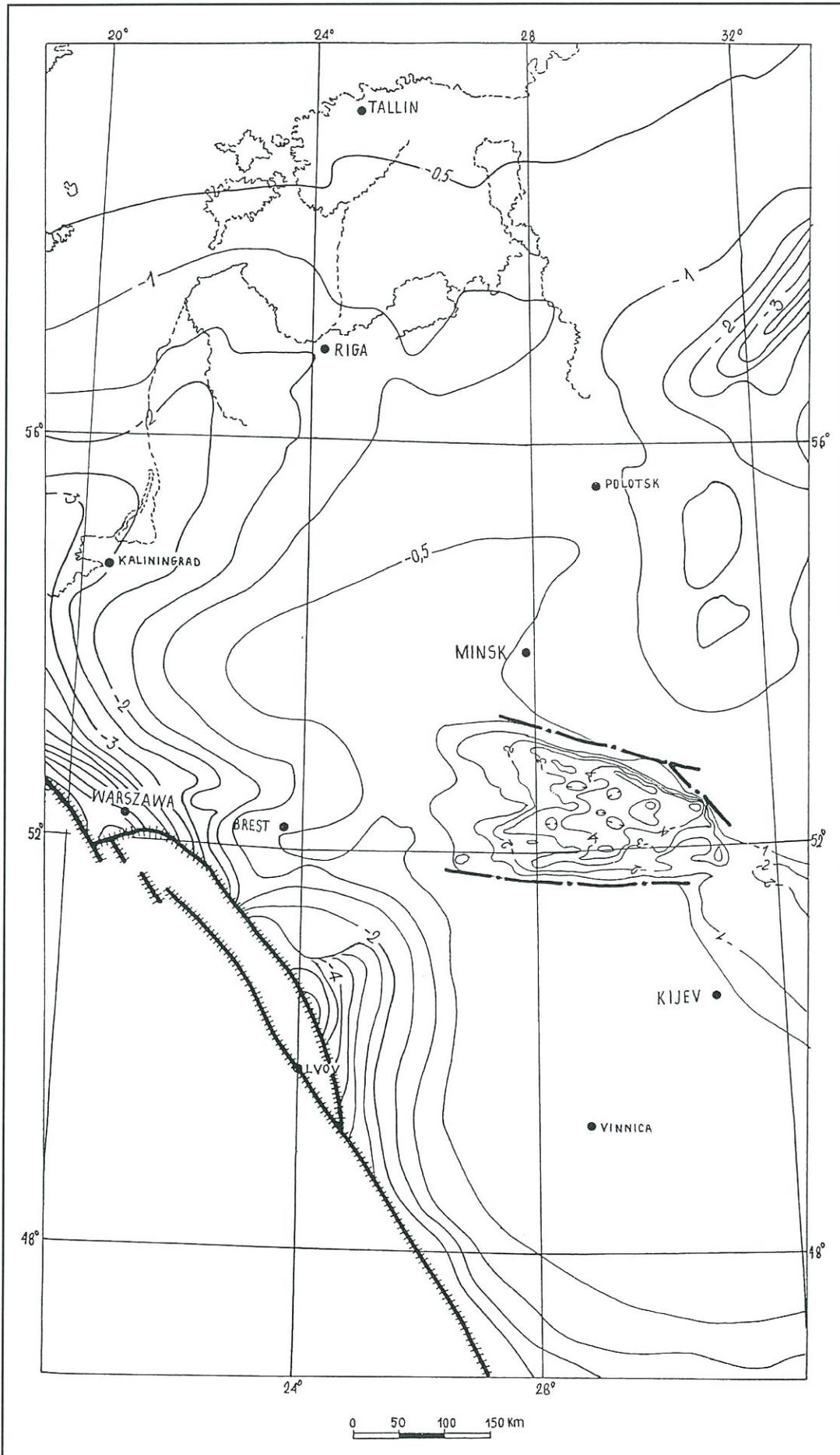


Abb. 2
Relief des Fundaments im Westteil des Osteuropäischen Kratons (Tiefenlage der Fundamentoberfläche in km)

Norden öffnet sich die Orscha-Senke und geht über in die Toropezk-Vjasma-Senke. Zum Zentrum der Orscha-Senke hin taucht die Fundamentoberfläche allmählich bis zur maximalen Tiefenlage von 1,6 und 1,4 km (Vitebsk- und Mogilev-Mulde) ab. Das Deckgebirge in der Orscha-Senke enthält Bildungen des Riphäikum und Vendium sowie Sedimente des Devon-, Unterkarbon, Mesozoikum und Känozoikum. Die in der Fundamentoberfläche ausgeprägte Vitebsk- und Mogilev-Mulde und der Zentrale Orscha-Horst der Orscha-Senke riphäisch-untervendische Strukturstage erkennbar. Die überlagernden Sedimentkomplexe bilden den südwestlichen Rand der Moskauer-Syneklise.

Im Südosten des Gebietes befindet sich eines der größten paläozoischen Aulakogene des OK: Die Pripjat-Senke und die Dnepr-Donetz-Senke. Sie werden voneinander durch den Bragin-Loev-Sattel getrennt.

Die *Pripjat-Senke* besteht aus zwei Teilen: Die eigentliche Pripjat-Senke und die Nord-Pripjat-Schulter. Im Süden teilt der Süd-Pripjat-Randbruch die Pripjat-Senke vom Ukrainischen Schild, im Norden wird die beschriebene Senke durch den Nord-Pripjat-Randbruch sowohl von der Belarussischen Anteklise, als auch vom Zhlobin-Sattel und dem Gremjatschi-Hebungsgebiet der Voronezh-Anteklise getrennt. Im Osten liegt der Bragin-Loev-Sattel zwischen den Pripjat- und Dnepr-Donetz-Senken; im Westen grenzt der Polessische Sattel an die Pripjat-Senke. Die maximale Länge der Senke erreicht 280 km, ihre Breite beträgt im Mittel etwa 150 km. Den Hauptteil des Deckgebirges in der Senke nehmen Sedimente des Oberdevon und Karbon ein. Innerhalb des Devon werden zwei Schichtserien mit Salzlagern ausgehalten. Der Bau der Pripjat-Senke ist ziemlich kompliziert. Ein System aus Mantel- und Krustenbrüchen teilt diese Struktur in eine Reihe von Großblöcken oder Stufen (Monokline), die hauptsächlich breitenparallel der Längserstreckung orientiert sind. Für den unter dem Salz liegenden Sedimentkomplex ist ein überwiegend blockartiger Bau typisch, die Sedimente zwischen den beiden Salzlagern haben hauptsächlich Bruchschollenbau, und über dem Salz herrscht Faltenbau vor. Die Zunahme des Faltenanteils von unten nach oben ist sowohl mit dem Abklingen der Bruchtektonik in dieser Richtung, als auch mit der intensiven Entwicklung der Salztektonik in den Frasn- und Famenneablagerungen verbunden.

Die listrischen Nord-Pripjat- und Süd-Pripjat-Mantelbrüche gehören zu den superregionalen Dehnungssystemen, die das Sarmatian-Turan-Transplattform-Lineament begrenzen. Große Bedeutung für die tektonische Rayonierung der Pripjat-Senke hat ihr quer verlaufender zonarer Bau. Diese Zonen werden von überwiegend nordnordöstlichen Brüchen kontrolliert, die sich im Deckgebirge in Form von Flexuren oder Bruchzonen widerspiegeln und in der geomagnetischen Karte als Anomalien hervortreten.

Die *Belarussische Anteklise* nimmt einen großen Teil des OK ein. Die Anteklise begrenzen entweder Brüche, oder ihre Flanken gehen allmählich in die Nachbarstrukturen über. Diesen Flanken sitzen viele begrabene positive Strukturen auf: Masur-, Bobrujsk-, Iwazewitschi- und

Vilejka-Hebungsgebiete. Innerhalb des Vilejka-Hebungsgebietes befindet sich der Volozhin-Graben.

Der *Polessische Sattel* (120 × 95 km) hat eine submeridionale Orientierung und liegt einerseits zwischen der Podlesie-Brest-Senke und der Pripjat-Senke und verbindet andererseits den Ukrainischen Schild mit der Belarussischen Anteklise.

Der *Lettische Sattel* (200 × 150 km) trennt die zwei größten negativen Strukturen im Westen des OK und zwar die Baltische Syneklise von der Moskauer-Syneklise. Gleichzeitig verbindet diese Struktur die Belarussische Anteklise mit der Voronezh-Anteklise. Die Voronezh-Anteklise ist in den Westteil des OK mit seiner südwestlichen Periklinalzone eingedrungen und wird vom Klinzy-Graben in die Surazh- und die Gremjatschi-Hebungsgebiete geteilt.

Der *Lukow-Ratno-Horst* befindet sich südlich von der Podlesie-Brest-Senke. Er erstreckt sich von Westen nach Osten über 350 km und ist 13–40 km breit.

Noch südlicher liegt die *Volyn-Senke* (310 × 185 km). Ihre Nachbarstrukturen sind der Ukrainische Schild, die Nordmoldavische Hebung und die Lublin-Lwow-Senke. Innerhalb der Volyn-Senke befinden sich der Wladow-Graben und der Luzk-Graben sowie der Kovel-Horst. Dem südöstlichen Teil der Senke ist die Rovno-Monokline vorgelagert.

Form der Moho-Oberfläche.

Die Moho-Karte wurde nach den Unterlagen von GRABOWSKA & RACZYNSKA 1984, GRAD u. a. 1986, 1994 (Polen), KARATAEV & PASCHKEWITSCH 1986 (Belarus und Baltische Staaten), TSHEKUNOW u. a. 1990 (Ukraine) zusammengestellt. Die tiefeisemische Sondierung (TSS) hat einen unterschiedlichen Detaillierungsgrad. Am dichtesten ist das Netz von TSS-Profilen auf dem Ukrainischen Schild und entlang der Teisseyre-Tornquist-Zone. Dort gestatten es die TSS-Daten, die Moho-Oberfläche genügend sicher zu kartieren. In anderen Teilen des Untersuchungsgebietes gibt es nur wenige TSS-Profile. Deshalb liegen hier der Moho-Karte noch andere Daten zugrunde: lokale und regionale Daten der Magnet- und Gravitationsfelder und ihre Transformationen, Wärme- und Temperaturverteilungen in verschiedenen Niveaus (in diesem Fall an der Moho-Oberfläche), Oberflächenstrukturen und die Zusammensetzung des kristallinen Fundamentes, die Verteilung der Gesteinsdichte im Deckgebirge, die Ergebnisse der tiefeisemischen und magnetotellurischen Sondierungen und anderer Unterlagen.

Da sich die Erdkruste in der Belarussisch-Baltischen Region unterschiedlich entwickelte, wird dieses Gebiet nach dem Korrelationsgrad der geologischen und geophysikalischen Daten in ein nördliches (Novgorod) und ein südliches (Belarussisch-Litauisches) Segment geteilt, das von dem die Lithosphäre durchschlagenden Polotzk-Kurzeme-Lineament getrennt wird.

Die Analyse der Moho-Diskontinuität im Westen des OK ergibt eine gute Korrelation zwischen dem Moho-Relief und den großen tektonischen Elementen. Die Orscha-Sen-

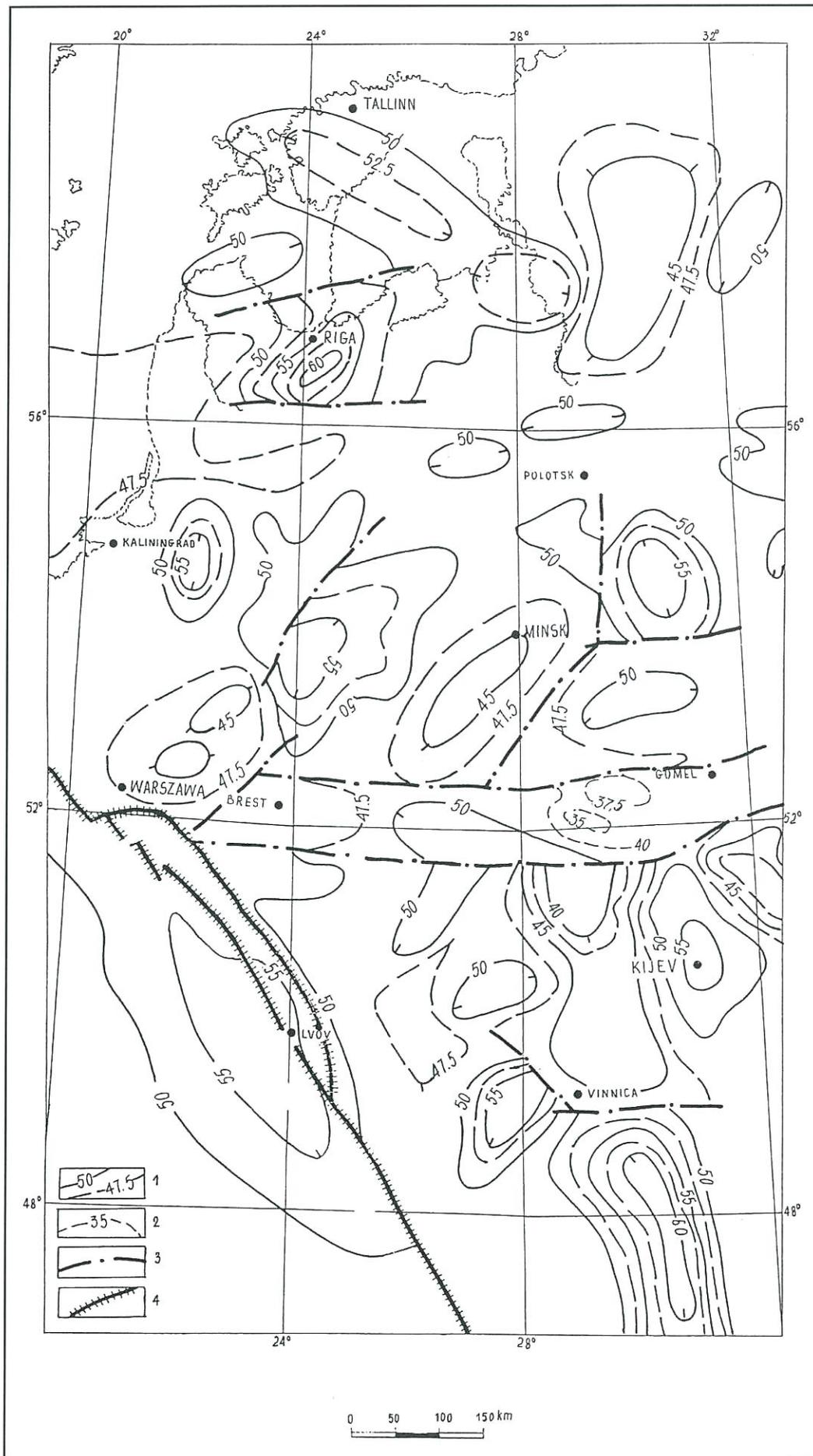


Abb. 3
 Erdkrustenmächtigkeit im Westteil des Osteuropäischen Kratons
 1 - Erdkrustenmächtigkeit (km), 2 - Moho-Oberfläche der Pripjat-Senke (km), 3 - Tiefenbrüche, 4 - Teisseyre-Tornquist-Zone

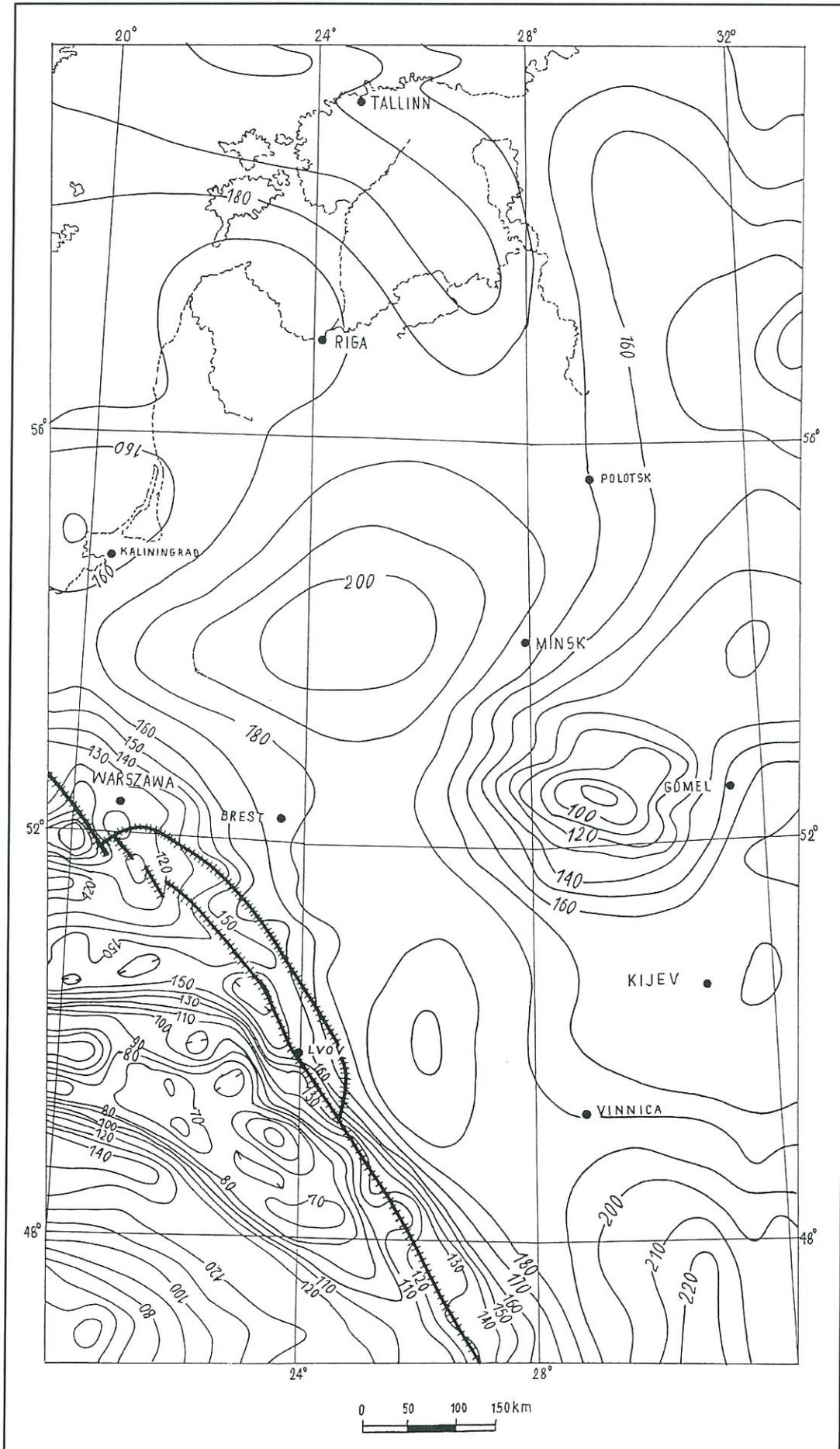


Abb. 4 Lithosphärenmächtigkeit im Westteil des Osteuropäischen Kratons

ke deckt sich z. B. mit der großen Moho-Eintiefung bis etwa 55 km. Der westliche Teil der Belarussischen Anteklise (Masurisches Hebungsgebiet) zeigt eine entsprechende hohe Lage der Moho-Oberfläche (45–46 km).

Die Baltische Syneklise spiegelt sich in dem Moho-Relief in Form von Eintiefungen mit Beträgen von etwa 5–10 km und einer mittleren Tiefe von 50–55 km wider. Dabei ist an der Grenze zur Estnischen Monokline eine große Stufe in der Erdkrustenbasis festgestellt worden.

Ein kompliziertes Bild der Krustenbasis muß für die Gebiete der Podlesie-Brest- und Pripjat-Senke (Abb. 3) angenommen werden. Innerhalb der Pripjat-Senke wurden zwei gesonderte Moho-Oberflächen festgestellt. Die untere ist wahrscheinlich älter. Man kann sie als Fortsetzung der für alle anderen Teile der Belarussisch-Baltischen Region typischen Moho-Oberfläche bezeichnen. Die jüngere Oberfläche wird in der Pripjat-Senke in einer Teufe von etwa 35–40 km und in der Podlesie-Brest-Senke bei etwa 46–47 km fixiert.

Ein bestimmter zonenartiger Bau ist im Moho-Relief des Belarussisch-Litauischen und des Novgorod-Segmentes zu bemerken. Im Belarussisch-Litauischen Segment sind im Westen und im Zentrum Systeme von in nordöstlicher Richtung gestreckter Erhebungen in der Moho-Oberfläche in Teufen von etwa 45–47 km auffällig. Sie werden durch eine 55 km tiefe Senke getrennt.

Form der Asthenosphärenoberfläche

Nach seismischen Daten (BURJANOV u. a. 1983, 1987, SOLLOGUB 1986, BABUSKA u. a. 1988) wurde eine Korrelationsanalyse der Asthenosphärenteufe durchgeführt. Diese ergab eine gute Korrelation zwischen den geologisch-geophysikalischen Daten (geophysikalischer Typ der Erdkruste, Moho-Oberfläche, regionales gravitatives und magnetisches Feld, Fundamentoberfläche, Wärmestrom) und der Oberfläche der Asthenosphärenschicht, d. h. der Lithosphärenmächtigkeit.

Aus der Karte der Lithosphärenmächtigkeit (Abb. 4) ist zu ersehen, daß diese Fläche am tiefsten in dem Gebiet des Ukrainischen Schildes (bis 200–220 km) und der Belarussischen Anteklise (bis 200 km) liegt. Am höchsten steigt die Asthenosphäre in den Karpaten (70–80 km) und in der Pripjat-Senke. Durch einen hohen Gradienten der Asthenosphärenoberfläche wird die südwestliche Grenze des OK die TTZ markiert. Westlich der TTZ liegt auf der jungen epipaläozoischen Westeuropäischen Tafel die Asthenosphärenoberfläche im Vergleich zum OK (von 160 bis 220 km, als Ausnahme bis 100 km im Pripjat-Paläorift) mit Teufen von 60 bis 140 km wesentlich höher. Generell korrelieren die Hauptelemente des OK gut mit der Asthenosphärenoberfläche: die positiven Strukturen (Schilde, Anteklisen, Sättel) werden von Vertiefungen in der Asthenosphärenoberfläche gekennzeichnet (erhöhte Lithosphärenmächtigkeit) und die negativen Strukturen (Paläorifte, Senken, Syneklisen) sind mit Aufbeulungen der Asthenosphäre (geringere Lithosphärenmächtigkeit) verbunden.

Von LEHMANN (1959, 1961) wurde festgestellt, daß die Asthenosphärenschicht hinsichtlich der seismischen Wellengeschwindigkeiten eine scharf ausgeprägte Oberfläche und eine verhältnismäßig ruhige Basis (Lehmann-Geschwindigkeitsgrenze) hat. Für den Westteil des OK wird die Asthenosphärenbasis in etwa 230 km Tiefe geschätzt. Auf diesem Befund basiert die Karte der Asthenosphärenmächtigkeit (Abb. 5).

Sie zeigt, daß die Asthenosphäre mit 170 km unter dem Karpatenorogen und mit 130 km unter dem Pripjatpaläorift am mächtigsten ist. Im Gegensatz dazu ist unter dem Ukrainischen Schild und der Belarussischen Anteklise die Asthenosphärenschicht sehr dünn oder sie fehlt möglicherweise ganz.

In beiden Karten fällt der 200–300 km breite submeridionale Streifen auf, der vom Baltischen Schild durch den Lettischen Sattel, die Belarussische Anteklise und den Podlesie-Sattel zum Ukrainischen Schild verläuft. Er zeichnet sich durch die Tiefe der Asthenosphärenoberfläche aus, d. h. durch eine dicke Lithosphäre und eine dünne Asthenosphäre und deckt sich mit der ausgeprägten Baltisch-Ukrainischen Fundamenthochlage bzw. mit der submeridionalen tektonischen Hauptachse der Osteuropäischen Plattform. Die genannte Achse besteht aus einer Hebungszone, die man sich als eine submeridionale Brücke zwischen beiden Schilden vorstellen kann. Der Vergleich der Lithosphärenmächtigkeit mit der Teufe der Moho-Diskontinuität (Erdkrustenmächtigkeit) zeigt, daß im Westen des OK diese Merkmale in direkter Beziehung stehen und einer mächtigen Lithosphäre eine mächtige Erdkruste entspricht. Es ist wichtig zu betonen, daß diese Entsprechung vom inneren Bau des Kratons fast unabhängig ist. Eine gute Übereinstimmung der Mächtigkeiten von Erdkruste, Lithosphäre und Asthenosphäre mit den tektonischen Plattformelementen ist in der Fundamentoberfläche zu beobachten. Sie zeugt davon, daß das rezente Verteilungsbild von Erdkrusten-, Lithosphären- und Asthenosphärenmächtigkeiten hauptsächlich im Laufe von Plattform-Entwicklungsetappen des OK gebildet wurde. Wesentlichen Einfluß auf die Ausdünnung der Lithosphäre und Asthenosphäre hatten Dehnungs- und Umgestaltungsvorgänge im Gefolge der riphäisch-frühvendischen (Volyn-Orscha-Senke) und paläozoischen (Pripjat-Senke) Riftbildung.

Neotektonische Strukturen

Als Hauptmerkmal für das Erkennen und Aushalten neotektonischer Strukturen im Westen des OK wird die Amplitudengröße von vertikalen Bewegungen im Zeitraum Oligozän bis Quartär genutzt. Nach den neotektonischen Bewegungsamplituden werden vier Hauptstrukturtypen unterschieden:

1. Gebiete einer überwiegenden Senkung bis zu mehr als 100 m,
2. neutrale Gebiete mit gering schwankenden Amplitudewerten (von +100 m bis -100 m),
3. Gebiete mit überwiegenden Hebungsbeträgen von 100–500 m,

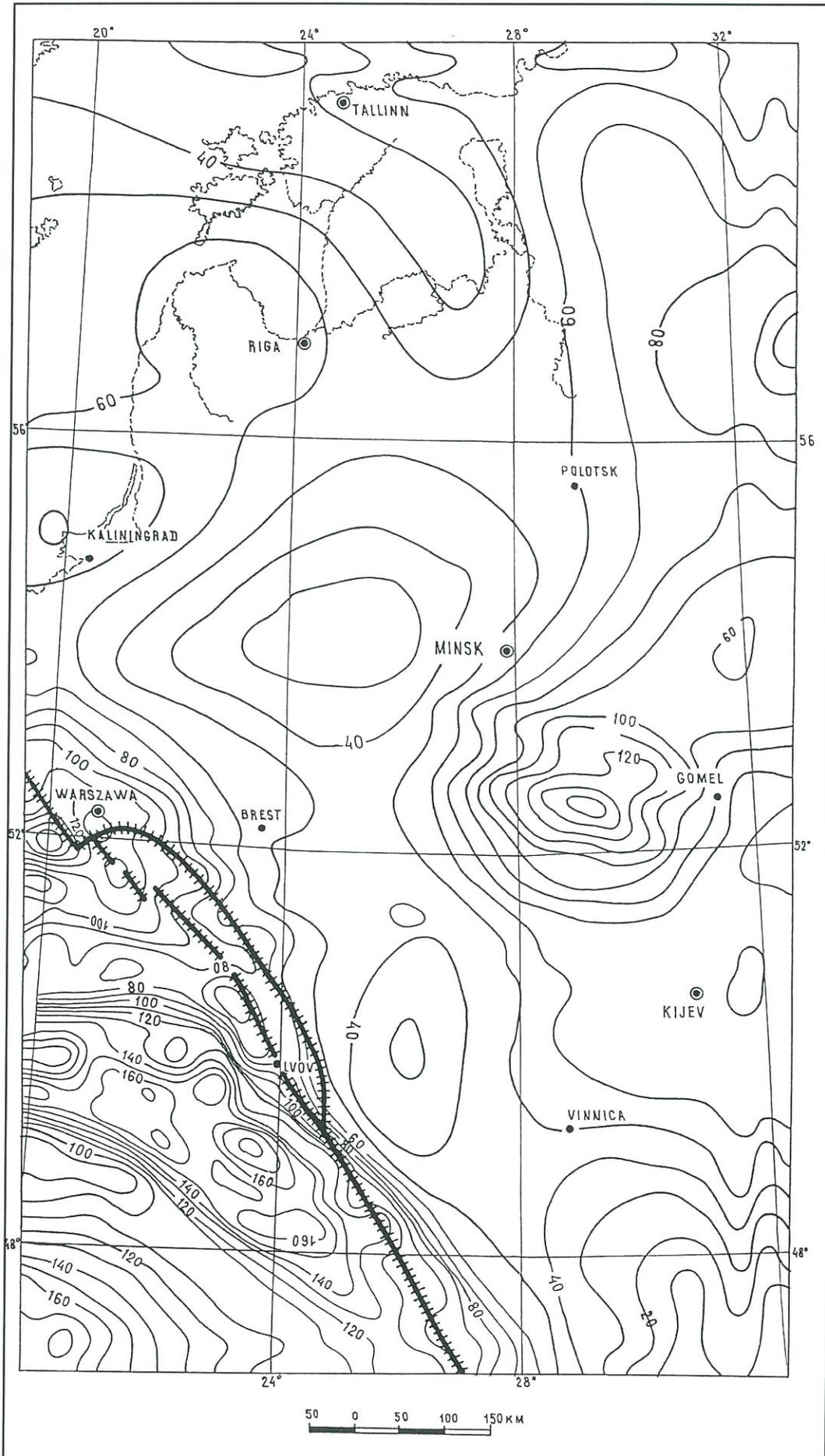


Abb. 5 Asthenosphärenmächtigkeit im Westteil des Osteuropäischen Kratons

4. stark gehobene Gebiete (Epiplattform-Orogene).

Zum Gebiet mit überwiegend neotektonischen Senkungen gehört die Nordsee-Oder-Senkungszone mit einer Amplitude bis 1 500 m (LUDWIG & SCHWAB 1995) und das Ostbaltische Grabensystem mit Absenkungen von 200–250 m (KARABANOV u. a. 1994). Das Ostbaltische Grabensystem (Bottnischer, West- und Ost-Gotländischer sowie Finnischer Graben) dringt in die noch größere negative Struktur, die Baltisch-Belarussische Syneklise ein. Sowohl das Ostbaltische Grabensystem, als auch andere abgesenkte Teile der Baltisch-Belarussischen Anteklise (u. a. Riga- und Masurische Depression) bilden den am tiefsten abgesunkenen Bereich. Mit Ausnahme der obengenannten Gräben und Depressionen sind für den größeren Teil der Baltisch-Belarussischen Syneklise Amplituden von –100 m bis +100 m typisch. Nur im Süden der Syneklise können Amplituden bis zu 150 m erreicht werden (Pripjat-Stufe).

Zu den überwiegend gehobenen Gebieten und Epiplattform-Orogenen gehören großflächige Bereiche des Fennoskandischen Gewölbes sowie die Voronezh-Tver-Anteklise, die Ukrainische Anteklise, die Zentraleuropäische Hebungszone und die Karpaten. Eine besondere Rolle spielen Scharnierstrukturen (Desna- und Rovno-Sattel) und auch relativ abgesunkene Formen (Dnepr-Syneklise u. a.). Solche Strukturen werden oft von Brüchen begrenzt.

In der Regel überwiegen im Westen des OK die Strukturen mit geringen Amplituden neotektonischer Vertikalbewegungen und neutralem tektonischem Regime. Sie erfahren eine Komplikation durch Graben- und Depressionssysteme. Weiter im Westen, schon auf der Westeuropäischen Tafel, befindet sich das Gebiet mit maximaler Absenkung, während im Süden, Norden und Osten die Hebungszonen liegen. Im Süden umrahmt eine Hebungszone das Alpen-Karpaten-Orogen. Es ist auffällig, daß die neotektonischen Bewegungen und Strukturen der Ost- und Westeuropäischen Tafel unterschiedliche Merkmale aufweisen.

Beziehungen zwischen neotektonischen Strukturen und der Fundamentoberfläche

Die neotektonischen Strukturen zeigen verschiedenartige Korrelationen zu den Formen der Fundamentoberfläche, die als Ergebnis der Plattformentwicklung im Laufe von verschiedenen Etappen gebildet wurden. Man kann drei Korrelationstypen unterscheiden: den posthumer Typ, den vererbten Typ und den seltenen Inversionstyp.

Die räumlich mit den tektonischen Elementen der Fundamentoberfläche übereinstimmenden neotektonischen Strukturen belegen eine im wesentlichen unabhängige Entwicklung hinsichtlich der früher gebildeten Plattformstrukturen. Inversionsstrukturen decken sich räumlich mit paläotektonischen Formen von entgegengesetztem Bewegungssinn (positive über den negativen und umgekehrt).

In der Regel zeigen die neotektonischen Strukturen im Westen des OK eine Unabhängigkeit ihrer Ausbildung von den Merkmalen der Fundamentoberfläche. Das ist bemerkenswert im Falle der neotektonischen Baltisch-Bela-

russischen Syneklise und der Voronezh-Tver-Anteklise. Die erstere dieser Strukturen überdeckt die frühpaläozoische Baltische Syneklise, die spätpaläozoische Orscha-Senke, die paläozoische Masurisch-Belarussische Anteklise und einige andere alte Strukturen.

Der Westteil der neotektonischen Baltisch-Belarussischen Syneklise und des Ostbaltischen Grabensystems liegen in einem bestimmten Winkel zur Achse der frühpaläozoischen Baltischen Syneklise. Die Masurisch-Belarussische Anteklise und die an ihrer Flanke liegende Orscha-Senke und der Krestzy-Graben zeigen auch keine negative oder positive Entsprechung im neotektonischen Strukturbaue im Osten der Baltisch-Belarussischen Syneklise liegenden Litauisch-Estnischen Monokline. Die junge submeridionale Voronezh-Tver-Anteklise quert die breitenparallele Voronezh-Anteklise in der Fundamentoberfläche. Insgesamt erfolgte die Anlage der jungen Baltisch-Belarussischen Syneklise diskordant zu den alten Plattformstrukturen und ist mit der Entstehung neuer Grabensysteme in der Ostsee verbunden.

Die neotektonische Pripjat-Stufe befindet sich in der Übergangszone zwischen der Baltisch-Belarussischen Syneklise und dem Ukrainischen Schild und ist als Inversionsstruktur im Gebiet des paläozoischen Pripjat-Grabens anzusehen.

Es ist wichtig zu bemerken, daß die den OK im Süden und Südwesten begrenzenden Brüche die alten Bruchsysteme der Präplattform-Etappe nachzeichnen. Vor allem sind „ererbte“ Hebungstendenzen im Laufe der neotektonischen Etappe für die großen positiven Fundamentstrukturen des Westteiles des OK (Baltischer und Ukrainischer Schild) charakteristisch. Dieses Strukturbild wird im Gebiet des Baltischen Schildes noch komplizierter wegen der mit der Vereisung verbundenen Isostasie.

Die meisten der positiven neotektonischen Strukturen des Ukrainischen Schildes (Zentral-Ukrainische Hochlage, Kirovograd-, Volyn-Podolische Hochlage) gehören zum vererbten Typ, jedoch sind noch einige sekundäre Formen angelegt (Kremenchug-Stufe, Rovno-Sattel).

Eine differenzierte Korrelation zwischen jungen und alten Strukturen innerhalb des Baltischen Schildes spiegelt sich sowohl in der positiven, als auch in dem neutralen tektonischen Regime der Schwedischen Monokline, der Stockholm- und Helsinki-Stufe wider. Dabei ist auch ein wesentlicher Anteil von Glazialisostasie zu berücksichtigen.

Beziehungen zwischen den neotektonischen Strukturen und der Moho-Diskontinuität

Die Beziehungen zwischen den neotektonischen Formen und dem Moho-Relief im Westen des OK zeigen sich in folgenden Merkmalen. Unter der jungen Ukrainischen Anteklise variiert die Moho-Tiefenlage um Beträge von 38–60 km, überwiegend jedoch zwischen 50 und 60 km. Die Zentralukrainische Hebung innerhalb der Anteklise ist mit den meridionalen Hochlagen der Moho-Oberfläche verbunden. Die neotektonische Kirovograd-Hochlage befindet sich in der Scharnierzone der meridionalen und

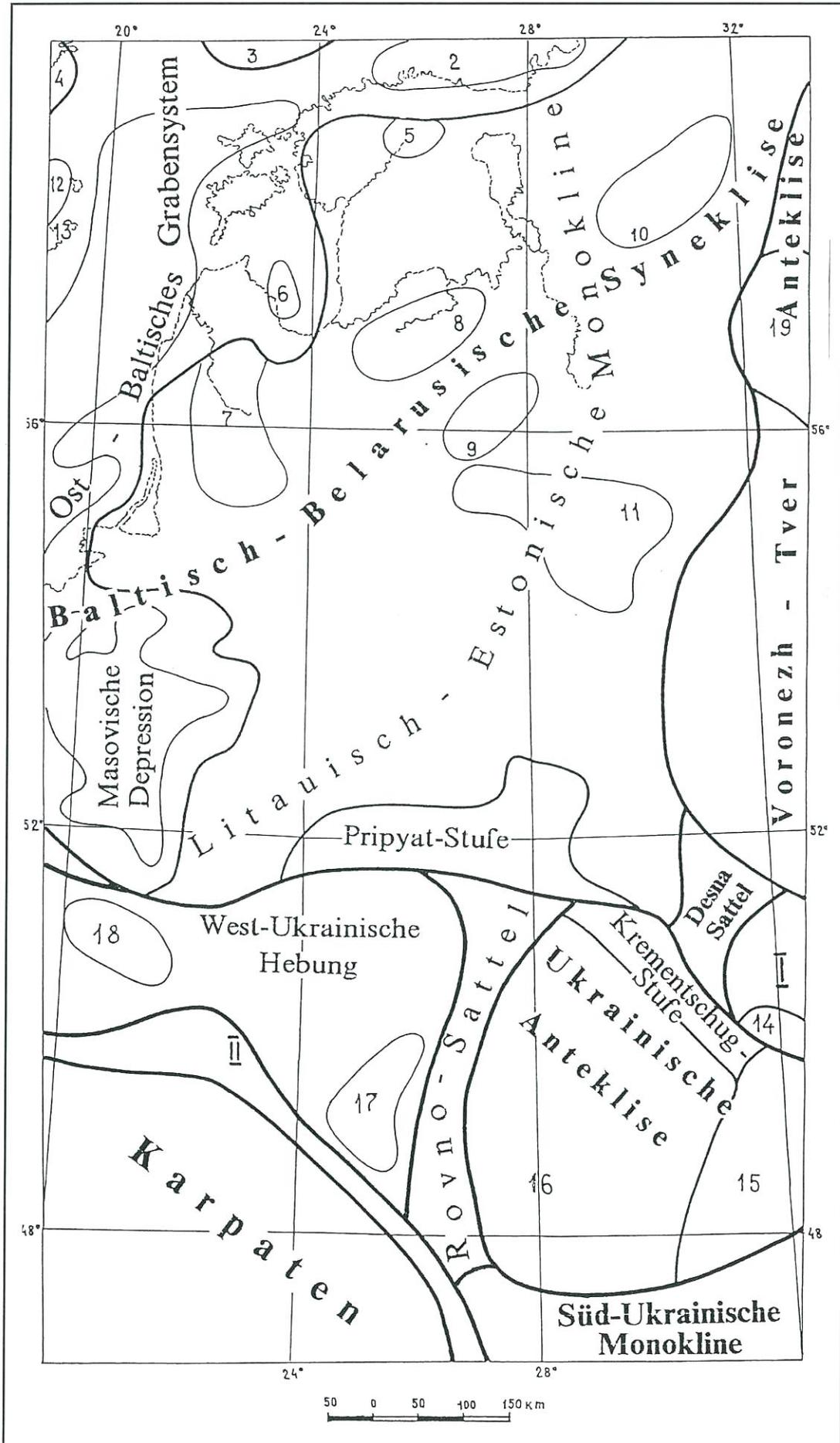


Abb. 6

Neotektonische Strukturen im Westteil des Osteuropäischen Kratons

- 1 - Dnepr-Synklise, 2 - Karpatenvorsenke; 3 - Ostgotland-Graben, 4 - Helsinki-Stufe, 5 - Stockholm-Stufe, 6 - Riga-Depression, 7 - Zemaitija-Kurzeme-Hochlage, 8 - Widzeme-Hochlage, 9 - Latgale-Hochlage, 10 - Polotsk-Depression, 11 - Polotsk-Depression, 12 - Westgotland-Graben, 13 - Zentralgotland-Hochlage, 14 - Kremenischug-Stufe, 15 - Kirovograd-Hochlage, 16 - Zentralukrainische Hochlage, 17 - Podolische Hochlage, 18 - Heilig-Kreuz-Hochlage

breitenparallelen Moho-Strukturen mit Tiefen von etwa 50 km. Die junge Volyn-Podolische Hochlage ist ähnlich wie das Zentralukrainische Hebungsgebiet mit einer meridionalen Hochlage der Moho-Oberfläche verbunden. Dagegen befindet sich der Rovno-Sattel in einem Gebiet einer relativ tiefen Moho-Lage.

Es ist bemerkenswert, daß der Achsenteil der jungen Dnepr-Syneklise (Krementschug-Depression) keine entsprechende Ausprägung in der Moho hat. Im Norden dieser Syneklise befindet sich unter dem Dnepr-Donetz-Paläorift eine ausgedehnte Moho-Hochlage mit nordwestlicher Orientierung.

Die im Süden und Südwesten der neotektonischen Baltisch-Belarussischen Syneklise verlaufenden Randbrüche decken sich mit den ausgeprägten, die Lithosphäre durchsetzenden Brüchen und ihren Entsprechungen im Moho-Relief, die sich an den Grenzen der Ukrainischen Anteklise, der Volyn-Podolischen Hochlage und entlang der TTZ befinden.

Eine bestimmte Zonierung ist in der Moho-Oberfläche unter der Baltisch-Belarussischen Syneklise und in den benachbarten Gebieten der Voronezh-Tver-Anteklise zu bemerken. Innerhalb der Baltisch-Belarussischen Syneklise lassen sich zwei Systeme linear ausgedehnter Moho-Hochlagen in Teufen von 45–47 km erkennen. Sie werden durch eine bis zu 55 km tiefe Senke voneinander getrennt. In der Übergangzone von der Baltisch-Belarussischen Syneklise zur Voronezh-Tver-Anteklise liegt in der Moho-Oberfläche eine Anomalie. Zum Beispiel ist unter der Latgale-Hebungszone im Moho-Relief eine große Aufwölbung in nordwestlicher Richtung zu sehen. Ein ähnliches Bild kann man in der Übergangzone zwischen der Baltisch-Belarussischen Syneklise und der Ukrainischen Anteklise feststellen. Die neotektonische Pripjat-Stufe befindet sich in der Zentral- und Süd-Zone des Paläoriftgrabens und entspricht einer Moho-Aufragung. Die geologischen Daten lassen vermuten, daß die noch im Devon begonnenen Prozesse an der Grenze von Erdkruste zum Mantel die Bildung einer Erdkrusten-Mantel-Übergangsschicht (junge Moho-Oberfläche) verursacht und zu einer positiven Moho-Struktur geführt haben.

Das junge Ostbaltische Grabensystem hat generell keine klare Entsprechung im Moho-Relief. Aber einige lokale Gebiete mit geringer Erdkrustenmächtigkeit sind unter dem West- und Ost-Gotland-Graben, dem Bottnischen und dem Finnischen Graben zu beobachten. Diese Moho-Anomalien werden durch einen Tiefenunterschied von bis zu 10–15 km gekennzeichnet. Das können Anzeichen des Beginns einer Umgestaltung der Erdkrusten-Mantel-Grenze und einer embryonalen Riftbildung sein. Bemerkenswert ist, daß mit diesen Anomalien die maximale Tiefe des Ostseebodens und die maximale Amplitude der neotektonischen Absenkung verbunden sind.

Im Grenzgebiet zwischen der Baltisch-Belarussischen Syneklise und den neotektonischen Strukturen der Westeuropäischen Tafel biegen die Moho-Reliefformen rasch in nordwestliche Richtung, parallel zur TTZ um. Es kann

festgestellt werden, daß die neotektonischen Strukturen des Osteuropäischen Kratons eine nur geringe Beziehung zur Moho-Oberfläche zeigen. Im Gegensatz dazu spiegeln die jungen Strukturen der Westeuropäischen Tafel das Moho-Relief besser wider.

Danksagung

Der Beitrag wurde freundlicherweise von den Herren Dr. A. O. Ludwig (Potsdam) und Dr. H. U. Thieke (Kleinmachnow) redaktionell bearbeitet.

Zusammenfassung

Die Beziehungen zwischen den Hauptlithosphäregrenzen im westlichen Osteuropäischen Kraton, den Oberflächen des kristallinen Fundaments, der Moho und der Asthenosphäre, werden an Hand der beschriebenen Struktureinheiten erläutert. Grundlage für das großräumige Strukturmodell sind vor allem umfangreiche geophysikalische Datensätze, die auch in die Darstellungen der Mächtigkeiten und Tiefenlage der drei wesentlichen Baueinheiten eingeflossen sind.

Das rezente Verteilungsbild von Erdkrusten-, Lithosphären- und Asthenosphärenmächtigkeiten wurde hauptsächlich im Verlaufe der riphäisch-frühvendischen bis paläozoischen Plattform-Entwicklungsstadien des Osteuropäischen Kratons geprägt.

Während die Strukturen des Tafelstockwerks das Relief der Moho-Oberfläche noch widerspiegeln, haben sich neotektonische Strukturen größtenteils unabhängig von den Merkmalen der Fundamentoberfläche entwickelt.

Summary

The relationships between the main lithosphere borders in the western East European Craton, the surfaces of the crystalline basement, the Moho and the asthenosphere will be explained using the described structure units. The basis for the extensive structural model is, primarily, the detailed geophysical sets of data, which are included in the presentation of the thickness and depth of the three most important units.

The recent distribution of the earth's crust, lithosphere and asthenosphere thickness was mainly determined in the course of the Rhiphaean-Early Vendian up to the Paleozoic platform development stages of the East European Craton.

While the structures of the sedimentary cover still reflect the relief of the Moho surface, neotectonic structures are developed largely independent of the features of the basement.

Literatur

- BABUSKA, V., PLOMEROVA, I. & J. SILENY (1988): Structural Model of Structural Lithosphere in Central Europe. - The Composition, Structure and Dynamics of the Lithosphere-Asthenosphere System. *Studia geoph. et geod.* 33. P. 27–41.
- BURJANOV, I., GORDIENKO, W., ZAGORODNJAJA, O. et al. (1987): Геофизическая модель Европы. 184 S., Kiev

- GRABOWSKA, T. & M. RACZYNSKA (1984): Preliminary Results of the Study on Geophysical Model of the Earth's Crust in Poland on the Basis of Gravity and Magnetic Data. - Publ. Inst. Geophys. Pol. Acad. Sc., F-13 (160). P. 119–133.
- GRAD, M., GUTERCH, A., METERZOK, R. & E. PERCHUC (1986): Deep Structure of the Earth's Crust in the Contact Zone of the Paleozoic and Precambrian Platforms in Poland (Tornquist-Teisseyre-Zone). - *Tectonophysics*, 128, P. 251–279.
- GRAD, M., GUTERCH, A., JANIK, T. et al. (1994): Crustal Structure of the Transition Zone Between Precambrian and Variscan Europe from New Seismic Data Along LT-7 Profile (NW Poland and Eastern Germany). - *Sciences de la Terre et des Planets. Earth & Planetary Sciences*, 319, Ser. II, No. 12, C.R.Acad. Sci. Paris.
- KARABANOV, A. K., GARETSKI, R. G., LEVKOV, E. A. & R. E. AIZBERG (1994): Zur neotektonischen Entwicklung des südöstlichen Ostseebeckens (Spätoligozän-Quartär). - *Z. geol. Wiss.* 22 (1/2), S. 271–274.
- LEHMANN, I. (1959): Velocities of Longitudinal Waves in the Upper Part of the Earth's Mantle. - *Ann. Geophys.* 15, P. 93–118.
- (1961): Sand Structure of the Upper Mantle. - *Geophys. J. Roy. Astr. Soc.* 4, P. 124–138.
- LUDWIG, A.O. & G. SCHWAB (1995): Neogeodynamica Baltica - ein internationales Kartenprojekt (IGCP-Projekt 346). Deutsche Beiträge zur Charakterisierung der vertikalen Bewegungen seit Beginn des Rupelian (Unteroligozän) bzw. seit Ende der Holstein-Zeit. - *Brandenburgische Geowiss. Beitr.* 2, 2, S. 47–57.
- SOLLOGUB, W. (1986): *Литосфера Украины*. 184 S., Kiev
- TSCHEKUNOV, A., SOLLOGUB, W., ILTSCHENKO, T. u. a. (1990): Глубинные однородности земной коры юга Восточно-Европейской платформы. - *Geophysitscheski journal* 12, 4, S. 3–22.

Anschrift der Autoren:

Prof. Dr. Radim G. Garetsky, Prof. Dr. Rommae Y. Aizberg,
 Dr. Alexander K. Karabanow, Dr. German I. Karataew
 Institut für Geologische Wissenschaften der Akademie der Wissenschaften Belorußlands
 Shodinskaya 7
 BY-220141 Minsk

Brandenburgische Geowiss. Beitr.	Kleinmachnow	4 (1997), 1	S. 67 – 71	3 Abb., 1 Tab., 5 Lit.
----------------------------------	--------------	-------------	------------	------------------------

Zur Anwendung des Hydrogeochemischen Genesemodells der Wässer in den Grundwasserleiterkomplexen des Landes Brandenburg (mittelbrandenburgischen Raum, Stand April 1997)*

BERTHOLD RECHLIN

1. Entwicklung und Anwendung des Hydrogeochemischen Genesemodells

Das hier vorgestellte Hydrogeochemische Genesemodell beruht auf Arbeiten russischer und sowjetischer Geologen und Geochemiker, die sich mit der Entstehung von Kalisalzlagerstätten und damit im Zusammenhang stehender Fragen zu den ursächlichen Wässern etwa ab 1890 beschäftigten. Als ein Ergebnis dieser Arbeiten legte VALJAŠKO 1961 das modifizierte „Genesemodell der Naturwässer“ zu o. g. Sachverhalt als Typendiagramm einschließlich Berechnungsmatrix der Lagepunkte der Wässer nach ihrer Herkunft vor. Eine mögliche Anwendbarkeit auf den Süßwasserbereich wurde in diesem Rahmen nicht geprüft, da sie nicht im unmittelbaren Zusammenhang mit dem Forschungsthema stand.

Dieses Genesemodell beruht auf dem Prinzip der Zuordnung der Lösungskomponenten zu hypothetischen Salzen und stellt Grundwassertypen entsprechend der Löslichkeit der Ionenverbindungen in einem Typendiagramm dar (Abb. 1). Zu untersuchen sind folgende Kationen und Anionen:

Kationen: Fe^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+

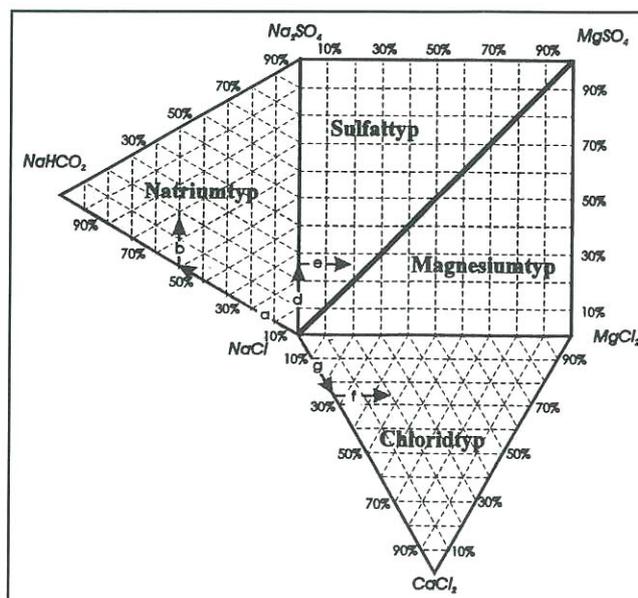
Anionen: SiO_3^{2-} , HPO_4^{2-} , CO_3^{2-} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-

LEHMANN (1974) ordnete die Lagepunkte der Wässer des Salzwasserstockwerkes der nordostdeutsch-polnischen Senke unterhalb des mitteloligozänen Rupeltones entsprechend ihrer Herkunft und Entstehung zu, so daß bei 1981 begonnenen Arbeiten von RECHLIN zu den geogen-salinar gefährdeten Potsdamer Wasserwerken „Rehbrücke“ und „Leipziger Straße“ diese Ergebnisse bei der Identifizierung von Aufstiegsbahnen mineralisierter Tiefenwässer in den betroffenen Einzugsgebieten genutzt werden konnten. Die Anwendbarkeit dieser genetischen Betrachtungsweise auch für das Süßwasserstockwerk oberhalb des Rupeltones im mittelbrandenburgischen Raum wurde durch die Erarbeitung einer Fördervorschrift (1986) auf hydrogeochemisch-genetischer Grundlage für das Wasserwerk „Leipzi-

ger Straße“, das durch Salzwasserintrusion im Jahre 1983 in weiten Teilen nicht mehr förderfähig war, nachgewiesen. Durch Auswertung entsprechender Daten im Zeitraum von 1983–85 aus Grundwassermeßstellen und Förderbrunnen sowie durch umfangreiche Testförderungen an Einzelbrunnen, Brunnengruppen und ganzen Fassungs-galerien konnten die typischen Lagepunkte der aktuellen Grundwasserneubildung der weitgehend unbedeckten Grundwasserleiter (Grundwasserleiterkomplex 1 nach MANHENKE, HANNEMANN und RECHLIN 1995, Abb. 2), die des Ufer-/Seebodenfiltrats, die der nicht oder nur noch eingeschränkt am Wasserkreislauf teilnehmenden Wässer der tiefen, bedeckten Grundwasserleiter (Grundwasserleiterkomplex 3) identifiziert werden, so daß die Einflüsse der mineralisierten Tiefenwässer auf den genutzten Hauptgrundwasserleiter auch bei großer Verdünnung recht sicher beurteilt werden konnten.

Im Ergebnis der Anwendung der bis zum heutigen Tage gültigen Fördervorschrift („Fahrbefehl“) konnte die Förderung des Wasserwerkes von genehmigten 10 300 m³/d bis

Abb.1 Typendiagramm des hydrogeochemischen Genesemodells (RECHLIN, B. & W. SCHIRRMEISTER 1997)



*) Vortrag auf der Veranstaltung Nr. 25/97 der Landeslehrstätte Lebus im Rahmen des Kolloquiums „Grundwasserbewirtschaftung – Stand und Perspektiven“ des Landesumweltamtes, Abt. Gewässerschutz und Wasserwirtschaft am 29.04.1997

auf 24 000 m³/d in der Bedarfsspitze gesteigert und das Bilanzdefizit von ca. 13 000 m³/d für die Stadt Potsdam im sehr heißen Sommer 1986 ausgeglichen werden, ohne daß es zu den Qualitätsbeeinträchtigungen des Jahres 1983 gekommen ist.

Die hydrogeochemisch-genetischen Erkenntnisse und die sich darauf gründende der Förderfähigkeit dieses Wasserwerkes wurden durch RECHLIN 1987 in einem Gutachten für die Staatliche Vorratskommission der DDR niedergelegt und unter Berücksichtigung der damals gültigen Geheimhaltungsvorschriften der WWD Oder/Havel, dem Zentralen Geologischen Institut Berlin, dem VEB WAB Potsdam und dem VEB Hydrogeologie, Betriebsteil Berlin, zur Verfügung gestellt.

Die Kenntnisse zu den Lagepunkten der Wässer (Abb. 3, s. Beilage) der bedeckten Grundwasserleiter des Grundwasserleiterkomplexes (GWLK) 2 begründen sich auf der hydrogeochemisch-genetischen Bewertung einer Vielzahl von Grundwasserlagerstätten des Landes Brandenburg ab 1987, u. a. Premnitz, Niemege, Rathenow, Brandenburg-Kaltenhausen, Beelitz, Kleinmachnow, Fürstenwalde, Berkenbrück, Strausberg-Bötzsee und Cottbus-Sachsendorf, zu der die Mitarbeiter des Dezernates Hydrogeologie (HOTZAN, G., JESCHKE, R., HERMSDORF, A., KALATZ, R., BROSE, D.) bis zum heutigen Tage wesentlich beigetragen haben.

Da der erreichte Wissensstand weiterer Vertiefungen bedarf, werden diese Arbeiten durch das Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe fortgeführt, zumal schon jetzt klar ist, daß es für jede einzelne Region des Landes typische genetische Lagepunkte und ein dementsprechen-

Befunde aus der hydrogeochemisch-genetischen Bewertung genauso herangezogen werden wie die aus den Bohrergebnissen und Stichtagsmessungen.

2. Hydrogeochemische Grundlagen und Berechnungsmatrix

Zur genetischen Bewertung des Grundwassers im brandenburgischen Raum nach seiner Herkunft ist im allgemeinen das nachfolgende Untersuchungsspektrum, auch aus Kostengründen, ausreichend: Leitfähigkeit, Temperatur, pH-Wert, Eh-Wert, Chlorid, Sulfat, Hydrogenkarbonat, Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium, Phosphat, Ammonium, Nitrit, Nitrat, Chemischer Sauerstoffbedarf (Mangan/Chromat) und UV-Extinktion bei 254 nm. Auf die Einhaltung der zulässigen Abweichung der Ionensummenbilanz ist nach den vorliegenden empirischen Befunden im vorgegebenen Rahmen unbedingt zu achten, da sonst keine auswertbaren Ergebnisse mehr erzielt werden können. Folgende Genauigkeitsanforderungen an die hydrogeochemische Analytik in der zulässigen Abweichung (e) der Ionensummenbilanz bei entsprechenden Gesamtsalzgehalten sind einzuhalten:

5 mval/l	→ e = 0 – 0,5 %
≤ 7,5 mval/l	→ e = 1,0 %
≤ 10 mval/l	→ e = 2,0 %
≤ 15 mval/l	→ e = 3,0 %
> 15 mval/l	→ e = 5,0 %

Die Zuordnung der Wässer zu genetischen Grundtypen erfolgt nach den Verhältnissen der Moläquivalente der Karbonat- und Sulfationen zu den Moläquivalenten der Calcium- und Magnesiumionen entsprechend Tabelle 1.

Tab. 1 Grundtypen der Wässer nach VALJAŠKO (1961), RECHLIN, SCHIRRMEISTER, W. (1997):

	$\frac{rCO_3+rHCO_3}{rCa + rMg}$	$\frac{rCO_3+rHCO_3+rSO_4}{rCa + rMg}$	$\frac{rCO_3+rHCO_3+rSO_4}{rCa}$
Natriumtyp	> 1	> 1	> 1
Sulfattyp	< 1	> 1	> 1
Magnesiumtyp	< 1	< 1	> 1
Chloridtyp	< 1	< 1	< 1

des, regional gültiges, hydrogeochemisches Genesemodell geben wird, das Rückschlüsse auf die zugrundeliegenden Lagerungsverhältnisse zuläßt. Damit ist es möglich, die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung und das Gefährdungspotential konkreter Standorte für die Grundwasserlagerstätten zu bewerten, Nutzungsbeschränkungen auf ihre Erforderlichkeit zu überprüfen und Lage und Größe von Trinkwasserschutzgebieten zu verifizieren. In jedem Falle ist die Kenntnis der hydrogeologischen Verhältnisse des Bewertungsraumes unerläßliche Voraussetzung. Diese werden u. a. in dem sich in Erarbeitung befindenden hydrogeologischen Kartenwerk von Brandenburg im Maßstab 1 : 50 000 (HYK 50) zusammengefaßt dargestellt, wobei bei der Konstruktion hydrogeologischer Schnittdarstellungen und deren kartenmäßiger Darstellung die

Diese Kriterien besagen: Zum Natriumtyp gehören sämtliche Wässer, in denen der Karbonatgehalt nicht durch die Calcium- und Magnesiumionen-Konzentrationen der Wässer abgedeckt wird, d. h. NaHCO₃-Wässer.

Für die Wässer des Sulfattyps ist bestimmend, daß Calcium und Magnesium den Karbonatgehalt abdecken. Bei den Wässern dieses Typs reicht diese Menge jedoch nicht aus, um auch den Sulfatgehalt abzudecken, und in der Lösung tritt deshalb freies Na₂SO₄ auf.

In den Wässern des Magnesiumtyps ist die Calcium- und Magnesiumkonzentration so groß, daß auch die Sulfate abgedeckt werden; Calcium allein reicht dazu jedoch nicht aus, so daß die überschüssigen SO₄-Ionen als MgSO₄ vorliegen.

Die Wässer des Chloridtyps werden durch Calciumgehalte charakterisiert, die über den Konzentrationen an Sulfaten und Karbonaten liegen. Calcium liegt als Chlorid gebunden vor.

Im Unterschied zu anderen statistischen Klassifikationen ist die Typbezeichnung nicht identisch mit den vorherrschenden Anionen und Kationen in Grundwässern.

Nach der Zuordnung der Wässer zu den Grundtypen werden die Lagepunkte im Diagramm entsprechend der nachfolgenden Matrix berechnet und die für die Beurteilung wichtigen hypothetischen Salze ermittelt:

1. Natriumtyp

Zu diesem genetischen Grundtyp gehören alle Salze des Kations Natrium. Bestimmend ist, daß nur hier NaHCO_3 auftreten kann.

$$\begin{aligned} \text{an } 1 &= r\text{CO}_3 + r\text{HCO}_3 \\ \text{an } 2 &= r\text{SO}_4 \\ \text{an } 3 &= r\text{Cl} \\ \text{bn } 1 &= r\text{Ca} \\ \text{bn } 2 &= r\text{Mg} \\ \text{bn } 3 &= r\text{Na} \end{aligned}$$

Zusammensetzung im Wasser:

-	NaHCO_3	Na_2SO_4	NaCl (KCl)
MgCO_3	$\text{Mg(HCO}_3)_2$	-	-
CaCO_3	$\text{Ca(HCO}_3)_2$	-	-

- $\text{an } 1 - (\text{bn } 1 + \text{bn } 2) = \text{an } 1^*$
- $\text{an } 1^* + \text{an } 2 + \text{an } 3 = \Sigma \text{ an}$
- $\frac{\text{an } 1^* \times 100}{\Sigma \text{ an}} = a \%$
- $\frac{\text{an } 2 \times 100}{\Sigma \text{ an}} = b \%$
- $\frac{\text{an } 3 \times 100}{\Sigma \text{ an}} = c \%$

2. Sulfattyp

Hierzu gehören alle Salze des Anions Sulfat. Bestimmend ist das hypothetische Salz CaSO_4 .

$$\begin{aligned} \text{an } 1 &= r\text{HCO}_3 \\ \text{an } 2 &= r\text{SO}_4 \\ \text{an } 3 &= r\text{Cl} \\ \text{bn } 1 &= r\text{Ca} \\ \text{bn } 2 &= r\text{Mg} \\ \text{bn } 3 &= r\text{Na} \end{aligned}$$

Zusammensetzung im Wasser:

-	-	Na_2SO_4	NaCl (KCl)
MgCO_3	$\text{Mg(HCO}_3)_2$	MgSO_4	-
CaCO_3	$\text{Ca(HCO}_3)_2$	CaSO_4	-

- $(\text{bn } 1 + \text{bn } 2) - \text{an } 1 = \text{bn } 2^*$
- $\text{an } 2 + \text{an } 3 = \Sigma \text{ an}$
- $\frac{\text{an } 2 \times 100}{\Sigma \text{ an}} = d \%$
- $\frac{\text{bn } 2^* \times 100}{\Sigma \text{ an}} = e \%$
- $\frac{\text{an } 3 \times 100}{\Sigma \text{ an}} = m \%$ $d + m = 100 \%$

$$6. \quad \frac{\text{bn } 3 \times 100}{\Sigma \text{ an}} = n \% \quad e + n = 100 \%$$

3. Magnesiumtyp

Hierzu gehören alle Salze des Kations Magnesium.

$$\begin{aligned} \text{an } 1 &= r\text{HCO}_3 \\ \text{an } 2 &= r\text{SO}_4 \\ \text{an } 3 &= r\text{Cl} \\ \text{bn } 1 &= r\text{Ca} \\ \text{bn } 2 &= r\text{Mg} \\ \text{bn } 3 &= r\text{Na} \end{aligned}$$

Zusammensetzung im Wasser:

-	-	NaCl (KCl)	MgCl_2
MgCO_3	$\text{Mg(HCO}_3)_2$	MgSO_4	-
CaCO_3	$\text{Ca(HCO}_3)_2$	CaSO_4	-

- $(\text{an } 1 + \text{an } 2) - \text{bn } 1 = \text{an } 2^*$
 $\text{an } 2^* = \text{Mg(HCO}_3)_2 + \text{MgSO}_4$
- $\text{bn } 2 + \text{bn } 3 = \Sigma \text{ bn}$
- $\frac{\text{an } 2^* \times 100}{\Sigma \text{ bn}} = d \%$
- $\frac{\text{bn } 2 \times 100}{\Sigma \text{ bn}} = e \%$
- $\frac{\text{bn } 3 \times 100}{\Sigma \text{ bn}} = m \%$ $d + m = 100 \%$
- $\frac{\text{bn } 3 \times 100}{\Sigma \text{ bn}} = n \%$ $e + n = 100 \%$

3. Chloridtyp

Hierzu gehören alle Salze des Anions Chlorid. Bestimmend ist das CaCl_2 .

$$\begin{aligned} \text{an } 1 &= r\text{HCO}_3 \\ \text{an } 2 &= r\text{SO}_4 \\ \text{an } 3 &= r\text{Cl} \\ \text{bn } 1 &= r\text{Ca} \\ \text{bn } 2 &= r\text{Mg} \\ \text{bn } 3 &= r\text{Na} \end{aligned}$$

Zusammensetzung im Wasser:

-	-	-	NaCl (KCl)
-	-	MgCl_2	CaCl_2
CaCO_3	$\text{Ca(HCO}_3)_2$	CaSO_4	-

- $\text{bn } 1 - (\text{an } 1 + \text{an } 2) = \text{bn } 1^*$
- $\text{bn } 1^* + \text{bn } 2 + \text{bn } 3 = \Sigma \text{ bn}$
- $\frac{\text{bn } 2 \times 100}{\Sigma \text{ bn}} = f \%$
- $\frac{\text{bn } 1^* \times 100}{\Sigma \text{ bn}} = g \%$
- $\frac{\text{bn } 3 \times 100}{\Sigma \text{ bn}} = h \%$ $f + g + h = 100 \%$

Literatur

- MANHENKE, V., HANNEMANN, M. & B. RECHLIN (1995): Gliederung und Bezeichnung der Grundwasserleiterkomplexe im Lockergestein des Landes Brandenburg. - Brandenburgische Geowiss. Beiträge **2**, 1 Kleinmachnow
- LEHMANN, H. W. (1974): Geochemie und Genesis der Tiefenwässer der Nordostdeutschen Senke.- Zeitschrift für Angewandte Geologie **20**, 11/12

- RECHLIN, B. (1987): Bericht zu den Untersuchungsergebnissen der hydrochemischen Entwicklung der Brunnengalerien des Wasserwerkes II „Potsdam - Leipziger Straße“ des VEB WAB Potsdam zur Ermittlung von Förderraten als Voraussetzung von Bewirtschaftungsvarianten, Abteilung Geologie, Potsdam (unveröffentlicht)
- VALJAŠKO, M. G. u. a. (1961): Geochemie der Halokinese. - In: Sb. Tr. geol. Fakut. Moskau, Izdat. mosk. Univ. (russ.)
- VALJAŠKO, M. G. (1962): Geochemische Gesetzmäßigkeiten der Entstehung der Kalisalzlagerstätten. - Verlag der Moskauer Universität (russ.). (Übersetzung der Zentralen Forschungsstelle der Kali-Industrie TU Leuna-Merseburg)

Mitteilung aus dem Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg No. 102

Anschrift des Autors:

Dipl.-Geol. Berthold Rechlin
Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg
Stahnsdorfer Damm 77
14532 Kleinmachnow

BUCHBESPRECHUNGEN

Schroeder, J. H. (Hrsg.): **Führer zur Geologie von Berlin und Brandenburg. Nr. 4: Potsdam und Umgebung**

Berlin, Geowissenschaftler in Berlin und Brandenburg (Selbstverlag) 1997

200 Seiten, broschiert, mit 40 Fotos, 59 Strichzeichnungen, 5 Faltkarten, 1 Faltprofil, 12 Tabellen, 1 mehrfarbigen Satelliten-Bildkarte, 16,- DM

ISBN 3-928651-05-6 • ISSN 0941-2980

Mit dem neuen Führer im Taschenbuchformat (Gesamtübersicht über vorliegende und geplante geologische Exkursionsführer s. Brandenburgische Geowiss. Beitr. **3** (1996) 3, S. 149–151) wird dem Mosaik geologischer Führer der Berlin-brandenburgischen Region ein neuer Stein hinzugefügt. Der Band ist dem Andenken von Max Fiebelkorn (?1867/1868–1912) gewidmet, der vor gerade einem Jahrhundert einen ersten geologischen Führer von Berlin und Brandenburg verfaßte: FIEBELKORN, M., Geologische Ausflüge in die Umgegend von Berlin, Berlin (Ferd. Dümmler) 1896.

Der tragende Teil des Bandes (darunter die 12 Exkursionsrouten) wurde von R. WEIßE, der nach jahrzehntelanger Tätigkeit in diesem Raum ohne Zweifel einer der besten Kenner der Geologie und Glazialmorphologie des Gebietes ist, erarbeitet. Er wird umrahmt von einer Reihe kleinerer Beiträge. Neben Mitgliedern des herausgebenden Vereins „Geowissenschaftler in Berlin und Brandenburg“ kommen dabei zahlreiche Nichtmitglieder des Vereins als Autoren zu Wort. Das thematische Spektrum reicht vom präquartären Untergrund (W. STACKEBRANDT & H. BEER), der Quartärbasis (H. JORTZIG) und quartärer Sedimentologie und Stratigraphie (J. H. SCHROEDER, L. LIPPSTREU, H. ZIERMANN & R. ZWIRNER) bis zur spätglazialen und holozänen Klimaentwicklung (V. ROWINSKI), den Böden (D. KNOTHE), Hydrogeologie (A. HERMSDORF & B. RECHLIN), Hydrographie (E. JUNGFER), mittelbrandenburgischen Salzquellen (W. SCHIRRMAYER), Schwermetallen der Havel (P. HOELZMANN), der Geschichte der Nutzung einheimischer Rohstoffe (G. STACKEBRANDT), den Sedimentärgeschichten des Exkursionsgebietes (G. ENGELHARDT) sowie Geotop- (D. GÖLLNITZ) und Naturschutz (U. HERMEL).

U. Wutzke

Vossmerbäumer, H.: **Geologie, Wörterbuch Französisch-Deutsch/Deutsch-Französisch**

XXIV+552 Seiten, broschiert, 96,- DM,

ISBN 3-510-65163-4

Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 1996

Wer das Buch „Geologische Karten“ von Prof. Voßmerbäumer kennt, wird in seiner Erwartungshaltung gegenüber diesem fremdsprachigen Geologie-Wörterbuch nicht

enttäuscht. Es ist in mehrfacher Hinsicht ein bemerkenswertes Werk im Nochtaschenformat mit wetterfestem Einband, das mit über 20 000 Schlagwörtern zum Handwerkszeug der Studenten und Geowissenschaftler gehören sollte, die für den fachlichen Gebrauch der französischen und deutschen Sprache Unterstützung benötigen.

Der Hilfesuchende findet aus allen wesentlichen geowissenschaftlichen Bereichen ein umfangreiches Angebot an Fachwörtern, die mit Bedacht ausgewählt sind und häufig durch nützliche sprachliche Paradigmen, englische Standardbegriffe und Quellenzitate ergänzt werden. Er stößt auf eine an praktischen Belangen ausgerichtete, ausgewogene Informationsfülle, die jedoch keinen Anspruch auf enzyklopädische Vollständigkeit erhebt. Allein damit dürfte dem „neuen Voßmerbäumer“ eine größere Akzeptanz beschieden sein als umfangreicheren Fachwörterbüchern.

Bemerkenswert ist auch die interessante Entstehungsgeschichte des Werkes, über die der Autor in seinen Vorbemerkungen Auskunft gibt und die das Besondere dieses Wissensspeicher erklärt. Das Wörterbuch ist das Ergebnis der fast zwanzigjährigen Partnerschaft zwischen den Universitäten Caen und Würzburg und ist aus den hinlänglich bekannten Schwierigkeiten der fremdsprachigen Verständigung und dem Bedürfnis zu deren Überwindung erwachsen. Die löbliche Absicht wurde durch das Deutsch-Französische Jugendwerk finanziell unterstützt und wäre wohl ohne den nachhaltigen Willen des Autors zum gegenseitigen Verstehen besonders der Nachwuchswissenschaftler beider Länder noch nicht in die Tat umgesetzt. Hochschullehrern, die ähnlich intensiv mit Partnern in nördlichen und östlichen Nachbarländern zusammenarbeiten, sollten sich zu vergleichbaren Vorhaben ermutigen lassen.

Bemerkenswert ist die lockere, z. T. verschmitzte Auswahl der Nichtfachwörter, die bekanntlich die Tonlage im Verständigungsalltag mitbestimmen. Das Beispiel „Schnake, Schnäpchen, schnarchen“ regt vielleicht auch weniger Sprachbeflissene zum vergnüglichen Durchblättern und mehr an. Rezensent konnte sich jedenfalls dem Reiz der gelungenen Mischung von fachlicher Ernsthaftigkeit und feinsinniger Kommunikationshilfe nicht entziehen und stellte dabei fest, daß ein neugieriger Nutzer u. a. das genannte Beispiel im französisch-deutschen Teil vergeblich sucht.

Dem Wörterbuch ist vorbehaltlos eine weite Verbreitung zu wünschen. Für eine dann absehbare zweite Auflage wäre es zweckmäßig, wenn die sehr hilfreichen Erläuterungen für den deutschen Nutzer z. B. zu der Korngrößenklassifizierung nach AFNOR wegen des Prinzips der gegenseitigen Information für den französischen Leser durch den Verweis auf die Korngrößenklassifizierung nach DIN 4022 ergänzt werden könnten. Unbeschadet dessen stellt der „neue Voßmerbäumer“ ein unentbehrliches Fachwörterbuch mit einer feinen Spezifik dar, das jeder mit Gewinn nutzen sollte, der sich in den beiden Sprachen sicher und schnell zurechtfinden will.

H. U. Thieke

TAGUNGSBERICHT

Impact and Extraterrestrial Spherules – New Tools for Global Correlation Internationales Symposium, Tallinn 1.–5. Juli 1997

ULRICH WUTZKE



IGCP Projekt No. 384
Impact and Extraterrestrial Spherules

Organisiert von ANTO RAUKAS (Geologisches Institut Tallinn) fand in Estland das erste Internationale Symposium im Rahmen des IGCP-Projekts 384 statt, das während der 24. Sitzung des wissenschaftlichen Ausschusses des IGCP (Paris 1996) angenommen worden war. Das Inaugural-Treffen fand während des 30. Internationalen Geologenkongresses (Peking 1996) statt. Zum Leiter des Projekts wurde C. H. DETRE (Budapest) ernannt.

An zwei Tagen wurde ein Teil der eingereichten Beiträge in mündlichem Vortrag präsentiert. In der Reihenfolge der Vortragenden waren dies:

RAUKAS, A. & R. TIIRMAA: Brief Overview of Estonian Impact Craters and Meteoritic Falls

WUTZKE, U. & W. CZEGKA: R. Meyer, A. Wegener and I. Reinwald – the field campaign at Sall/Kaali 1927. 170 years of scientific investigations on the Kaali Crater Field

SOLT, P.: Different Comparative Materials to the Spherule Occurrences of Kaba Meteorite Fall Area

VĚTVIČKA, I., BOUŠKA, V. & R. SKÁLA: Moldavite Event and Its Stratigraphic Significance

MARINI, F. & J. G. CASIER: Glass Beads from Reflective Road Markings: Potential Contaminants Versus Microtektites First Evaluation

RAUKAS, A. & R. TIIRMAA: Main Types of Extraterrestrial Matter and Microimpactites in the Kaali Crater Field and Surrounding Mires

MIURA, Y., FUKUYAMA, S. & H. KOBAYASHI: Impact Materials With Mixed Compositions of Fe-Ni-Si-Mg-S System

C. H. DETRE et al.: „Autochthonous“ Spherule Occurrences in the Carpathian Basin

TAZAWA, Y.: Anomalous Spherules Collected from a Mizuho Ice Core

THERY, J.-M.: Geochronological and Geological Sketch History of Cosmical Events and Inferences in Earth Evolution Before the Mesozoic.

ISACHSEN, Y. W.: Searching for Buried Impact Craters, A Case Study

MIURA, Y., FUKUYAMA, S. & M. OKAMOTO: Craters in Japan. Takamatsu and Akaogi Craters

PUURA, V., SUUROJA, K. & A. KLEESMENT: External Impact-Related Clastic Sediments, Kärđla Crater NW Estonia

PLADO, J.: Gravity and Magnetic Modelling of Impact Structures

SOLT, P.: Correlation between Meteorstreams and Meteoritic Materials

SUUROYA, K. & S. SUUROYA: Neugrund Structure – A Middle Ordovician Impact Crater at the Entrance of the Gulf of Finland

RAUKAS, A., SHIMANOVICH, S. & T. KOLOSOVA: Ferriferous Spherules of Different Origin in the Quaternary Deposits of Belarus

MIURA, Y. & M. OKAMOTO: Change of Limestone by Impacts – Source of Impact-Induced Graphite from Target.

DON, G. & E. PAPP: Database of the IGCP 384 Project

MIURA, Y. & S. FUKUYAMA: Chemical Evolution by Shock Wave Energy in Anoxic Atmosphere

RAUKAS, A. & R. TIIRMAA: An Attempt to Use Microimpactites in the Regional Stratigraphy on the Example of the Kaali Crater Field

Alle eingereichten Arbeiten wurden in einem von A. RAUKAS herausgegebenem Band „Excursion Guide and Abstracts“ veröffentlicht.

An zwei Tagen standen Exkursionen auf dem Programm: eine zum Kraterfeld Kaali (in der älteren und deutschsprachigen Literatur unter dem Namen Sall bekannt) im Südteil der Ostseeinsel Saaremaa (Ösel), etwa 20 km nordöstlich der Stadt Kuressaare (Arensburg), und eine zu den Ilumetsa-Kratern im äußersten Südosten von Estland. Beide Gebiete, die jetzt unter Naturschutz gestellt sind, waren der internationalen Wissenschaft über Jahrzehnte nicht zugänglich.

Der Krater von Kaali/Sall (in der Meteoritenliteratur auch als Kaalijärvi geführt), der im Verbreitungsbereich von Dolomiten des Ludlow liegt, ist schon seit alters her bekannt und der am längsten untersuchte Meteoritenkrater der Erde. Der Nachweis für seine Entstehung durch Impact wurde 1927 durch A. WEGENER (1880–1930) und R. MEYER (1880–1966) erbracht. Letzte Zweifel wurden mit dem Fund von meteoritischem Eisen durch I. REINWALD (1878–1941) im Jahre 1937 gegenstandslos. Bis in die sechziger Jahre blieb er die einzige Struktur in Europa, für die eine Genese durch extraterrestrische Einwirkung wissenschaftlich gesichert war.

Nach dem Zweiten Weltkrieg war die Insel Ösel militärisches Sperrgebiet und damit für Ausländer unzugänglich.

Nach letztem Kenntnisstand (RAUKAS & TIIRMAA) erfolgten Annäherung und Einschlag des Kaali-Meteorit aus Richtung SSE und unter einem Einfallwinkel von 35–40°.



Abb. 1 Bruchsplitter des Kaali-Meteoriten vom Nebenkraater N^o. 4 neuer Zählung

Das Impact-Ereignis wird mit $7\,600 \pm 50$ a. B.P. (frühes Atlantikum bzw. Regressionsphase des Ancylus-Sees) datiert. Das Alter der lakustrischen Sedimente des Kraters wurde mit $3\,390 \pm 35$ a. B.P. (Subboreal bzw. Littorina-Zeit) bestimmt.

Die Initialgeschwindigkeit des Meteoriten beim Eintritt in die Erdatmosphäre wurde mit 15–45 km/s, die Geschwindigkeit beim Impact mit 10–20 km/s und die zur Morphogenese des Hauptkraters nötige Energie mit 4×10^{19} erg berechnet. Die initiale Masse wird mit 800–1 000 t angegeben, von denen der größte Teil beim Passieren der Atmosphäre verdampft ist. Für das Bruchstück, das den Hauptkrater formte, rechnet man mit einer Masse von 20–80 t.

Seit den Erstfunden von meteoritischem Eisen durch REINWALD (30 Fragmente von zusammen 100 g) wurden von A. AALOE, R. TIIRMAA und A. RAUKAS bis heute insgesamt 3,5 kg extraterrestrisches Material geborgen (Abb. 1). Proben davon sind in verschiedenen Museen gelangt, so auch die Meteoritensammlung des Museums für Naturkunde Berlin.

Seit 1976 werden auch archäologische Funde im Kraterfeld gemacht. Sie belegen, daß die Insel Ösel seit mittelpaläolithischer Zeit ununterbrochen besiedelt war und folglich der steinzeitliche Mensch Zeuge der Katastrophe geworden ist. LENNART MERI, der Präsident der Republik Estland, schrieb mehrere Bücher vor dem Hintergrund des Kaali-Ereignisses. Er diskutierte in diesem Zusammenhang auch die Möglichkeit des Einflusses des schrecklichen Erlebnisses auf die Zurück-Erinnerung der Menschen („kollektives Gedächtnis“); in der nordischen Mythologie („Kalevala“, „Edda“) jedenfalls findet man Reflexionen.

Ein 1984 am Kraterrand aufgestellter Gedenkstein erinnert an das Wirken von IVAN (JAN) ALEKSANDER REINWALD und AGO AALOE (1927–1980). Von estnischer Seite wurde während des Symposiums der Vorschlag, gemacht, einen Gedenkstein für ALFRED WEGENER hinzuzufügen.

Die Krater von Ilumetsa, die im Verbreitungsgebiet von Sandsteinen (bekannt durch eine Fauna von Ichthyo-Fossilien) des Mitteldevon liegen, wurden 1938 von A. LUHA (1892–1953) entdeckt. AALOE, der 1961 den Nachweis für die Impact-Genese erbrachte, gab das Alter der lakustrischen Sedimente des Kraters mit 6 000 a. B.P. (Atlantikum) an. Das Impact-Ereignis selbst wurde noch nicht exakt datiert. Erste palynologische Datierungen an Sedimenten, in denen Glas-Sphärule gefunden wurden, sprechen für ein boreales Alter. Insgesamt sind 5 Hohlformen bekannt, von denen aber nur zwei (Põrguhaud [Höllengrab] und Sügavhaud [Tiefes Grab]) definitiv meteoritischen Ursprungs sind. Morphologische Untersuchungen an den Kratern sprechen für eine Annäherung des Meteoriten auf einer Flugbahn aus östlicher Richtung und einem Aufschlagwinkel von 35–40°. Die Geschwindigkeit des Meteoriten beim Impact wird auf 10–15 km/s, die Masse auf 10–30 t geschätzt.

In der estnischen Öffentlichkeit fand das Internationale Symposium beachtliche Aufmerksamkeit. Das estnische Fernsehen berichtete in einem Beitrag ebenso von der Veranstaltung wie der bekannte Wissenschaftsjournalist TIIT KÄNDLER für die Print-Medien.

Die neuen Erkenntnisse machen für die Erdgeschichte fünf Häufigkeitsmaxima im weltweiten Vorkommen von Sphäkulen wahrscheinlich: spätes Devon, Perm/Trias-Grenze, Kreide/Tertiär-Grenze, spätes Eozän, Quartär. Diese korrelieren mit mehr oder weniger markanten Faunengrenzen, deren Ursachen man in verschiedenen Fachdisziplinen auf der Spur ist. Die Bedeutung des Forschungsgegenstandes, der letztlich auch Fragen der Entstehung des Erdkörpers selbst (und mit ihm der Entstehung des Erdmondes und der erdähnlichen Planeten unseres Sonnensystems) berührt, wird also zweifellos noch zunehmen.

Das nächste Internationale Symposium im Rahmen des IGCP-Projekts 384 wird in Jerewan (Armenien) stattfinden; danach folgt eines in Japan und eines in Rio de Janeiro.

Brandenburgische Geowiss. Beitr.	Kleinmachnow	4 (1997), 1	S. 75 – 89	9 Abb., 22 Lit.
----------------------------------	--------------	-------------	------------	-----------------

Glazidynamik im Umfeld einer weichselkaltzeitlichen Stauchendmoräne am Südrand der Salinarstruktur Rüdersdorf bei Berlin (Temporäraufschluß östlicher Berliner Autobahnring A 10)

KARL-BERNHARD JUBITZ

*Persönlich gewidmet dem Andenken von
Günther Schwab*

einem Geologen, mit dem mich nicht nur mehr als drei Jahrzehnte gemeinsamer Forschungsarbeit im Deckgebirge Mitteleuropas und des Balkans verbanden, sondern auch ein tiefes gegenseitiges Verständnis zu allgemeinen Fragen der Entwicklung und zu Problemen unserer Zeit. Diese Freundschaft war beiderseitig, gepflegt durch ständige persönliche Kontakte sowie das gemeinsame Bestreben, geologisches Wissen unserer Zeit zu erhalten, methodisch zu erweitern und zu vertiefen.

Dr. habil. G. SCHWAB unternahm als Direktor des Landesamtes für Geowissenschaften und Rohstoffe und Kollege zugleich mehrere Inspektionsfahrten zur Struktur Rüdersdorf, um sich über die Ergebnisse der ehrenamtlichen Arbeiten des Autors vor Ort zu informieren – und das trotz seiner hohen dienstlichen und persönlichen Belastungen während der letzten Jahre, die ihm viel abverlangten, die er aber sichtbar gerne trug. Seine Fähigkeit, die speziellen geologischen Befunde zu verallgemeinern und in den Rahmen einer übergeordneten Problematik zu stellen, machten die gemeinsamen Befahrungen, oft mit Mitarbeitern seines Amtes, zu wertvollen Begegnungen für Theorie und Praxis. Stichworte hierfür sind der Vergleich zwischen subglazialer „Rinnenbildung“ in den Rüdersdorfer Triaskalken und der glazihydrodynamischen Mechanik bei der Bildung der plio-pleistozänen Rinnen Norddeutschlands, die Problematik der neogen-quartären Strukturentwicklung Rüdersdorfs und nicht zuletzt die praktische Umsetzung der Feldergebnisse für den Erhalt von Geotopen im Rahmen der Arbeit des neuen Museumsparkes der Baustoffindustrie Rüdersdorf.

Als Abschluß der vorliegenden dokumentierten Geländearbeiten im glazigen deformierten Pleistozän am Südrand der Struktur Rüdersdorf war wieder eine gemeinsame Befahrung mit seinem Amtsvertreter, Herrn Dr. W. Stackebrandt, am 10. September 1996 vorgesehen. Trotz später Nachmittagsstunde war Dr. G. Schwab noch dienstlich verhindert. Ein Ersatztermin kam infolge der fortgeschrittenen Böschungseinebnung des temporären Aufschlusses leider nicht mehr zustande. Eine Vergleichsbegehung sollte ursprünglich im November 1996 stattfinden – wenige Tage später als sein tragischer Tod.

Geblichen ist die persönliche Erinnerung an einen sehr fähigen, umsichtigen und ausgesprochen vorausschauenden sowie in jede Situation einfühlsamen Geologen, der mit seinem Wissen, seinen Fähigkeiten und seinem Können noch viele weitere Jahre die Geologie hätte beflügeln können, insbesondere unsere jungen Geologen.

In memoriam

Karl-Bernhard Jubitz

1. Vorbemerkungen

Nach der systematischen Bohraufschlußtätigkeit im Quartär Brandenburgs während der 60er und 70er Jahre für eine lithofazielle Gliederung – und damit Stratigraphie – des Quartärs im Hinblick auf eine geologische und angewandt-hydrogeologische Kartenaufnahmen, wie sie jetzt erfolgt (STACKEBRANDT 1995), konzentriert sich die Aufnahme quartärer Sedimente heute besonders auch auf temporäre Aufschlüsse im Übertagebereich, so auf industrielle

Tagebaue, Baugruben und nicht zuletzt auf Bahn- und Straßentrassen, wobei sich letztere durch eine ausgesprochene „Mobilität“ auszeichnen.

Das trifft auch für den Autobahnbau im quartären Flachland Brandenburgs zu, insbesondere in Schnittbereichen mit typischen morphologischen Elementen der Jungmoränenlandschaft.

Dabei erweisen sich diese Aufschlüsse, verglichen mit der Aussagekraft von Bohrungen, als tiefer Einblick in den

faziellen Schichtenbau quartärer Sedimente sowie die Spezifik glazigener Deformationen, besonders im kleindimensionalen Bereich. Arbeitsmethodisch wird dieser Vorteil aber durch die spezifische Problematik der geologischen Aufnahme temporärer Aufschlüsse eingengt, deren Öffnung und nachfolgende Schließung nach ingenieurtechnischen Gesichtspunkten erfolgen muß.

Sich hiervon ein theoretisches als auch praktisches Bild zu machen, dienen die nachfolgenden Aufnahmen am östlichen Berliner Autobahnring (A 10) im Südrandbereich der Salzstruktur Rüdersdorf bei Berlin – eine Fallstudie aus methodischer Sicht.

2. Voraussetzungen

2.1. Geologische Regional- und Lokalsituation (Kenntnisstand)

Die Südflanke der Salzkissenstruktur Rüdersdorf zeichnet sich im Vergleich zur Nordflanke durch eine Mächtigkeits-erhöhung des Quartärs aus, insbesondere durch den Ein-

schub von elsterkaltzeitlichen Sedimenten. Strukturgeologisch entspricht diese Mächtigkeitsanschwellung des Quartärs im glazialen Lee der Struktur einer postumen Absenkungstendenz an der Südflanke, die seit der höheren Trias und selbst noch im Alb-Oberkreidestockwerk besteht. Vergleichsweise ist dazu die Nordflanke infolge der glazialen Luv-Lage mächtigkeitsmäßig durch glazigene Deformationen, insbesondere Abscherungen reduziert.

Größere Quartäraufschlüsse befinden sich heute nur im nördlichen Topbereich der Struktur (Tagebau der Rüdersdorfer Zementwerk GmbH). Die Südflanke ist im wesentlichen bisher nur durch die geologische Kartierung (ECK 1893, WAHNSCHAFFE & ZIMMERMANN 1914, WOLFF 1923) erfaßt, gestützt auf lokale geomorphologische Elemente und Kleinaufschlüsse der Jungmoränenlandschaft.

Geomorphologisch beinhaltet der Südrandbereich der Struktur den Übergang vom quartären Hochflächegebiet des Barnim in die Niederungsflächen des Berliner Urstromtales (Farbabbildung s. Beilage; JUBITZ u. a. 1960).

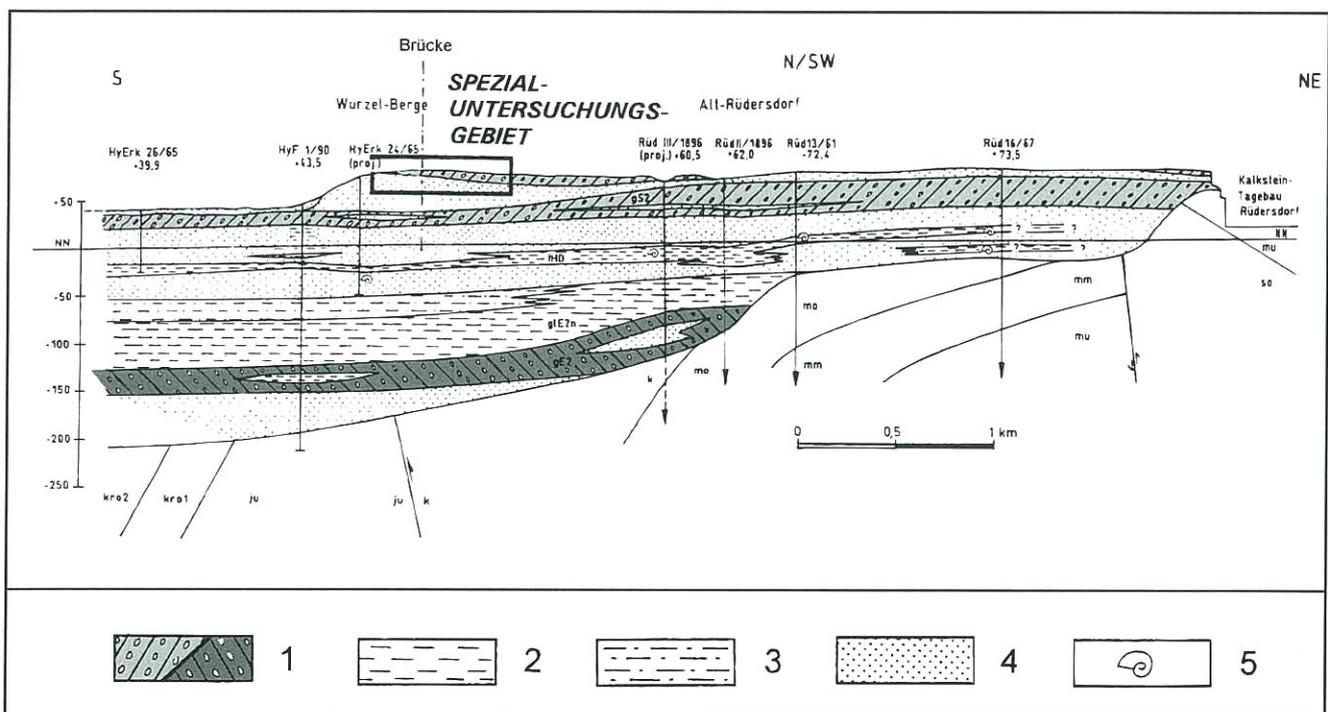


Abb. 1

Schnitt durch die Südflanke der Struktur Rüdersdorf zwischen Tagebau und Berliner Urstromtal mit speziell elsterkaltzeitlicher Mächtigkeitszunahme im glazialen Lee und im Bereich einer längerfristig aktiven Absenkungszone des postsalinaren Deckgebirges der Südflanke (nach AHRENS u. a. 1995).

Das Untersuchungsgebiet liegt im Ausstrichbereich einer Geschiebemergelplatte, die – ursprünglich bei der geologischen Kartenaufnahme (WAHNSCHAFFE & ZIMMERMANN 1914; WOLFF 1923) als im heutigen Sinne weichselkaltzeitlich eingestuft – sich nach den neuen Untersuchungen aber als eine unterhalb Weichsel-Ablagerungen (im Nordteil des Schnittes) glazigen aufgedröckte und freigelegte saalekaltzeitliche Geschiebemergelplatte erwies.

1 - Geschiebemergel; 2 - Schluff; 3 - Schluff - Sand; 4 - Sand; 5 - fossilführend (Paludina sp.)

Pleistozänes Auflager: g S2 - Saale-Grundmoräne; iHD - Holstein-Interglazial; gl E2n - Elster-Beckenbildungen; g E2 - Elster 2-Moräne

Postsalinare Deckgebirge: kro 2 - Oberkreide (Turon-Campan); kro 1 - Oberkreide (Alb-Cenoman); ju - Unterjura (Lias); k - Keuper; mo - Oberer Muschelkalk; mm - Mittlerer Muschelkalk; mu - Unterer Muschelkalk; so - Oberer Buntsandstein (Röt)

Markiert wird dieser Bereich zusätzlich durch eine weichselkaltzeitliche Endmoränenstaffel, die in Form der Kranichsberge (104 m NN) und Wurzelberge (90 m NN) regionalgeologisch zwischen den Eisrandlagen des Brandenburger Stadiums und der Frankfurter Staffel isoliert gelegen ist. Diese „Woltersdorfer Staffel“ der Weichselkaltzeit (W1 W, nach CEPEK 1993) wird der lückenhaften Spandau-Erkner Staffel zugeordnet. – Richtungsmäßig zeichnet sich die Woltersdorfer Endmoräne, abweichend zum allgemeinen Verlauf der Eisrandlagen in NE-Brandenburg, morphologisch durch ein ENE-WSW-Streichen aus; ihr nördlich vorgelagert ist eine flachkuppige Grundmoränenlandschaft mit typischen Hohlformen im Gebiet von Rüdersdorf-Hortwinkel. Genetisch entspricht sie einer Stauchendmoräne (CEPEK 1975), aber ohne wesentliche Deformation infolge glazigener Einflüsse (AHRENS u. a. 1995; Abb. 1).

2.2. Neue Aufschlußsituation

Wenngleich bereits seit der 2. Hälfte der 30er Jahre der Übergangsbereich zwischen Barnim und Berliner Urstromtal ca. 1,5 km südlich der Eisrandlage Rüdersdorf durch einen Einschnitt der Autobahnführung erschlossen worden war, haben umfangreiche Erdarbeiten im Zuge der Fahrbahnverbreiterung der Autobahn (km-Markierung ca. 24,5 bis 24) während des Sommers und Herbstes 1996 gerade diesen Abschnitt im nördlichen Vorfeld der Kranichsberge temporär neu freigelegt.

Die Aufschlüsse bieten insgesamt einen ausgezeichneten Einblick in die glazigenen Deformationen im nördlichen Vorfeld der Kranichs- und Wurzelberge, d. h. zwischen Grundmoräne (eines vermutlich ehemaligen Zungenbekenbereiches) und Stauchendmoräne der Weichselkaltzeit. Mit einer Länge von 0,6 km und durchschnittlicher Höhe von 5–10 m im Norden und 10–15 m im Süden, davon ein ca. 3 m tiefer, durchgehend gezogener Graben für die Verlegung von Rohren zur Oberflächenentwässerung am Fuß der Schrägböschungen, entspricht dieser Aufschluß vergleichbaren Dimensionen des Kalkstein-Ttagebaues.

2.3. Arbeitsmethodik und -technik

Entsprechend der ausgesprochen kleindimensionalen glazigenen Deformationen im Meterbereich bot sich die Anwendung der kleintektonischen Methode LOTZES's zur systematischen Erfassung des Deformationsinventars an, ergänzt durch Bestimmungen des Fließgefüges der Grundmoränen (Geschiebelängsachsen-Messungen). Grundlage hierfür waren die abschnittsweise durchgeführten Stoßaufnahmen im Maßstab 1 : 300, schwach überhöht, ergänzt durch eine umfangreiche Fotodokumentation. Entsprechend dem Baufortschritt konnten alle Daten erst später mosaikartig zusammengesetzt werden.

Die lithostratigraphische Einstufung der Grundmoränen erfolgte anhand von Kleingeschiebezählungen nach CEPEK (1969; vgl. TGL 25 232), die freundlicherweise vom Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg (Bearbeiterin A. SONNTAG) durchgeführt wurden. Danach

handelt es sich um Saale-Ablagerungen unterhalb einer weichselkaltzeitlichen Überdeckung.

3. Problemstellung

Ausgangsaufgabenstellung war zunächst die empirische Erfassung der glazigenen Deformationen der Lockersedimente (Till, Sande) im nördlichen Vorfeld der Stauchendmoräne, wobei eine Zeitgleichheit der Deformationen (Weichselkaltzeit) vorausgesetzt wurde.

Eine Präzisierung dieses Ansatzes mußte allerdings durch den unerwarteten Nachweis von Saale-Geschiebemergel inmitten weichselkaltzeitlicher Ablagerungen erfolgen, insbesondere unter dem Gesichtspunkt, daß in den weiter östlich anstehenden Gebieten (Fürstenwalde, Eisenhüttenstadt) bereits saalekaltzeitliche Glazigendeformationen im Bereich der weichselkaltzeitlichen Frankfurter Staffel nachgewiesen wurden (HANNEMANN 1969, 1995). Eine Mehrfachbeanspruchung war daher nicht auszuschließen.

Aus Sicht des Anschlusses der Aufnahmen an die ca. 3–4 km nördlich vorgelagerten Tagebaue der Rüdersdorfer Zement GmbH ergaben sich folgende Fragestellungen (JUBITZ 1995, 1996):

1. Vergleich der glazigenen Deformationen des Neuaufschlusses nach Charakter, Intensität und vor allem Richtung mit denen des Tagebaugesbietes;
2. Vergleich des inneren Fließgefüges des Saale-Tills beider Gebiete, insbesondere unter dem Aspekt, daß die Einregelung im Tagebaugesbiet durch Richtung der direkt unterlagernden Gletscherschrammen ident verlaufen (= „jüngeres“ von Osten nach Westen gerichtetes System der Eisfließrichtung nach WAHNSCHAFFE 1883, WAHNSCHAFFE & ZIMMERMANN 1914).
3. Versuch des Nachweises alters- oder richtungsverschiedener glazigener Deformationen i. S. von polymorphen Strukturen.

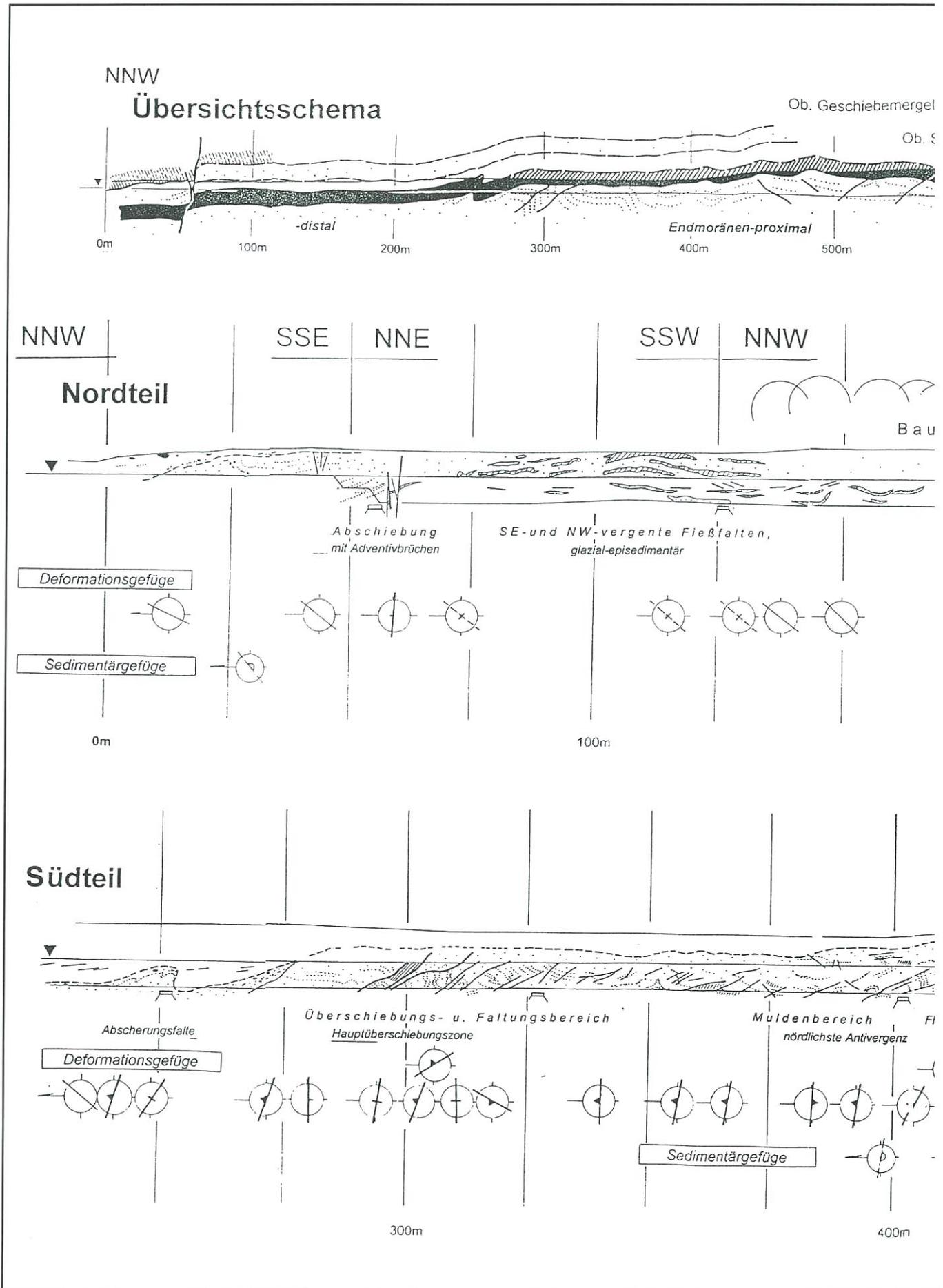
Nicht zuletzt waren praktische Erfahrungen bei der geologischen Spezialbearbeitung temporärer Aufschlüsse zu sammeln, um Aufwand und Ergebnis derartiger Dokumentationsarbeiten gegenüberstellen zu können.

4. Untersuchungsergebnisse

Die Auswahl und Darstellung der Untersuchungsergebnisse beziehen sich im Sinne der Problemstellung bevorzugt auf die Nutzung kleindimensionaler Deformationselemente, wie sie erfahrungsgemäß nahezu in allen Quartäraufschlüssen mit glazigener Überprägung auftreten. Unterstellt wird dabei die Möglichkeit einer statistischen Nutzung für die Klärung, zumindest aber Dokumentationen mit regionaler Zielstellung.

4.1. Geologisches Gesamtbild

Der neue Aufschluß (Abb. 2/Übersichtsschema) legt auf ca. 0,6 km Länge eine flach-monoklinal nach Norden einfallende Geschiebemergelplatte frei, unterlagert von Sanden. Nach Süden wird diese Schichtenfolge durch den Nordrand des Berliner Urstromtales erosiv abgeschnitten.



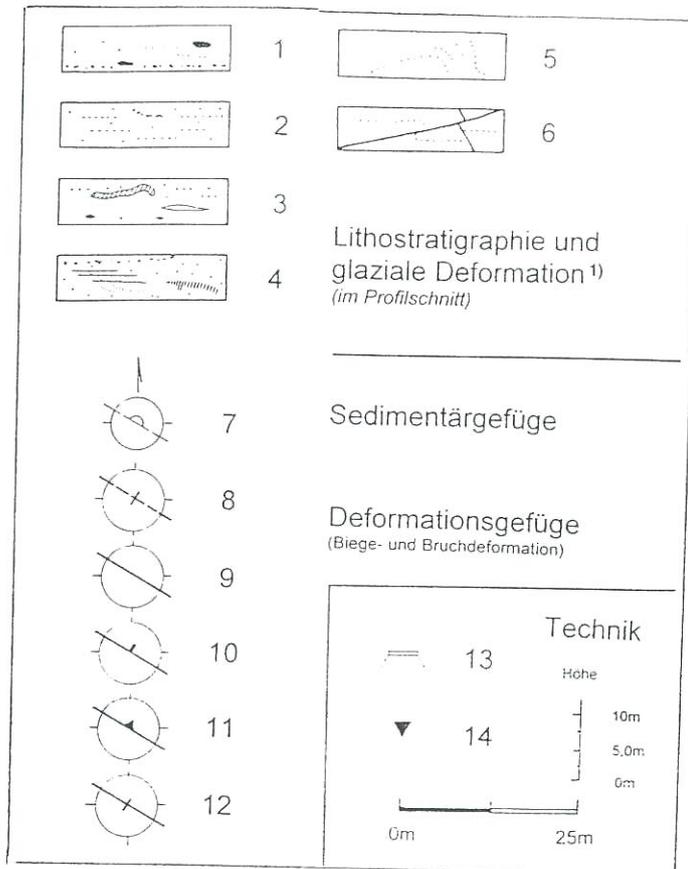
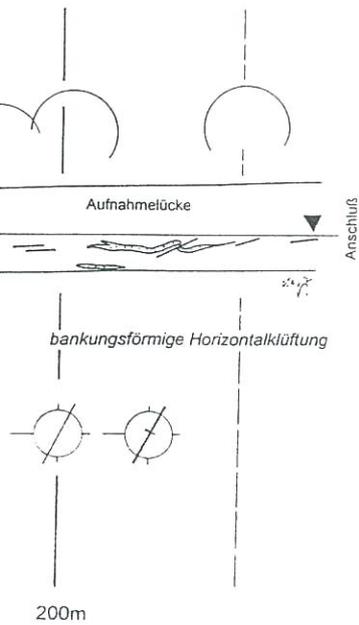
Saale- und Weichselglazial temporärer Autobahnaufschluß A10 (km 24,5 bis 24,0)

südwestlich Rüdersdorf-Hortwinkel/Oststoß

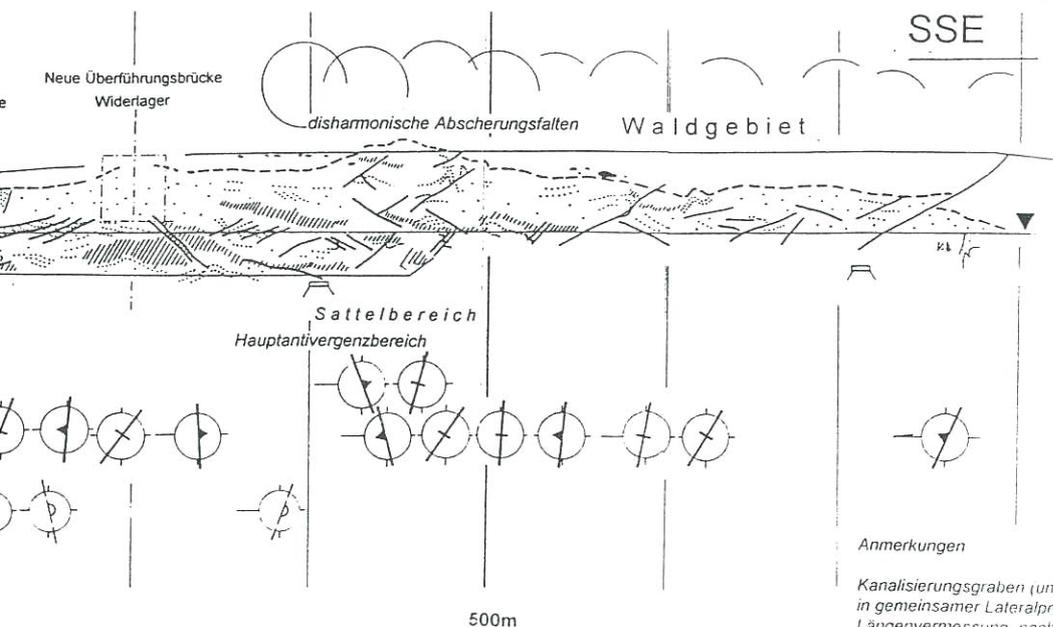
Aufnahme: K.-B. Jubitz, 1996

SSE

eschiebemergel / Liegendteil
Unt. Sand



1) s. Signatur der Litho-Einheiten



Anmerkungen

Kanalierungsgraben (unten) und Böschungsanschnitt (oben) in gemeinsamer Lateralprojektion dargestellt. Längenvermessung, nach: Auspflückungen der Tiefbaufirmen.

K.-B. Jubitz

Der Bereich der Stauchendmoräne (Kranichsberge) liegt in westlicher Verlängerung des Nordrandes des Urstromtales und wird vom Profilschnitt daher nur tangiert (Abb. 1).

Strukturell zeichnet sich diese Schichtenfolge, auch in Annäherung an die Stauchendmoräne im Süden, durch keine größeren glazigenen Deformationen aus. Lediglich ein Vertikalversatz im Norden des Schnittes sowie eine faltenförmige Verbiegung im mittleren Teil des Schnittes variieren das Gesamtbild etwas. – Das Streichen der Strukturen (Abb. 2, unten) ist auffallend einheitlich E-W bis WNW-ESE gerichtet, d. h. generell etwa parallel zur morphologischen Achse der Stauchendmoräne.

Eine detaillierte Betrachtung des Anschnittes (Abb. 2/ Nord- und Südteil) zeigt aber, daß im kleindimensionalen Bereich erhebliche glazigene Deformationen bestehen: insgesamt südvergente Pressungsstrukturen in Form von Biege- und Bruchdeformationen, nach Süden in Richtung auf die Stauchendmoräne zunehmend mit antivergenten Deformationen durchsetzt. Charakteristisch ist ferner ein disharmonisches Verhalten der einzelnen Schichtpakete zueinander, bedingt durch Abscherungsvorgänge. Kleindimensionale Bruchelemente (Überschiebungen) überlagern einen weitspannigen Biegefallenbau innerhalb der liegenden Sande.

Die innere Fließstruktur der Geschiebemergel bzw. die Schüttungsrichtungen der Sande, das hier zusammengefaßte „Sedimentärgefüge“, verhalten sich nochmals richtungsdiskontinuum zum dargestellten Strukturmodell.

Eine ausgesprochene Ausnahme vom Beanspruchungsmuster der pleistozänen Glazialdeformation macht eine vertikal einfallende Dehnungsstruktur (Abschiebung) im

Norden des Aufschlusses, die den Nordteil der Geschiebemergelplatte um mindestens 4–5 m nach Norden versetzt, sich richtungsmäßig aber dem Gesamtmuster der E-W verlaufenden Deformationsstrukturen dennoch einordnet. Umgekehrt finden sich abweichend verlaufende Faltenachsen mit NE-SW-Erstreckung im Hangenden des Unteren Geschiebemergels, die auf glazial-episedimentäre Fließfallen – vermutlich als Folge des Niedertauens der Gletscher – zurückzuführen sein dürften (gravitative Elemente).

Insgesamt entspricht das Deformationsgefüge einem NNE-SSW gerichteten Eisschub der Weichselkaltzeit, wie er auch aus dem Kalkstein-Tagebau bekannt ist (JUBITZ (1995).

4.2. Litho-Ausbildung der Schichten

Unterschieden werden im Anschnitt Bildungen der Grundmoräne (Till) und glazifluviale Ablagerungen verschiedener Transportenergie (Kiese, Sande; Abb. 3).

Der *Untere Geschiebemergel*, Hauptelement des Anschnittes, fällt im unverwitterten Zustand durch seine dunkel-schwarzblaue Färbung, eine Lignitführung und eine ausgesprochen hohe Festigkeit (vom Typ eines „Tillitoids“) auf, die eine scharfe Klüftung und flache Abscherungsflächen bei Biegebeanspruchung bedingt. Im Liegendteil ist die Führung von Sandschmitzen und -bändern hoch, die Geschiebeführung dagegen gering. Die Basisfläche ist scharf gegen das Liegende abgesetzt. – Zum Hangenden geht der Untere Till in eine grobe Wechsellagerung von schluffigen Feinsanden und sandigen Tonen über; typisch ist hier die Führung sehr großer Einzelgeschiebe sowie die Ausbildung schichtparallel eingelagerter Fließfallen, die

Abb. 2 (S. 78/79)

Strukturgeologischer Profilschnitt durch die glazigenen Kleindeformationen saale- und weichselkaltzeitlicher Ablagerungen in der östlichen Böschung (einschließlich der Kanalisationsgräben) des Autobahneinschnittes Rüdersdorf-Hortwinkel, distal (Norden) und proximal (Süden) zur Stauchendmoräne der Kranichsberge bei Woltersdorf verlaufend. Spezialaufnahmen: K.-B. Jubitz, 03.09.–23.10.1996, halbschematisiert überzeichnet nach Maßstabsaufnahmen 1 : 300 (Länge) bzw. 1 : 200 (Höhe), schwach überhöht.

Lithostratigraphie und glaziale Deformation (im Profilschnitt): 1 - Oberer Geschiebemergel (Weichsel) mit basaler Grobkiesführung; diskordant zum Liegenden, 2 - Oberer Sand, 3 - Unterer Geschiebemergel (Saale), Hangend: schichtig, mit glazial-episedimentären (gravitativen) Gleit- und Wickelfalten; verlehmt, Liegend: massig (Lodgement-Typ), verlehmt, 4 - Unterer Sand mit diskordanter Parallelschichtung und schluffig-feinsandigen Inhomogenitätsbereichen („Paketen“), z. T. glazigen undeformiert?, 5 - glazigene Biegedeformation an Schichtflächen (ss), 6 - glazigene Bruchdeformation (Rupturen) z. T. mit gegenseitigem Relativversatz der Bruchflächen. Sedimentär- und Deformationsgefüge, räumlich bezogen auf Nordrichtung (Pfeil) und dargestellt im Koordinatennetz (Aufsicht): 7 - Schichtung mit primärem Einfallen (in Richtung Halbkreis) Deformationsgefüge (Biege- und Bruchdeformation), räumlich bezogen auf Nordrichtung (Pfeil) und dargestellt wie oben, 8 - glazial-episedimentär gravitative Gleit- und Wickelfalten, 9 - Klüftung teils flach-lagerförmige Bankung (selten) teils steil (häufig), 10 - Abschiebung (rechtsinnige Verwerfung), Marke in Richtung des abgesenkten Flügels, 11 - Auf- und Überschiebung (Dreieck in Richtung des Einfallens der Bruchfläche bzw. entgegen der Überschiebungsrichtung des Hangendflügels gerichtet), 12 - Sättel und Mulden (Anti- und Synkinalen) verschiedener Größenordnung, als Achsendarstellung im Koordinatensystem, wie oben.

Technik: 13 - Kanalschächte der Oberflächenentwässerung, schematisch eingetragen, 14 - Bezugshorizont der Aufnahme: Oberkante der alten Fahrbahndecke der Autobahn (Gefälle nach Süden hier unberücksichtigt).

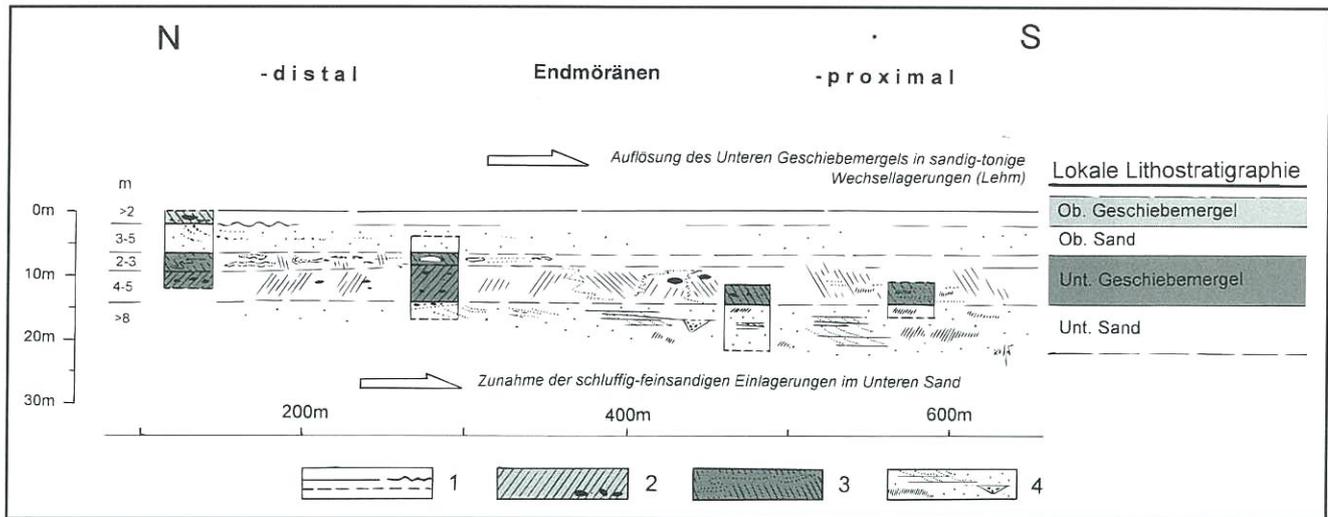


Abb. 3

Schema zur lokalen Lithostratigraphie sowie zum Lithofazieswechsel der glaziären Ablagerungen im Autobahnaufschluß, formal bezogen auf Lage zur weichselkaltzeitlichen Endmoräne (Kranichsberge)

1 - Lithoschichtfolgen, oben: bestimmt; diskonform (Schlangenlinie), unten: unbestimmt, 2 - Geschiebemergel (Till), massig-karbonatbindig mit großen Geschieben; im Ausstrich verlehmt, 3 - Geschiebelehm als Schluff-Feinsand-Wechsellagerung mit episodimentär-gravitativen Fließfalten, 4 - glazifluviale Sande mit diskordanter Parallelschüttung, kiesigen Erosionsrinnen sowie feinsandig-schluffigen Einlagerungen (Linsen / "Pakete"). Nach Kleingeschiebezählungen (A. SONNTAG, LGRB) entspricht der Obere Geschiebemergel dem Wechsel-Glazial, der Untere Geschiebemergel dem Saale-Glazial.

walzenartig als Wickelstrukturen aus den Anschnittböschungen herauswitern. – In südlicher Richtung des Aufschlusses nimmt der Sandgehalt des Geschiebemergels stark zu. Die Mächtigkeit des Unteren Tills beträgt 6–8 m.

Im Vergleich dazu ist der *Obere Geschiebemergel* des Aufschlusses sandig-kiesig ausgebildet, besonders an der diskonform auflagernden Basis. Außerhalb des Anschnittes treten im hangenden Fließtill stark gerundete Geschiebe auf. Die Mächtigkeit ist > 2 m.

Die Sande, besonders der *Untere Sand* des Aufschlusses, sind mittelkörnig, zum Hangenden in Annäherung an den Unteren Geschiebemergel auch mittel- und grobkiesig (Vorschüttbildungen). Charakteristisch ist eine einheitliche diskordante Parallelschüttung in Richtung Süden und SSE. Nach Süden ist ein deutlicher Fazieswechsel in feinsandige und schluffige Glaziärbildungen erkennbar, die z. T. diskonform eingelagert sind. Nord-Süd gerichtete Erosionsrinnen durchsetzen dieses Gefüge, wie Querschläge zum Hauptanschnitt des Aufschlusses erkennen ließen.

Die Mächtigkeit der im Anschnitt freigelegten glaziären Sedimente beträgt ca. 15 m. Der Fazieswechsel (Abb. 3) spielt für die Geomechanik der glazigenen Verformungen nur eine untergeordnete Rolle, ist aber für die Faziesverteilung zur Zeit des Vorstoßes des saalezeitlichen Gletschers (Unt. Geschiebemergel) von allgemeinem Interesse.

4.3. Spezielle Glazidynamik (Strukturen)

Die Vielfalt der einzelnen glazidynamischen Formen ist erfahrungsgemäß weniger durch Textbeschreibungen als durch Abbildungsmaterial darstellbar. Eine umfangreiche Fotodokumentation des Autors kann von Interessenten im

LGRB Kleinmachnow eingesehen werden. Die Auswahl der Abbildungen erfolgt nach Biege- (Faltungs-) und Bruchstrukturen (Rupturen). Besondere Beachtung verdienen hierbei die disharmonischen Ablagerungsstrukturen, ausgelöst durch schichtparallele Bewegungen zwischen geomechanisch unterschiedlich reagierenden Schichtenstapeln der Lockersedimente; sie sind der Auslöser listrischer Flächen glazigener Aufstapelungen, insbesondere bei größeren Aufbrüchen.

Die Differenzierbarkeit von glazidynamischen Strukturen in sandigen, gut geschichteten Lockersedimenten bereitet beim gegenwärtigen Erkenntnisstand allerdings auch noch Probleme, so z. B. bei der Unterscheidung von schichtparallelen Deformationsformen gegenüber der Schichtung (ss-Flächen), speziell bei der Erkennung von „einsedimentierten Altstrukturen“ älterer glazidynamischer Beanspruchungen. Gerade letztere bilden den Schlüssel zum Nachweis stockwerksgebundener, d. h. altersverschiedener (und geomechanisch unterschiedlicher) glazigener Deformationen. – Die Übertragung kleintektonischer Methoden von Festgesteinen aus dem Deckgebirge ist in diesen Sonderfällen eingeschränkt (s. unten).

4.3.1. Dehnungsstrukturen

Im gesamten untersuchten Aufschluß fehlen, genetisch entsprechend dem generell von NE nach SW gerichteten Streßfeld eines tangential auf sein Vorfeld wirkenden Gletschers, Dilatationsstrukturen.

Eine Einzelausnahme macht im Nordabschnitt (Abb. 2 bei Marke 57 m) nur eine senkrecht einfallende Abschiebung (Abb. 4 a, 4 b), die den horizontal liegenden Geschiebemergel flexurartig um schätzungsweise 4–5 m nach Nor-

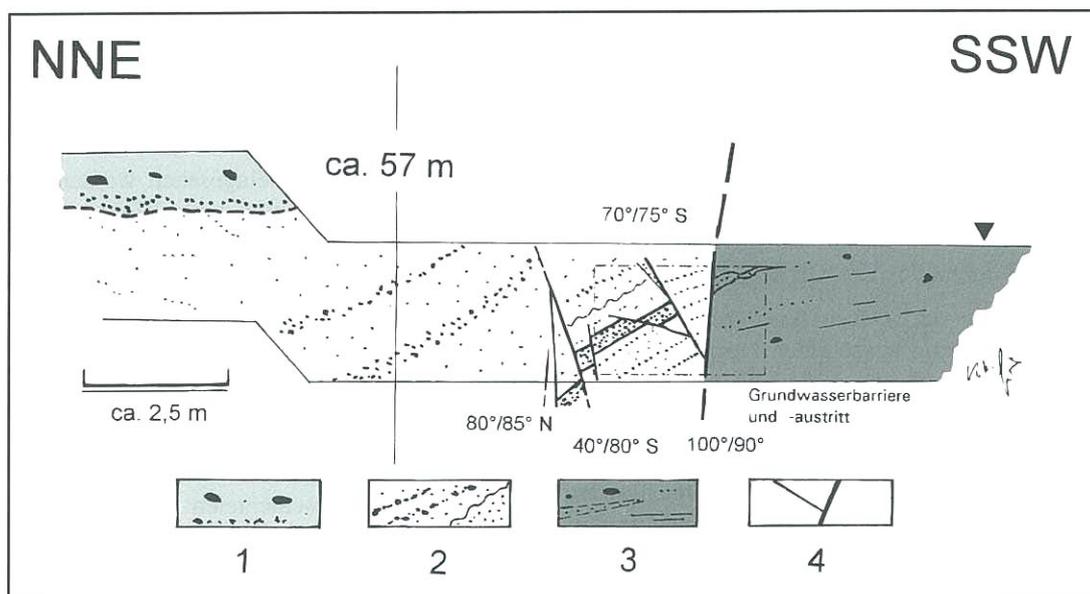
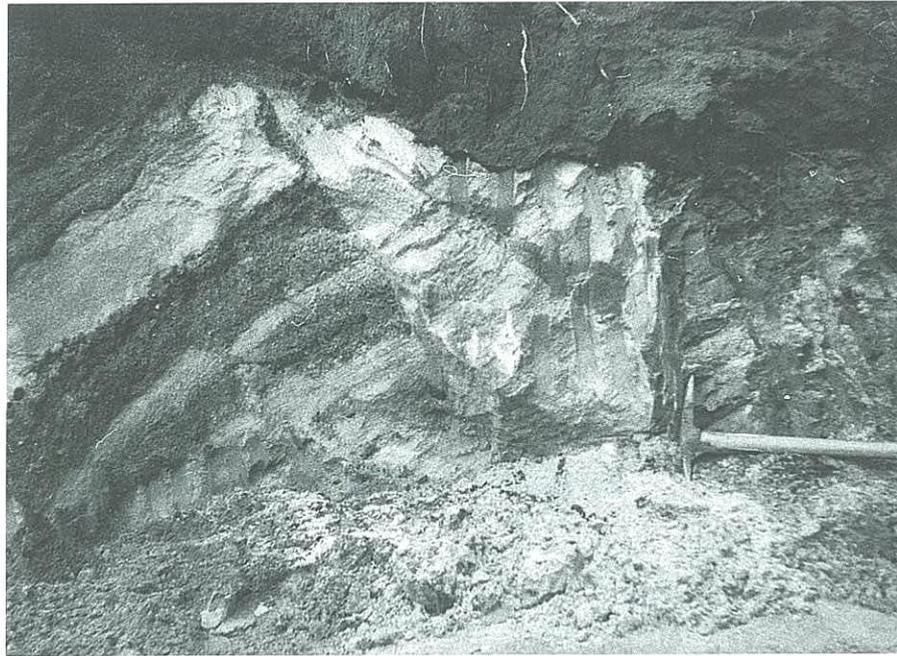


Abb. 4 a (Foto), 4 b (Zeichnung)

Dehnungsstruktur: steilstehende Abschiebung von mehreren Metern Sprunghöhe von Unterem Geschiebemergel (rechts) gegen Oberen Sand + Oberen Geschiebemergel (links) mit Adventivdehnungsbrüchen und flexurartiger Abbiegung des abgesunkenen Hangendflügels. - Fotoausschnitt nur im Rupturenbereich; im oberen Bildteil mit Humusanwurf für Böschungsbefestigung/-bewuchs. - Nördlicher Oststoß bei Marke 57 m (vgl. Abb. 2).

1 - Oberer Geschiebemergel (Weichsel; nach Kleingeschiebeanalyse A. SONNTAG, LGRB); 2 - Oberer Sand (Vorschüttbildung zu 1., Feinkies/Mittelsand-Wechselagerung); 3 - Unterer Geschiebemergel (Saale, wie oben); 4 - Rupturen (mit Streich- und Fallwerten). Der Versatz erfäßt alle pleistozänen Lockersedimente und ist vermutlich endogener Entstehung.

den ins Liegende versetzt. Der abgesunkene Flügel wird von mittelsteil einfallenden Sekundärsprüngen (Adventivbrüchen) begleitet. Dabei werden die Schichten flexurartig nach Norden abgelenkt, wobei es sekundär zu keilförmigen nordvergenten Verpressungen kommt.

Eine Einpassung dieser Dehnungsstruktur in das allgemeine Pressungsfeld des Aufschlusses ist nicht möglich. Cha-

rakter und Intensität der Ruptur schließen eine endogene Beziehung zum stark abgesenkten Südflügel der Struktur Rüdersdorf m. E. nicht aus, zumal post-saalekaltzeitliche endogene Deformationen im benachbarten Kalkstein-Tagebau – nachgewiesen anhand deformierter ss-Flächen mit Gletscherschrammen – bekannt sind (JUBITZ 1996a). Für ein Tieferreichen dieser Abschiebung spricht das Lösen

von Grundwässern beim Auffahren der Einschnitte, für deren Abführung technische Maßnahmen erforderlich wurden (Barrierewirkung am wasserunwegsamem Südflügel des Geschiebemergels).

Quartäre Bruchstrukturen, bedingt durch saline Fließmechanik des Salzkissens, sind bisher nicht sicher nachgewiesen (JUBITZ u.a. 1960; JUBITZ 1996a).

4.3.2. Pressungsstrukturen

Die glazigenen Einengungsstrukturen zeichnen sich hier durch eine Vielfalt der Formen aus, wobei Biege- und Bruchdeformationen in den Lockersedimenten bei steigender Intensität sukzessiv ineinander übergehen oder auch nebeneinander bestehen (Abb. 2). Kleindimensionale Formen („Integrale“) überlagern mittel- und weitspannige, besonders in den Sanden (Abb.2/Südteil).

Eine besondere Beachtung verdienen die schichtparallelen Bewegungsvorgänge (Abscherungen), die aus unterschiedlichen geomechanischen Eigenschaften benachbarter Schichtenstapel resultieren.

Bezüglich der Häufigkeit vorherrschend sind flache Aufschiebungen und Überschiebungen, oft schmale Leisten-schollen einschließend. Die Vergenz ist einheitlich nach Süden in Richtung auf die Endmoränenlage orientiert; Antivergenzen (als Ausbildung des 2. Scherflächensystems) treten im mittleren Teil des Aufschlusses auf und häufen sich zum Südteil in Annäherung an die Endmoränenlage. Am Versatz beider Scherflächensysteme sind die relativen Altersbeziehungen erkennen.

Die Darstellung der Formenvielfalt erfolgt am nachstehenden Abbildungsmaterial, wobei bevorzugt auf Besonderheiten der Deformationen in den Lockergesteinen (im Vergleich zu den Festgesteinen im Deckgebirge) verwiesen wird.

(a) Falten

Als „reine“ Formen treten die Falten nur in Form weitspanniger Biegefalten auf, wobei die Südvergenz in der Regel nur schwach ausgebildet ist. Typisch dafür sind die muldenförmige Verbiegung im mittleren Teil des Aufschlusses bzw. die sattelförmige Aufwölbung im südlichen Teil des Anschnittes (Abb. 2/Südteil).

Im Vergleich dazu tritt die Mehrzahl faltenförmiger Deformationen als Knickungen, Pressungsflexuren, Schleppungen und Schichtaufrichtungen in Kombination mit den strukturbestimmenden Abscherungen sowie Auf- und Überschiebungen auf.

(b) Abscherungen

Die an Inhomogenitäten der Schichten, in der Regel die Schichtflächen (ss), gebundenen Bewegungsvorgänge lassen sich vor allem an den inkompetenten Schichteinheiten, hier meist dem Liegenden, ablesen.

So läßt sich der übergeordnete Einengungsvorgang an X-förmigen Überschiebungsbrüchen ablesen, die einer kleindimensionalen „Bruchfaltung“ entsprechen. Geomechanisch sind sie als Mohrsches System mit sich schneidenden Scherflächensystemen anzusprechen.

Dieser Effekt kann sich bei Scherbewegungen an Gesteinen mit geomechanisch unterschiedlichen Eigenschaften intensivieren, so z. B. als Schichtstapelung mit steilen Kleinüberschiebungen unterhalb des Unteren Geschiebemergels), denen im rigiden Hangenden nur flachbogenförmige Abscherungsklüfte („Lager“) entsprechen. Liegen sedimentär bedingte Inhomogenitäten im Grenzbereich der Abscherungsfläche, so kommt es zu lokalen Verfälschungen dieser Bereiche bzw. zu kleindiapirartigen Einspiessungen aus dem Liegenden durch (wassergesättigte) Feinklastika. Prädestiniert dafür sind die glazifluviatilen Vorschüttbildungen im Hangenden des Unteren Sandes (vgl. Abb. 3).

Eine korrelierte Deformation im auflagernden Unteren Geschiebemergelpaket ist nur als flachfaltenförmige Verbiegung und damit Ausbildung von lagerförmigen Scherflächenbündeln wiederzuerkennen, auf denen trotz Harnischspiegelausbildung keine Rillung nachgewiesen werden konnte.

Derartige Formen bilden intensitätsmäßig die Vorstufe zur Ausbildung südvergenter Abscherungsfalten, in deren Kern die Sande und Kiese spezialgefaltet sind. Die Scherflächen beider werden sekundär mit Karbonaten aus dem Geschiebemergel krustenförmig mineralisiert, bedingt durch die hydrologische Barrierenbildung beider Systeme (Abb. 2/Südteil, Marke 250 m).

Die intensivsten Abscherungsdeformationen – flach gefalteter Unterer Geschiebemergel über steilgestellten Schichten des Unteren Sandes – wurden im Südteil des Aufschlusses bei Marke 490 m gefunden, wobei die mobilen Sande im Liegendteil die stärkste Verfaltung aufweisen.

Insgesamt fällt auf, daß durch diese Abscherungsvorgänge eine winkelförmige Diskonformität zwischen schwach deformiertem Hangenden (Unterer Geschiebemergel) und stark disloziertem Liegenden (Unterer Sand) resultiert. Das Geschiebemergelpaket wurde bei dem generellen glazigenen Südschub gegenüber den Unteren Sanden relativ abgeschert; letztere reagierten mit disharmonischer Spezialdeformation. Die Deformationen erfolgten in einem einheitlichen glazigenen Strebfeld.

(c) Auf- und Überschiebungen (mit Begleitelementen)

Häufigstes Bruchdeformationselement, oft kombiniert mit faltenförmigen Biegedeformationen, sind hier die Auf- und Überschiebungen, insbesondere in den inkompetenten Schichten (Sande) und relativ gleichförmig-statistisch über den Aufschluß verteilt (Abb. 2/Südteil). Eine Häufung dieser Formen tritt im Überschiebungs- und Faltungsbereich bei Marke 300–375 m auf, d. h. unmittelbar unterhalb der Abscherungsbahn zwischen Unterem Geschiebemergel und Unteren Sanden. Das Einfallen der Störungsfalten liegt statistisch bei etwa 30–40°, ist z. T. aber auch flacher. Die Vergenz ist einheitlich nach Süden gerichtet; nur im südlichen Teil des Aufschlusses (ab Marke 375 m) treten antivergente Überschiebungen als 2. Scherflächenpaar der Tangentialbeanspruchung auf. Diese versetzen als relativ jüngere Elemente die südvergerten örtlich (s. unten).

Die Beschreibung der vielseitigen Formen erfolgt zweckmäßigerweise als Fotografien und deren Überzeichnungen, da in den meisten Fällen die Überschiebungsweiten gering sind, sich aber als „Differentialie“ summieren.

Typisch ist ein Splitting der Überschiebungsflächen zu schmalen Leistenschollen, an denen die Schichtflächen staffelförmig gegeneinander verschoben werden, z. T. mit flexurartigen Verbiegungen und Versätzen an den Überschiebungsflächen (Abb. 5). Das gleiche Prinzip gilt für Überschiebungen mit Schubweiten im Meterbereich, die sich in der Regel aus faltenförmigen Schichtverbiegungen entwickeln und senkrecht gestellte Schichtflächen zwischen den begrenzenden Überschiebungsflächen einschließen. Charakteristisch sind in den begleitenden Schollen sekundäre Einengungsformen, die einen Spannungsausgleich in den einzelnen Leistenschollen bedingen.

Verfaltungen innerhalb der von Überschiebungen begrenzten Schollen sind selten und nur im Südteil des Aufschlusses (bei Marke 400–475 m) nachgewiesen. Hier besteht die Tendenz zur Bildung von Gleitbrettern.

Schwärme von engständigen parallelen Überschiebungsbündeln, meist im Bereich von Steilstellungszonen, erinnern morphologisch-strukturell an schieferungsähnliche Deformationen in Störungszonen (Abb. 6).

„Gleitbretter“ (im Sinne der tektonischen Terminologie) als intensivste Verformung dieses Typs, meist mit Steilstellungen oder flexurartigen Verbiegungen der Sande verbunden, wurden im Ab- und Überschiebungsbereich zwischen Unterem Geschiebemergel und Unteren Sanden

(Bereich der Marke 300 m) nachgewiesen. Das Schichtgefüge ist überraschenderweise in den meisten Teilschollen noch erhalten. Dennoch wird durch die bruchschieferungsartige Deformation teilweise eine Pseudoschiebung erzeugt. In den Steilstellungszonen bilden sich außerdem Sekundärverfaltungen der Schichten, die im Anschnitt bajonettartig erscheinen, indem die Hangendflügel gegenüber den Liegendflügeln vertikal hochgedrückt und gleichzeitig verfalzt werden (Typ der Untervorschiebungen). Die Achsen derartiger Sekundärverfaltungen liegen horizontal, Ausdruck einer sehr intensiven Verfaltung (Einengung), wie sie sonst nur in Aufrichtungszonen des Deckgebirges vorkommt.

(d) Sonderformen der Deformation

Als „Sonderformen“ werden hier glazigene Deformationen zusammengefaßt, die im Aufschluß selten auftreten bzw. als geomechanisch mehrfach beanspruchte Struktur (polymorphe Elemente) angesprochen werden konnten.

Zeugen fließmechanischen Verhaltens von gut geschichteten Mittel- und Feinsanden treten vereinzelt in Kernen von Kleinsätteln auf, wobei bereits vorhandene Schichtungsgefüge, meist diskordante Parallelschichtungen, von der Fließmechanik mitbenutzt werden. Dabei kam es zur Verknäuelung und wickelfaltenartigen Deformation der Schichtpakete, ähnlich der salinaren Fließmechanik des Deckgebirges.

Von Interesse in den Unteren Sanden sind ferner „einsedimentierte Strukturen“, in denen rein lokal kleindimensionale Einengungsdeformationen auftreten, die diskontinuierlich durch auflagernde Sande überdeckt werden, in die

Abb. 5

Mittelsteile Überschiebung in laminierten, schluffig-feinsandiger Wechsellagerung der Unteren Sande, aufgesplittet als ein in Schubrichtung (rechts) konvergierendes Rupturenbündel mit z. T. flexurartigen, an den einzelnen Überschiebungsflächen geknickten ss-Flächen. – Südlicher Oststoß bei Marke ca. 475 m (Ausschnitt aus dem Hangenden einer Erosionsrinne). Links: N, rechts: S; Hackenkopf: 25 cm. Foto: Jubitz (5.9.96)



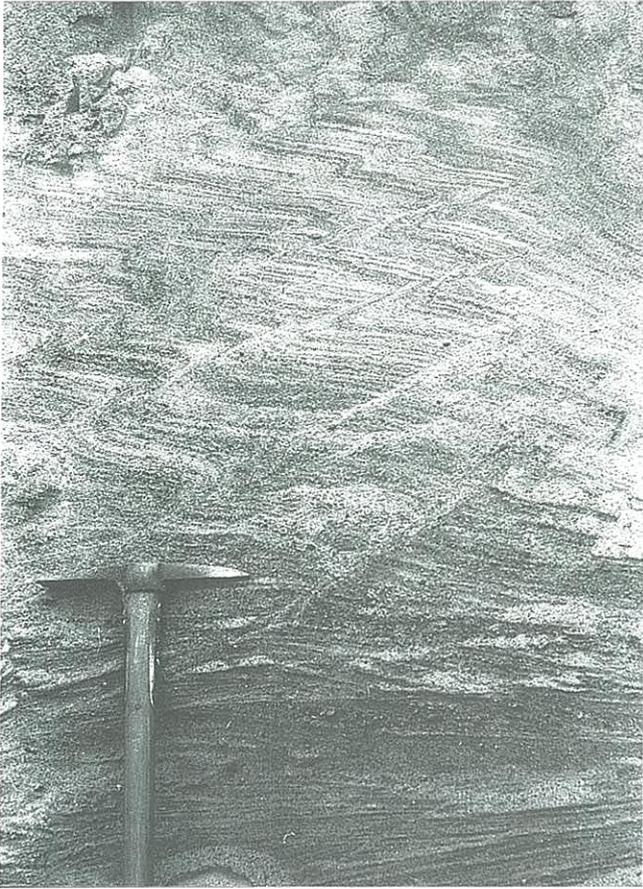


Abb. 6
Südvergente engständige Überschiebungsbündel mit flexurartigem Kleinversatz des Hangendflügels in Vergenzrichtung, sich z. T. flachschaufelförmig als „litriscche Flächen“ aus einer flachliegenden Schichtung entwickelnd – hier eine engständige „Zickzackfaltung“ vortäuschend. Untere Sande im Übergangsbereich von Faltenbereich und Muldenbereich (Abb. 2). - Südliche Ostböschung bei Marke ca. 360 m; links: N; rechts: S. Hackenkopfbreite: 25 cm. Foto: Jubitz (5.9.96)

sich die älteren Strukturen nicht fortsetzen. Als Ergebnis einer disharmonischen, d. h. materialabhängigen Deformation können diese Strukturen m. E. nicht erklärt werden; sie müssen älter als die glazigene Hauptdeformation des Gebietes sein, aber rein lokal. Derartige ein-sedimentierte Strukturen treten besonders im Südteil des Aufschlusses (Untere Sande) auf, wo z. B. flache Überschiebungsbahnen zum Hangenden konform in der Schichtung auslaufen und darüber von Sediment überdeckt zu sein scheinen oder als blockartige Strukturen längs antivergenter Überschiebungen lokal im späteren Hauptstreiffeld des Gletschers reaktiviert werden.

Das Hauptproblem der Untersuchung derartiger Strukturen, die älter als die generell glazigene Deformation des Gesamtgebiets sind, liegt in der Tatsache, daß die flachen Überschiebungen vorgezeichnete Sedimentationsmuster zunächst deutlich diskonform schneiden sowie deformieren, dann aber zum Hangenden konkordant in das Schicht-

gefüge einlaufen, wo sie als schichtparallele Deformationsfläche nicht mehr exakt nachgewiesen werden können.

Hier sind der kleintektonischen Analyse, wie sie sonst für Festgesteine des Deckgebirges eingesetzt wird, offensichtlich noch methodische Grenzen gesetzt. Das Problem älterer Strukturen ist aber erkannt.

Eine eindeutige Unterscheidung relativ altersunterschiedlicher Überschiebungsflächen ist jedoch jederzeit dann möglich, wenn sich die Überschiebungsbahnen durchsetzen. Mit dieser Methodik haben sich die antivergenten Überschiebungen im Südteil des Aufschlusses als relativ jüngere erwiesen (Abb. 2/Südteil). Glazidynamisch sind sie vermutlich infolge von Ausgleichsbewegungen der Gletscherfront im Bereich von morphologischen Hindernissen entstanden, die lokal zu einem „Gegenschub“ (Rückstau) im Sinne einer örtlichen Rückbewegung führten.

Perspektivisch werden m. E. derartige Untersuchungen in Gebieten mit Mehrfacheisbedeckung besondere Bedeutung haben. Auch die aktuogeologischen Studien in nivalen Vergleichsgebieten haben hierfür eine besondere Bedeutung (vgl. W. STACKEBRANDT u. a.; dieses Heft, S. 31–48).

4.4 Geologischer Lokalvergleich

Der Lokalvergleich zwischen Kalkstein-Tagebau (Heinitz- und Alvenslebenbruch) im Norden, den temporären Baugruben der „Siedlung“ Mariengrund bei Alt-Rüdersdorf sowie dem temporären Autobahnaufschluß im Süden zeigt erwartungsgemäß ein nahezu einheitliches glazidynamisches Deformationsmuster (Abb. 7):

1. Die *glazidynamische Überformung* aller Pleistozän-schichten des Lokalgebietes – ermittelt am Richtungsverhalten von Falten- und Überschiebungsstrukturen sowie Vergenzen – zeigt im Norden WNW-ESE gerichtete Strukturen, im mittleren Abschnitt des Gebietes NW-SE orientierte und schließlich im Süden (Autobahnaufschluß) wieder O-W sowie NW-SE gerichtete Elemente, hier verbunden mit einer generellen S-Vergenz. Die Schubwirkung der Gletscher, im ehemaligen Stirngebiet durch die Endmoränen der Kranichsberge im SW des Gebietes morphologisch markiert, ist senkrecht auf die dargestellten glazigenen Elemente gerichtet, d. h. generell NNE nach SSW. – Zeitlich muß es sich um post-saalekaltzeitliche Vorgänge handeln, d. h. weichselkaltzeitliche. Auch die Lage zwischen Brandenburger Stadium und Frankfurter Staffel der Jungmoränenlandschaft spricht dafür.
2. Diese Tatsache einer post-saalekaltzeitlichen glazigenen Deformation – und nicht saalezeitlichen – wird durch die wichtige Tatsache belegt, daß die *innere Fließstruktur* des Saale-Geschiebemergels generell E-W gerichtet ist, im Alvenslebenbruch direkt unterlagert von Gletscherschrammen in gleicher Richtung. Analog verhält sich die Richtung der Geschieberegulung im Unteren Geschiebemergel, der mittels Kleingeschiebezählung lithostratigraphisch ebenfalls als Saale-Till bestimmt wurde (A. SONNTAG).

Durch den Vergleich zwischen ehemaliger Fließrichtung des saalezeitlichen Gletschers und der nachträglichen glazigenen Überformung, die beide nahezu senkrecht aufeinanderstehen, *läßt sich nachweisen*, daß die lokale Hochlage des Saale-Tills im Autobhauaufschluß *in zeitlicher Hinsicht* mit weiter östlich gelegenen saalezeitlichen Stauungsgebieten von Fürstenwalde und Eisenhüttenstadt nicht vergleichbar.

5. Verallgemeinerungen / Folgerungen

5.1. Glazidynamik

Der räumliche Vergleich glazidynamischer Kleinstrukturen, erzielt in einem lokal abgegrenzten und glazialgeomorphologisch eingrenzenden Gesamtrahmen, zeigt, daß

sich auch in einem kleinen Testgebiet mit kleintektonischen Methoden aus der Deckgebirgsgeologie zeitliche Trends anhand von Deformationstypen ausweisen lassen, die Rückschlüsse auf die innere glazigene Deformation von Schichten, besonders geschichteter Sande, zulassen (Abb. 8).

Eine einheitliche Aussage wird offensichtlich in homogenen glaziären Schichteinheiten (Sanden) erreicht. Hier reicht das Differential, d. h. ein kleiner Aufschluß, bereits zur Aussage über Charakter und auch die Vergenz der Deformationen aus.

Hingegen neigen Bereiche mit starken lithologischen und damit geomechanischen Inhomogenitätsunterschieden, insbesondere der Grenzbereich zwischen kompetenten

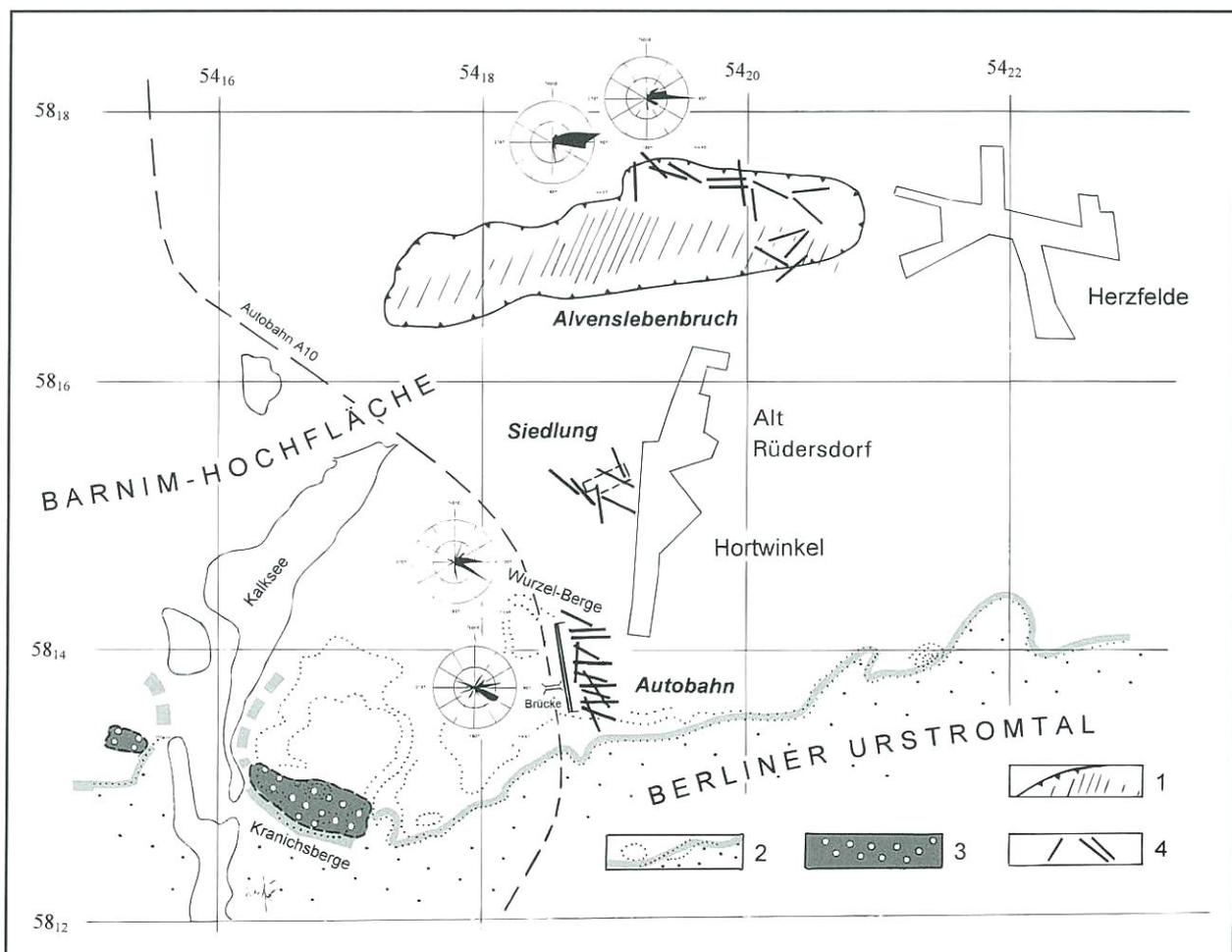


Abb. 7

Vergleich des Richtungsverhaltens zwischen den durch die weichselkaltzeitliche glazigene Deformation verursachten Einengungselemente (in Achsendarstellung) und dem inneren fließmechanischen Aufbau des Saale-Geschiebemergels (nach Geschiebeachsenlängsregelung) im Lokalbereich zwischen Alvenslebenbruch (JUBITZ 1996a) und dem Autobhauaufschluß: Die Stoßrichtung der glazigenen Überprägung (NNE - SSW) steht etwa senkrecht zum Fließgefüge (ESE - WNW) des Saale-Geschiebemergels bzw. die Richtung der unterliegenden Gletscherschrammen (JUBITZ 1996a).

1 - Muschelkalkausstrich im Tagebauggebiet (heutige glaziale Hochlage des Muschelkalks: schraffiert); 2 - Südrandbegrenzung der Barnim-Hochfläche mit morphologischen Erhebungen; 3 - Stauchendmoränen (nach geologischen Spezialkartierungen 1914, 1923); 4 - Achsenrichtung der glazigenen Deformationselemente: Richtungsrosen der Geschiebelängsachsen wie CEPEK 1995 (zugleich Darstellung des Einfallens der Geschiebelängsachsen, bevorzugt gegen die Fließrichtung der Gletscher)

(Geschiebemergel) und inkompetenten Schichten (Sande), bei der tangentialen glazigenen Beanspruchung zu schichtparallelen Spezialdeformationen wie Scherungen, Faltenbau und Überschiebungen. – Vergenz und Antivergenz entsprechen sich als zweiflächiges Schersystem, selbst wenn letztere Überschiebungsflächen der Antivergenz relativzeitlich jünger sind. – Fließgefüge spielen eine untergeordnete Rolle.

Problematisch erscheint noch der Versuch, Relikte einer älteren glazigenen Deformation, hier als „einsedimentierte Strukturen“ bezeichnet, geomechanisch von der späteren Hauptüberprägung zu trennen. Das aufnahmetechnische Problem liegt in der Unterscheidung von Auf- und Überschiebungsflächen, die nicht winklig das Schichtgefüge schneiden, sondern die oft akkordant in die Schichtung (ss) von Sanden einlaufen und dann nicht mehr als Dislokationen (Abscherungsflächen) erkannt und bestimmt werden können.

Eine verstärkte Anwendung der strukturgeologischen Methoden, vor allem auch in kleinen temporären Pleistozän-Aufschlüssen, wird empfohlen, um zukünftig flächendeckend auch größere Gebiete des Flachlandes zu erfassen und bezüglich der glazigenen Deformation vergleichen zu können. Angestrebt werden flächendeckende Kartendarstellungen (als Teil eines Geokatasters), insbesondere im Hinblick auf Bodenmechanik (Baugrund) und Grundwasserwegsamkeit.

Aus theoretischer Sicht wird die Erkenntnis unterstrichen, daß der methodische Vergleich glazidynamischer Struktu-

ren in Lockersedimenten mit analogen Deformationen in Festgesteinen des Deckgebirges (Tektonik) perspektivische Möglichkeiten eröffnet, das materialunabhängig-geomechanische Verhalten bei Biege- und Bruchdeformation am „Modellversuch Natur“ besser verallgemeinern und vor allem auch praktisch nutzen zu können.

5.2 Temporäre Oberflächenaufschlüsse

Die geologische Spezialaufnahme temporärer Aufschlüsse, insbesondere bei laufender Weiterverlagerung der Trassen und umgehender Wiederbedeckung der Böschungen mit Humussubstanz für die Wiederbegrünung, erfordert vom Geologen eine vollständige Einpassung in den räumlichen und vor allem zeitlichen Arbeitstakt der Tiefbaufirmen.

Der Vorteil liegt beim Einblick in stunden- oder tagesfrische Lockergesteinsanschnitte (u. a. Färbung als Funktion der Feuchte), ferner in die kurzzeitigen Verwitterungsprozesse, u. a. durch Austrocknung und Deflation/Mikroreliefbildung in Sanden für die Schwarz-Weiß-Fotografie) sowie in hydrogeologische Situationen beim Anschnitt von oberflächennahen Grundwässern. – Besondere Vorteile bieten die Grabenaushübe mit in der Regel unverbauten Seitenwänden, um Strukturelemente räumlich zwischen beiden Wänden zu extrapolieren und von zwei Punkten aus einmessen zu können. Böschungsschrägenschnitte in Lockergesteinsverbänden vermitteln einen ausgezeichneten Einblick in das glazigene Strukturinventar, wenn auch räumlich verzerrt. Gleichfalls eignen sich diese Schrägenschnitte für die Einmessung von Geschieben selbst in stark

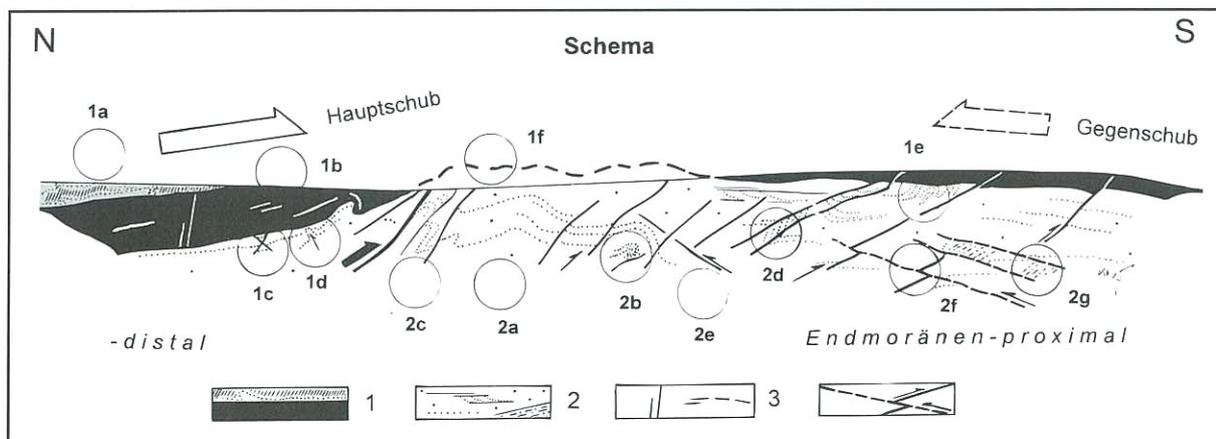


Abb. 8

Übersichtsschema der im Autobahnaufschluß nachgewiesenen glazigenen Kleindeformationselemente bezüglich der Lage zur Endmoräne (ohne Darstellung der Abschiebung im Nordteil des Aufschlusses): 1. Fließ- und Bruchfalten sowie Abscherungen: 1a - Fließfalten, gravitativ-episedimentär; 1b - flache (Abscherungs)klüftung, lagerförmig; 1c - Abscherungen, mit Bruchfaltung; 1d - dito, mit Abscherungsfalten und Kleindiapirismus; 1e - Abscherungsfalten, besonders im Liegenden; 1f - Abscherungsdiskordanz (Disharmonie Geschiebemergel: Unterer Sand) 2. Biege- und Bruchdeformation: 2a - Biegefalten, südvergent; 2b - Biege- und Bruchfalten, mit Fließmechanik im Kern (Sande); 2c - Hauptüber- und Hauptabscherungsdeformation, über steilgestellter „Aufrichtungszone“ (mit beginnenden Unterverschiebungen); 2d - südvergente Überschiebungen (1. Scherflächensystem) z. T. mit Gleitbrettbildung; 2e - nordvergente Überschiebungen (2. Scherflächensystem); 2f - altersunterschiedlicher Versatz beider Scherflächensysteme; uneinheitlich antivergent; 2g - „einsedimentierte Strukturen“ (Arbeitsbegriff) mit uneinheitlicher Reaktivierung von Pressungselementen (Inhomogenitäten der Unteren Sande)

verhärteten Geschiebemergeln, da bei der flächigen Abschälung der Böschungen durch Großgeräte die Geschiebe im Gesteinsverbund vorgelockert werden und sich bei der Analyse leicht entfernen lassen; vermessen wird dann der Hohlraum.

Nachteilig ist die Einpassung der Aufnahmarbeiten in das Baugeschehen; eine Verlagerung der geologischen Arbeiten auf transportfreie Zeitabschnitte, im Sommer besonders auf die Abendstunden, hat sich als optimal erwiesen. – Die Anfahrten zur Baustelle, unter diesen Bedingungen etwa im halbwöchentlichen Takt, belasten außerdem den Zeitfonds, der umfangmäßig in einem ungünstigen Verhältnis zur Aufnahmezeit des Geologen steht.

Dennoch empfiehlt sich, derartige Fallstudien zur glazigenen Deformation durchzuführen, wenn wichtige morphologische Elemente der Jungmoränenlandschaft angeschnitten werden (Endmoränen, Sander, Grundmoränenplatten). Das Wissen/Neuwissen ist dann später methodisch auf die täglichen Kleinaufschlüsse zu übertragen, um zu flächendeckenden Aussagen zu kommen.

Aus Sicht des Personalbestands von geologischen Landesämtern sind derartige Aufnahmen/Testaufnahmen m. E. zu aufwendig. Eine Kooperation mit wissenschaftlichen Einrichtungen (Universitäten, Hochschulen) sollte dafür angestrebt werden.

Zusammenfassung

In einem temporären Aufschluß der weichselkaltzeitlichen Jungmoränenlandschaft (Barnim-Platte) im Bereich der Südflanke der Salinarstruktur Rüdersdorf bei Berlin wurden empirisch kleindimensionale glazigene Deformationen im Saale- und Weichselpleistozän im Hinblick auf Charakter, Intensität und Homogenität bezüglich der Raumverteilung untersucht (Fallstudie im klassischen Gebiet der Ableitung der Binnenvereisungstheorie durch O. TORELL 1875).

Das glazigene Paläostreißfeld ist generell von NE nach SW gerichtet (Überschiebungen, Vergenz). Abscherungen treten besonders an Inhomogenitätsgrenzen des Schichtenverbandes auf. – Abweichend vom allgemeinen glazigenen Strukturmuster verhält sich eine steile Abschiebung, die mit mehreren Metern Sprunghöhe auch die jüngsten Pleistozänsschichten versetzt (? endogen-quartär).

Die saalekaltzeitliche Grundmoräne zeigt eine E-W-Fließregelung; die weichselkaltzeitliche Überprägung erfolgte senkrecht darauf, d. h. in NNE-SSW-Richtung.

Methodisch-praktische Folgerungen beziehen sich auf die systematische Analogaufnahme von Kleinaufschlüssen im Flachland im Hinblick auf flächendeckende Aussagen. Die Spezialaufnahme größerer Pleistozän-Aufschlüsse sollte – trotz hohen Arbeitsaufwandes – fortgesetzt werden (Prinzipaussagen).

Summary

Small dimensional glazigenic deformation patterns of the Saalian and Weichselian glacial occur in a temporary

exposure at the southern flank of the Rüdersdorf salinar structure near Berlin in the area formed by young moraines of the Weichselian glacial (Barnimplate).

They were studied with respect to character, intensity and homogeneity under consideration of their spatial distribution. It is a case study at the classic locality where inland glaciation theory by O. TORELL 1875 was deduced.

Detailed mapping of larger exposures of Pleistocene series should be continued, even though it is time-expensive.

Generally the glazigenic paleo-stressfield is directed from NE to SW (overthrusts, vergency). Shearings especially occur at the borders of inhomogeneity of the strata series.

Different from the common glazigenic structural pattern appears a steep dip-slip fault, which dislocates the youngest Pleistocene beds with a fault throw of several meters (endogenous-Quaternary?). The Saalian basal till shows a E-W-flow orientation which is vertically superimposed Weichselian glacial, that means in NNE-SSW direction.

Danksagung

Dem Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg wird für die technisch-laborative Unterstützung sowie für die orientierende Beratung bei Drucklegung der Arbeiten herzlich gedankt, nicht zuletzt für das hohe fachliche sowie persönliche Interesse seitens der Leitung des Landesamtes, das den geologischen Spezialarbeiten im Gebiet der Struktur Rüdersdorf bei Berlin entgegengebracht wurde. Mein besonderer Dank gilt Herrn Direktor Dr. habil. G. SCHWAB † sowie dem amtierenden Direktor, Herrn Dr. W. STACKEBRANDT.

Literatur (Auswahl)

Insbesondere unter Zitierung von Signalarbeiten und Publikationen mit ausführlichem Sammelverzeichnis

- AHRENS, H., LOTSCH, D. & R. TESSIN (1995): Die Entwicklung der Struktur Rüdersdorf und ihrer Umgebung im Känozoikum. - In: SCHROEDER, J. H. (Hrsg.): Fortschritte in der Geologie von Rüdersdorf. Berliner Geowiss. Abh. A, **168**, S. 79–102, Berlin
- CEPEK, A. G. (1969): Zur Bestimmung und stratigraphischen Bedeutung der Dolomitgeschiebe in den Jungmoränen im Nordteil der DDR. - Geologie, **18**, S. 657–673, Berlin [Beschreibung/Arbeitsanleitung Kleingeschiebezahlungen: s. TGL 25 232]
- (1975): Das Quartär (Exkursion I: Die glazigenen Erscheinungen etc. Struktur Rüdersdorf bei Berlin). - Exkursionsführer Jubiläumstagung 100 Jahre Glazialtheorie. Ges. Geol. Wiss. DDR, Eigenverl. Berlin
- (1993): Die Schichtenfolge: Pleistozän, Ablagerungen und Erosionserscheinungen. - In: SCHROEDER, J. H. (Hrsg.): Führer zur Geologie von Berlin und Brandenburg. No. 1. Die Struktur Rüdersdorf. 2. erw. Aufl., S. 118–128. Geowiss. in Berlin und Brandenburg e. V. Eigenverl., Berlin
- (1995): Stratigraphie und Inlandeisbewegungen im Pleistozän an der Struktur Rüdersdorf bei Berlin. - In: SCHROEDER, J. H. (Hrsg.): Fortschritte in der Geologie von Rüdersdorf. Berliner Geowiss. Abh. A, **168**, S. 103–133, Berlin

- ECK, H. (1872): Rüdersdorf und Umgebung. - Eine geognostische Monographie.- Abh. geol. Spezialkarte v. Preußen u. d. Thüring. Staaten, I, S. 1–183, Berlin
- HANNEMANN, M. (1969): Saale- und weichselzeitliche glazigene Dynamik und Alter der Lagerungsstörungen im Jungmoränengebiet Brandenburgs. - *Geologie*, **18**, 2, S. 168–187, Berlin
- (1995): Über Intensität und Verbreitung glazigener Lagerungsstörungen im Quartär und im Tertiär Brandenburgs. - *Brandenb. Geowiss. Beiträge* **2**, 1, S. 51–59, Kleinmachnow
- JUBITZ, K.-B. (1995): Intrapleistozäne endogene Deformationen im Top der Struktur Rüdersdorf bei Berlin. - *Brandenburgische Geowiss. Beiträge* **2**, 2, S. 95–96, Kleinmachnow
- (1996a): Glazigene Deformationen im Topbereich der Struktur Rüdersdorf bei Berlin - Wechselwirkungen zwischen mesozoischem Festgestein und Pleistozän. - *Brandenb. Geowiss. Beiträge* **3**, 1, S. 3–27, Kleinmachnow
- (1996b): Limonitische Umkrustungen von Geröllen mesozöischer Sedimentgesteine in saalekaltzeitlichen Vorschütlbildungen im Top der Struktur Rüdersdorf. - *Brandenburgische Geowiss. Beiträge* **3**, 1, S. 160, Kleinmachnow
- JUBITZ, K.-B. & D. GÖLLNITZ (1996): Geotopschutz im Tagebau Rüdersdorf bei Berlin. - *Brandenb. Geowiss. Beiträge* **3**, 1, S. 97–110, Kleinmachnow
- JUBITZ, K.-B., HEIMLICH, K. & H. KUPKE (1960): Geologie der Struktur Rüdersdorf bei Berlin.- In: KAUTZSCH, E. & K.-B. JUBITZ (Hrsg.): Exkursionsführer Brandenburg. 7. Jahrestagung d. Geol. Ges. in der DDR vom 31. Mai bis 7. Juni 1960 im demokrat. Berlin, S. 57–86, Akademie Verl. Berlin
- JUBITZ, K.-B. & H.-J. STREICHAN (1995): Struktur Rüdersdorf - Klassische Typuslokalität für Muschelkalk (Trias) und glazigene Deformation. - In: SCHIRMER, W. (Hrsg.): INQUA, XIV. Internat. Congr. Quaternary field trips in Central Europe, Vol. 4, Exkursionen in Berlin und Umland, S. 1244–1248, Verl. Pfeil, München
- LIPPSTREU, L. (mit Beiträgen von F. BROSE u. J. MARCINEK) (1995): VI. Brandenburg. - In: BENDA, L. (Hrsg.): Das Quartär Deutschlands, S. 116–147, Borntraeger Berlin u. Stuttgart
- LIPPSTREU, L., HERMSDORF, N. & A. SONNTAG (1995): Geologische Übersichtskarte von Berlin und Umgebung 1 : 100 000. - Landesamt f. Geowissenschaften u. Rohstoffe Brandenburg in Zusammenarbeit mit d. Senatsverwaltung f. Stadtentwicklung u. Umweltschutz Berlin/Abt. IV, Kleinmachnow u. Berlin
- STACKEBRANDT, W. (1995): Die geologische Landesuntersuchung – ein wesentlicher Auftrag des Landesamtes für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg. - *Brandenburgische Geowiss. Beitr.* **2**, 2, S. 31–32, Kleinmachnow
- STACKEBRANDT, W., THIEDIG, F. THIEKE, H. U. & N. HERMSDORF (1997): Glazialdynamik und Moränengenese – aktuogeologische Beobachtungen in Spitzbergen (Svalbard). - *Brandenburgische Geowiss. Beitr.* **4**, 1, S. 31–48, Kleinmachnow (dieses Heft)
- PIOTROWSKI, J. A. (1992): Was ist ein Till? - *Die Geowissenschaften* **10**, S. 100–108, VCH Verl. Ges. Weinheim
- TORELL, O. (1875): Schliff-Flächen und Schrammen auf der Oberfläche des Muschelkalkes von Rüdersdorf. - *Zeitschr. deutsch. Geol. Ges.* XXVII, S. 961–962, Berlin
- WAHNSCHAFFE, F. (1883): Beitrag zur Kenntnis der Rüdersdorfer Glazialerscheinungen.- *Jahrb. d. kgl. preuß. Geol. Landesanstalt u. Bergakademie zu Berlin* f. 1882, S. 219–227
- WAHNSCHAFFE, F. & E. ZIMMERMANN (1914): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten. Lfg. 26, Bl. Rüdersdorf, 3. Aufl., 123 S., Königl. preuß. Geol. Landesanstalt, Berlin
- WOLFF, W. (1923): Erläuterungen zur Geologischen Karte Bl. Rüdersdorf. Lfg. 26, 4. Aufl., Preuß. Geol. Landesanstalt, Berlin

Anschrift des Autors:
 Prof. em. Dr. sc. Karl-Bernhard Jubitz
 Jastrower Weg 8
 12587 Berlin

KURZMITTEILUNG

Ein neuer Eozän-Nachweis im Süden von Berlin

GLENN G. FECHNER, HARTMUT JORTZIG &
ALEXANDER LIMBERG

Vorbemerkungen und Einleitung

Zur hydrogeologischen Erkundung eines tieferen Grundwasserstockwerkes in Berlin errichtet die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie – Landesgeologie – fünf Grundwassermeßstellen mit Filterlagen in Prärupelschichten.

Ziel ist die Gewinnung von Aussagen über die hydraulischen, hydrochemischen und geothermischen Verhältnisse des liegenden mineralisierten Grundwasserstockwerkes.

Die Bohrungen werden im Druckspülverfahren bis ca. 50 m in das Liegende des Rupeltones abgeteuft und dort verfiltert. In vorgegebenen Horizonten werden im Inliner-Verfahren Rammkerne von einem Meter Länge (DN 100) gewonnen. Ein Spülungskontakt oder eine Verunreinigung durch Nachfall ist damit weitestgehend ausgeschlossen.

Die hier zur Untersuchung gekommene Bohrung – Nr. 30410253, Meßstelle 7342 steht in der Osdorfer Straße in Berlin Lichterfelde, unmittelbar an der Stadtgrenze zu Brandenburg.

Nach den bisherigen geologischen Kenntnissen wurden im Liegenden des Rupeltones unter einem evtl. geringmächtigen Rupelbasissand unterkretazische Sedimente erwartet. Älteres Tertiär sollte danach erst weiter südöstlich im Raum Groß Ziethen – Waßmannsdorf mit den paläozänen Sedimenten der Waßmannsdorfer und der Nassenheider Schichten im Umfeld des Potsdamer Tiefenbruches auftreten (LOTSCH u. a. 1975). Ein Nachweis primären Vorkommens von jungpaläozänen, unter- und mitteleozänen Sedimenten war bis dato in diesem Raum nicht zu führen. Mit den Sernoer und Schönwalder Schichten sind dann erst wieder jüngere Eozänablagerungen aus halokinetisch bedingten Senkungsräumen als Erosionsreste aus der weiteren Umgebung bekannt (LOTSCH u. a. 1975).

Eine gewisse Ausnahme, aber durchaus in dieses Kenntnisbild passend, bildet die Bohrung Groß Lichterfelde, die sich „nur“ ca. 3 200 m NNW der neuen Meßstelle B - 7342 befindet. Die von KEILHACK (1910) in den Erläuterungen zur Geologischen Karte Teltow erwähnte Bohrung sollte unter dem „Mitteloligozän“ bei 273 m das Eozän und bei 306 m das Paläozän erreicht haben. Diese sich auf VON KOENEN (1892) stützende Auffassung der stratigraphischen Einstufung hat sich dann im Laufe der Zeit mehrfach geändert, so daß die in Frage stehenden Sedimente der Solebohrung Groß Lichterfelde die Zeitskala von der Unterkreide bis zum Eozän durchwanderten.

Für die palynostratigraphischen Untersuchungen der Prärupelschichten wurden aus der Bohrung B - 7342 sechs Proben aus folgenden fünf Rammkernbereichen entnommen:

285,0 – 285,5 m	grünlicher, karbonathaltiger Feinsand mit Glaukonit
295,0 – 295,5 m	Braunkohle
305,0 – 306,0 m	grünlicher Feinsand/Silt mit Glaukonit
312,0 – 312,5 m	grauer Feinsand mit etwas Glaukonit
319,0 – 320,0 m	grauer Sand (Matrix) mit etwas Glaukonit und sehr wenig Karbonat und Sandstein, grau, glaukonitisch mit kalzitischem Bindemittel

Ein Teil des Materials jeder Probe wurde für palynologische Untersuchungen mit HCl und HF aufbereitet und danach mit Paraffin versiegelte Glyzeringelatine-Streupräparate für quantitative Untersuchungen im Durchlicht angefertigt. Ein Teil des jeweiligen Rückstandes wurde für REM - Untersuchungen präpariert.

Allgemeine palynologische Beobachtungen

Außer der Braunkohlenprobe zeigen alle Proben typische Charakteristika mariner Sedimente mit offenbar nur sehr geringem terrestrischen Einfluß. Wie aus der Tab. 1 zu ersehen ist, gibt es klare qualitative und quantitative Unterschiede im Phytoplanktongehalt der einzelnen Proben. Obwohl in der Tabelle oft verschiedene Taxa zusammengefaßt wurden, ist deutlich, daß bei 285,0–285,5 m mit 41 Formengruppen (FG) die größte Diversität zu verzeichnen ist. Abgesehen von der Probe 305,0–306,0 m mit 30 FG, ist ein klarer Zusammenhang von Individuenanzahl und Diversität vorhanden (312,0–312,5 m mit 21 FG; 319,0–320,0 m („Matrix“) mit 31 FG; 319,0–320,0 m („Sandstein“) mit 25 FG). Neben den tertiären Palynomorphen sind in den marinen Proben sehr vereinzelt auch Kreide-Formen vorhanden (< 1 % u. a. *Corollina*, *Odontochitona*, *Exochosphaeridium*).

Die Braunkohlenprobe lieferte kein Phytoplankton, doch sollte erwähnt werden, daß dort auffällig viele Sporen vorhanden sind (157 Sporen gegen 80 Pollenkörner bei nur 30 Angiospermen). Dies spricht ohne Zweifel für einen reinen terrestrischen Standort („Braunkohlen-Moor“).

Für die vorläufigen stratigraphischen Einstufungen sollen hier jedoch nur die marinen Proben und deren Phytoplankton verwendet werden. Dazu werden im Folgenden die stratigraphischen Reichweiten ausgewählter Phytoplankton-Taxa betrachtet und z. T. Vergleiche mit anderen europäischen Vorkommen vorgenommen.

Stratigraphie nach Phytoplankton

Im Bereich 285,0–285,5 m ist die sehr kleine Form *Paucilobimorpha triradiata* mit gut 10 % des Gesamtphytoplanktons ausgesprochen häufig anzutreffen. Nach DE CONINCK (1986: 7) und nach eigenen Erfahrungen (FECHNER, unpubl. Daten), wird diese Form besonders in Sedimenten des Barton beobachtet.

Proben-Teufe in Meter	285,0	295,0	305,0	312,0	319,0M	319,0S
Dinoiphyta						
<i>Achilleodinium biformoides</i>	0,8					
<i>Achomosphaera alvicornu</i>	0,4		5,7	1,2	2,7	3,3
<i>Achomosphaera</i> spp.	1,2		0,4	0,6		0,5
<i>Adnatosphaeridium</i> sp.						0,5
<i>Areoligera</i> spp.	0,6		3,5	2,3	1,6	1,9
<i>Areosphaeridium arcuatum</i> var. A	0,8					
<i>Areosphaeridium diktyoplokus</i>	1,1					
<i>Ascostomocystis</i> sp.			0,1	1,2		0,5
<i>Cannosphaeropsis utinensis</i>						0,5
<i>Charlesdowniea coleothrypta</i>	4,8					
<i>Cordosphaeridium funiculatum</i>	1,2		2,5	1,8	3,3	1,9
<i>Cordosphaeridium gracile</i>	0,8		0,7		3,1	0,9
<i>Cordosphaeridium minimum</i>	0,2					0,5
<i>Cordosphaeridium</i> spp.	5,6		16,9	15,9	14,8	13,8
<i>Cribroperidinium</i> spp.	2,3		1,8	5,9	1,9	3,3
<i>Deflandrea oebisfeldensis</i>	2,5				0,5	
<i>Deflandrea</i> spp.	2,5		11,9	11,2	3,6	2,9
cf. <i>Deflandrea</i>	0,2		0,1			
<i>Diphyes colligerum</i>	1,7			0,6		
<i>Disphaerogena lemniscata</i>			0,1			
<i>Eisenackia</i> sp.					0,5	
<i>Fibrocysta</i> spp.			1,3			
cf. <i>Fromea</i>					0,8	
<i>Glaphyrocysta</i> spp.	1,9		32,2	7,1	10,4	13,4
<i>Heteraulacacysta</i> sp.					0,3	
<i>Homotryblium tenuispinosum</i>			0,1		1,4	
<i>Homotryblium/Hystrichosphaeridium</i>	0,6		2,4	0,6	3,1	0,5
<i>Hystrichokolpoma</i> spp.	5,1				1,6	
cf. <i>Invertocysta</i>	0,4		0,3			
<i>Kallosphaeridium</i> sp.					0,3	
<i>Lanternosphaeridium bipolare</i>					0,3	
<i>Lejeunecysta</i> sp.			0,1			
<i>Lentinia</i> sp.	0,6					0,5
<i>Lingulodinium machaerophorum</i>	3,7		0,1	2,9	0,5	0,5
<i>Operculodinium</i> cf. <i>tiara</i>	0,6		0,6	0,6		3,3
<i>Operculodinium</i> spp.	5,1		3,7	1,8	1,9	3,3
cf. <i>Paralecaniella indentata</i>			0,2	0,6	1,3	1,9
<i>Rottnestia borussica</i>					1,1	0,9
<i>Samlandia chlamydophora</i>	1,7					
<i>Spiniferites cornutus</i>	1,1		0,7		0,3	0,9
<i>Spiniferites</i> spp.	11,4		10,3	20,1	31,6	32,4
<i>Systematophora placacantha</i>	3,7		0,2			3,3
<i>Tectatodinium pellitum</i>	0,2				0,3	
<i>Thalassiphora pelagica</i>	3,3		0,2		0,3	
<i>Wetzeliella articulata</i>	0,6					
<i>Wetzeliella ovalis</i>	2,9					
<i>Wetzeliella</i> spp.	1,2			5,9	0,3	
Dino sp. A	0,4		0,4			
Dinos indet.	1,9		1,5	3,6	2,7	3,8
Chlorophyta						
<i>Botryococcus</i> sp.	0,2				2,2	1,4
<i>Cymatiosphaera</i> spp.	2,1			0,6	1,6	
„ <i>Leiosphaeridia</i> “ (80–90 µm)	2,7		0,2	3,6	1,6	
<i>Michhystridium</i> spp.	7,9		0,2	9,5	2,7	2,9
<i>Paucilobimorpha triradiata</i>	10,1					
<i>Pterospermella</i> aff. <i>barbarae</i>	0,6		0,2	0,6	0,3	
<i>Tasmanites</i> spp.	0,4		0,1			
Foraminiferen-Innentapeten	2,9		1,3	1,8	1,1	0,5
Anzahl des erfaßten Planktons	481		1067	169	364	210
Sporomorphen/Plankton-Verhältnis	156/481	237/0	168/1067	304/169	378/364	74/210

Tab. 1 Quantitative Auswertung der Phytoplanktonflore (Angaben in %)

Die Art *Wetziella ovalis* wurde von EISENACK (1954: 59) ursprünglich aus dem „Unteroligozän“ (heute Obereozän) beschrieben. Dagegen geben HARKER & SARJEANT (1975: 258) die stratigraphische Verbreitung von *W. ovalis* in Europa mit höchstes Untereozän bis einschließlich Mitteleozän an und DE CONINCK (1986: 7) hat in den Niederlanden die Art im Barton bis tiefstes „Tongrien“ (Obereozän) gefunden.

Die Form *Areosphaeridium arcuatum* var. *A* erscheint bei EATON (1971: 366) ab Zone 4 in den Bracklesham Beds (mittleres Barton). Für die Art *Areosphaeridium diktyoplokus* geben COSTA & MANUM (1988: Fig. 165) eine Reichweite vom Mittel- bis Obereozän an, wobei diese Form im Obereozän von Europa geographisch besonders weit verbreitet ist (EATON 1971: 360). WILLIAMS (1977: 1272) stellte sogar eine *Areosphaeridium diktyoplokus-Pentadinium laticinctum* Zone auf, die weltweit das Obereozän markieren soll. Da aber hier kein einziger Vertreter der Gattung *Pentadinium* beobachtet wurde, kann wohl ein Obereozän ausgeschlossen werden.

Da *Paucilobimorpha triradiata*, *Wetziella ovalis* sowie *Areosphaeridium arcuatum* var. *A* und *Areosphaeridium diktyoplokus* hier nur im Bereich 285,0–285,5 m gefunden wurden und sie hauptsächlich oder sogar ausschließlich in den Schichten des Bartons von Europa auftreten, scheint für diesen Bereich ein Alter des höheren Mitteleozän gut begründet.

319,0–320,0 m: Eine zwar taxonomisch unklare aber ansonsten recht charakteristische Form in dieser Probe ist *Fromea*, die von FECHNER & MOHR (1988: pl. 3) in N-Deutschland (Fehmarn) im „Eozän 2“ (= Ypern) und von DE CONINCK (1986: 7) in den Niederlanden aber im tiefsten „Tongrien“ (Obereozän) angetroffen wurde.

Die Gattung *Eisenackia* soll nach Angaben von HARKER & SARJEANT (1975: 250) vom Oberpaläozän bis Mitteleozän auftreten. Dagegen sind die Gattung *Kallosphaeridium* (ibid.) aber auch *Rottnestia borussica* nur im Untereozän zu finden (ibid.: 258). *Lanternosphaeridium bipolare* wurde von COOKSON & EISENACK (1965: 135) zunächst aus dem Untereozän beschrieben, HARKER & SARJEANT (1975: 254) gaben später dann eine größere Reichweite an, wobei sich die Funde dieser Art aber auf das Untereozän zu konzentrieren scheinen.

Zwar ist die Gattung *Cribroperidinium* hier mit mehreren Arten vertreten, doch nicht mit *C. giuseppei*, eine Form,

die im „Eozän 2“ von Fehmarn auffallend häufig anzutreffen war (vgl. FECHNER & MOHR 1988: 151). Ebenfalls gegen ein (tieferes) Untereozän sprechen das Fehlen von verschiedenen Arten der Gattung *Dracodinium* und *Ceratiopsis* sowie von *Eatoniacysta ursulae*, obwohl solche Negativevidenzen nicht überbewertet werden sollten. Aufgrund der angeführten stratigraphischen Reichweiten ergibt sich für den Bereich 319,0–320,0 m eine Einstufung ins höhere Untereozän.

Für die Proben aus den Breichen 305,0–306,0 m und 312,0–312,5 m ist die Einstufung nicht so eindeutig, obwohl z. B. bei 305,0–306,0 m sehr viel Phytoplankton angetroffen worden ist. Die beiden Phytoplankton-Vergesellschaftungen nehmen gewissermaßen eine „vermittelnde“ Stellung ein, die man allgemein dem mittleren Eozän zuordnen könnte. Da es aber deutliche Unterschiede zur Phytoplankton-Vergesellschaftung bei 285,0–285,5 m gibt, dürfte hier das tiefere Mitteleozän (Lutet) am wahrscheinlichsten sein.

Eine ausführliche Diskussion der Ergebnisse der palynologischen Untersuchungen der Bohrung B - 7342 erfolgt zu einem späteren Zeitpunkt.

Zusammenfassung

Aus der Bohrung B - 7342 (Osdorfer Straße) im Süden von Berlin wurden sechs Rammkernproben aus Prärupelschichten palynostratigraphisch untersucht. Abgesehen von einer Braunkohlenprobe handelt es sich um glaukonitische, z. T. karbonathaltige Feinsande, die eine reiche und gut erhaltene Mikroflora enthalten. Es sind Pollen, Sporen, Dinoflagellaten-Zysten und „Acritarchen“ enthalten.

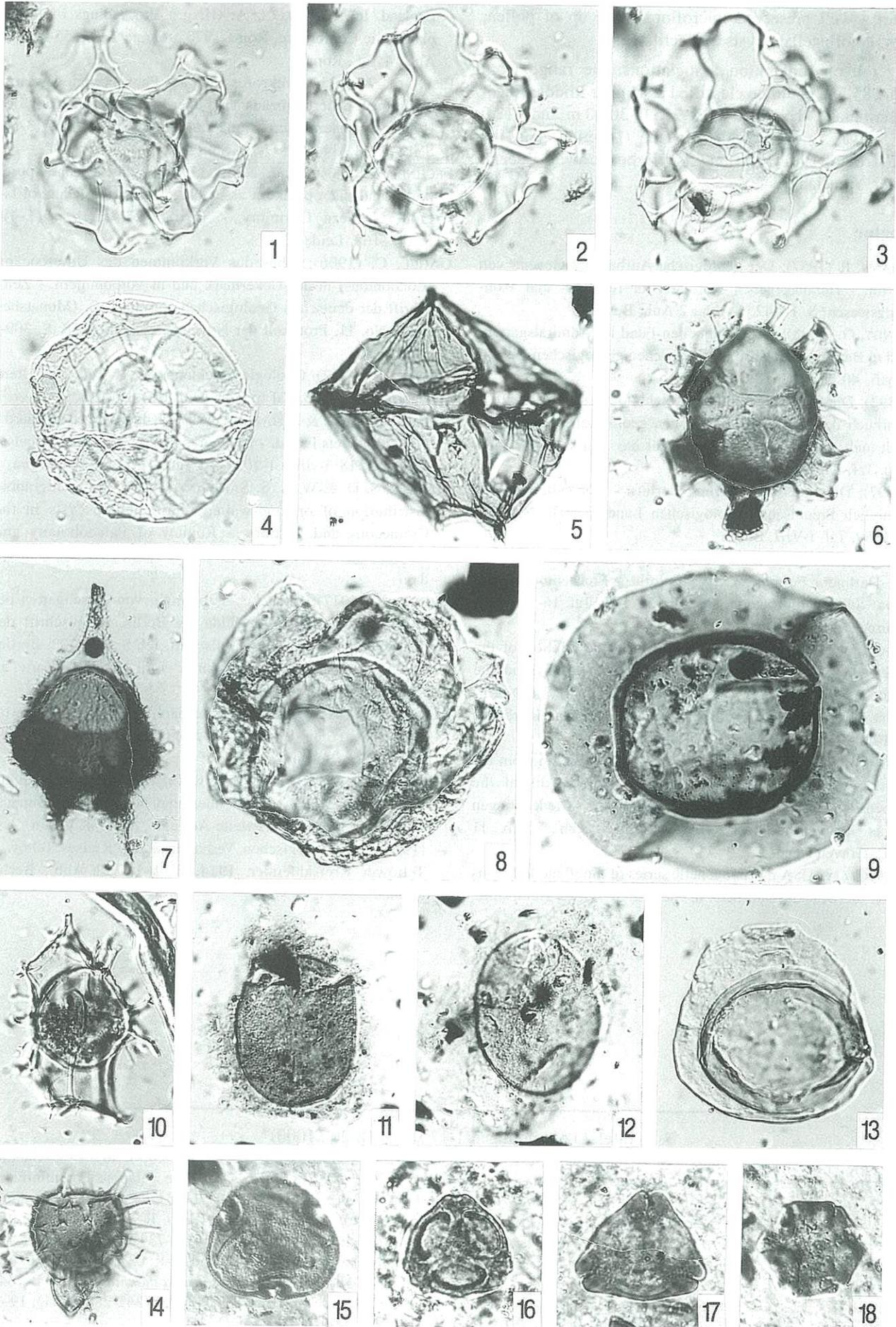
Anhand der Phytoplankton-Vergesellschaftungen können die Bereiche von 285,0–285,5 m ins höhere Mitteleozän (Barton), die Bereiche von 305,0–306,0 m und 312,0–312,5 m ins tiefere Mitteleozän (Lutet) und die Bereiche von 319,0–320,0 m in das höhere Untereozän (höheres Ypern) eingestuft werden.

Summary

From the borehole B - 7342 (Osdorfer Straße) in the south of Berlin six ramcore samples from pre-Rupelian beds were examined palynostratigraphically. Apart from a lignite coal sample, we are concerned here with glauconite fine sands, partially containing carbonate. The sands

Tafel I (Abbildungen 1–14 x500; 15–18 x1000; alle Interferenzkontrast)

1–3 - *Cannosphaeropsis utinensis* (Präp. B-7342: 319Sdst-03: 54,5/103,7; 1. hf, 2. mf, 3. lf); 4 - cf. *Invertocysta* (Präp. B-7342: 305-03: 26,0/105,0); 5 - *Lejeunecysta* sp. (Präp. B-7342: 305-05: 44,3/107,2); 6 - *Achilleodinium biformides* (Präp. B-7342: 285-03: 43,2/102,1); 7 - *Lentinia* sp. (Präp. B-7342: 285-03: 27,6/104,7); 8 - *Disphaerogena lemniscata* (Präp. B-7342: 305-04: 34,9/104,4); 9 - *Pterospermella* aff. *barbarae* (Präp. B-7342: 285-03: 45,3/104,5); 10 - *Rottnestia borussica* (Präp. B-7342: 319Mx-03: 20,7/102,7); 11–12 - Dino sp. A (11 - Präp. B-7342: 305-04: 39,8/110,0; 12 - Präp. B-7342: 305-04: 60,0/105,5); 13 - cf. *Paralecaniella indentata* (Präp. B-7342: 305-04: 35,0/104,2); 14 - *Diphyes colligerum* (Präp. B-7342: 285-03: 53,1/106,9); 15 - *Intratiporopollenites* sp. (Präp. B-7342: 305-01: 41,7/98,2); 16 - Pompeckjoidae pollenites cf. *subhercynicus* (Präp. B-7342: 312-01: 62,4/96,8); 17 - *Plicapollis* sp. (Präp. B-7342: 305-01: 27,8/96,1); 18 - *Alnipollenites* sp. (Präp. B-7342: 305-01: 35,3/96,1)



contain a well preserved microflora made up of pollen, spores, dinoflagellate cysts and acritarces.

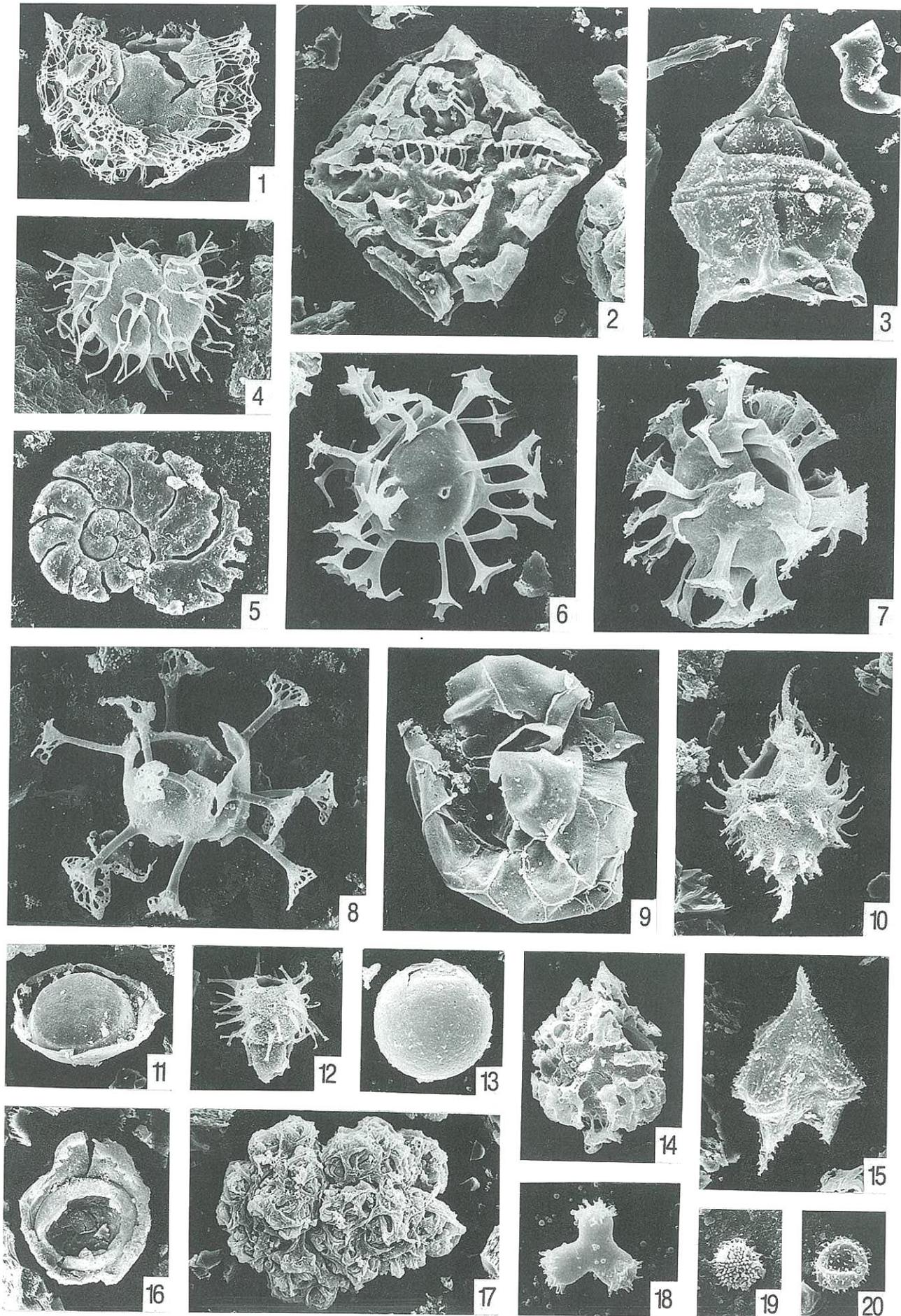
Using the phytoplankton associations, the range from 285.0–285.5 m could be classified as Higher Middle Eocene (Bartonian), the range from 305.0–306.0 m and 312.0–312.5 m as Lower Middle Eocene (Lutetian) and the range from 319.0–320.0 m als Higher Lower Eocene (Higher Ypresian).

Literatur

- ASSMANN, P. (1957): Der geologische Aufbau der Gegend von Berlin. - Herausgegeben vom Senator für Bau- und Wohnungswesen, S. 1–142, 6 Abb., 2 Anl., Berlin
- BERENDT, G. (1888): Der Soolquellen-Fund im Admiralsgartenbad in Berlin. - Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, **40** (1), 102–108, Berlin
- (1892): Die Soolbohrungen im Weichbilde der Stadt Berlin. - Jahrbuch der königlich Preußischen geologischen Landesanstalt und Bergakademie zu Berlin für das Jahr 1890, S. 348–376, Taf. XXVIII, Berlin
- (1897): Der tiefere Untergrund Berlins. - Abhandlungen der königlich Preußischen geologischen Landesanstalt, N.F. **28**, S. 1–59, Taf. I–VIII, Berlin
- COOKSON, I. C. & A. EISENACK (1965b): Microplankton from the Dartmoor Formation, SW. Victoria. - Proceedings of the royal Society of Victoria, **79**, S. 133–137, Taf. 16–17, Melbourne
- COSTA, L. I. & S. B. MANUM (1988): The description of the interregional zonation of the Paleogene (D1–D15) and the Miocene (D16–D20). In: VINKEN, R. et al. [Hrsg.]: The Northwest European Tertiary Basin. - Geologisches Jahrbuch, **A 100**, S. 321–330, Abb. 165, Hannover
- DE CONINCK, J. (1986): Organic walled phytoplankton from the Bartonian and Eo-Oligocene transitional deposits of the Woensdrecht borehole, southern Netherlands. - Mededelingen Rijks Geologische Dienst, **40-2**, S. 1–49, 2 Abb., 2 Tab., 11 Taf., Gravenhagen
- EATON, G. (1971): A morphogenetic series of dinoflagellate cysts from the Bracklesham beds of the Isle of Wight, Hampshire, England. In: FARINACCI, A. [Hrsg.]: Proceedings of the II planktonic Conference, Roma 1970, volume **1**, S. 355–379, 7 Abb., 4 Taf., Rom
- EISENACK, A. (1954): Mikrofossilien aus Phosphoriten des samländischen Unteroligozäns und über die Einheitlichkeit der Hystrichosphaerideen. - Palaeontographica, **A 105** (3-6), S. 49–95, 8 Abb., Taf. 7–12, Stuttgart
- FECHNER, G.G. & B.A.R. MOHR (1988): Early Eocene spore, pollen and microplankton assemblages from the Fehmarn Island, Northern Germany. - Tertiary Research, **9**(1-4), S. 147–168, Leiden
- GAGEL, C. (1906): Über das Vorkommen des Untereocäns (Londontons) in der Uckermark und in Vorpommern. - Zeitschrift der deutschen Geologischen Gesellschaft, (Monatsberichte No. 11, Protokoll der November-Sitzung), **58**, S. 309–326, Berlin
- GEINITZ, E. (1922): Geologie Mecklenburgs. II. Teil: Das ältere Gebirge. S. 1–168, Taf 6; (Carl Hinckfort), Rostock
- GRÖNWALL, K. A. & P. HARDER (1907): Paleocæn ved Rugaard i Jydland og dets Fauna. - Danmarks geologiske Undersøgelse, Række II, **18**: i-viii + 1-102 S., 2 Taf., 4 Abb., Kopenhagen
- HARKER, S. D. & W. A. S. SARJEANT (1975): The stratigraphic distribution of organic-walled dinoflagellate cysts in the Cretaceous and Tertiary. - Review of Palaeobotany and Palynology, **20**, S. 317–315, 1 Tab., 1 Taf., 68 Karten, Amsterdam
- HUCKE, K. (1917): Über die Tiefbohrung von Hirschgarten bei Köpenick und Gr.-Lichterfelde bei Berlin. - Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, **69**, S. 219–232, Berlin
- (1922): Geologie von Brandenburg. - i-vii + 1-352, 1 Karte, 56 Abb., Stuttgart (Enke)
- KARRENBERG, H. (1947): Der vortertiäre Untergrund von Berlin - Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, **99**, S. 215–228, Berlin
- KEILHACK, K. (1910): Blatt Teltow. (3545) - Erläuterungen zur geologischen Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten, Lieferung **20** (Zweite Auflage), S. 1–71, Berlin
- (1914): Die geologischen Verhältnisse des Kreises Teltow. - Teltower Kreiskalender, **1914**, S. 1–16, 21 Abb., Berlin (Rohde)

Tafel 2 (Abbildungen 1-17 x500; 18-20 x1000)

- 1 - *Glaphyrocysta* cf. *semitecta* (Präp. B-7342-305-II: 12); 2 - *Charlesdownia coleothrypta* (Präp. B-7342-285-I: 19); 3 - *Deflandrea* sp. (Präp. B-7342-305-II: 23); 4 - *Systematophora placacantha* (Präp. B-7342-305-II: 13); 5 - roaliide gelappte Foraminiferen-Innentapeten (Präp. B-7342-285-I: 02); 6 - *Achomosphaera alvicornu* (Präp. B-7342-305-II: 31); 7 - *Cordosphaeridium* sp. (Präp. B-7342-305-II: 18); 8 - *Areosphaeridium diktyoplocus* (Präp. B-7342-285-I: 33); 9 - cf. *Invertocysta* (Präp. B-7342-285-I: 21); 10 - *Lantemosphaeridium bipolare* (Präp. B-7342-319Mx-I: 05); 11 - cf. *Paralecaniella indentata* (Präp. B-7342-319Mx-I: 01); 12 - *Diphyes colligerum* (Präp. B-7342-285-I: 06); 13 - *Tectatodinium pellitum* (Präp. B-7342-319Mx-I: 03); 14 - *Samlandia chlamydophora* (Präp. B-7342-285-I: 14); 15 - *Lentinia* sp. (Präp. B-7342-285-I: 16); 16 - cf. *Paralecaniella indentata* (Präp. B-7342-319Mx-II: 07); 17 - *Botryococcus* sp. (Präp. B-7342-319Mx-I: 07); 18 - *Paucilobimorpha triradiata* (Präp. B-7342-285-II: 11); 19–20 - *Micrhystridium* sp. (19 - Präp. B-7342-285-II: 15; 19. Präp. B-7342-319Sdst-I: 06)



- KOENEN, A. VON (1892): Ueber die Fauna der alt-tertiären Schichten im Bohrloche von Lichterfelde bei Berlin. - Jahrbuch der königlich Preußischen geologischen Landesanstalt zu Berlin für das Jahr 1890, Band **XI**, S. 257–276, Taf. XV, Berlin
- LEWINSKI, J. (1932): Das Neokom in Polen und seine paläogeographische Bedeutung. - Geologische Rundschau, **23**, S. 258–276, 1 Abb., Berlin
- LIMBERG, A. (1995): Stand der geologischen Landesaufnahme in Berlin - Neueste Ergebnisse der zuletzt veröffentlichten Geologischen Karte 1 : 10 000, Blätter 425 und 426. - Brandenburgische Geowiss. Beitr. **2**, 1, S. 39–49, 6 Abb., 27 Lit., Kleinmachnow
- LINSTOW, O. VON (1922): Die Verbreitung der tertiären und diluvialen Meere in Deutschland. - Abhandlungen der preußischen geologischen Landesanstalt, Neue Folge **87**, S. 1–243, 14 Taf, 12 Textfigs., Berlin
- LOTSCH, D., AHRENS, H., LI, T. K. u. a. (1975): Studie zur Braunkohlenführung der Randsenken der Diapire Blankensee und Mittenwalde, unveröff. Ber. ZGI Berlin, 1975
- ROETHE, O. (1932): Über die Stauchungen im Braunkohlentertiär der östlichen Mark Brandenburg. - Jahrbuch des Halleschen Verbandes für die Erforschung der mitteldeutschen Bodenschätze und ihrer Verwertung, N.F., **11**, S. 185–224, 8 Abb., 7 Taf., Halle a. S.
- SCHACKO, G. (1896): Beitrag über Foraminiferen aus der Cenoman-Kreide von Moltzow in Mecklenburg. - Archiv des Vereins der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg (1896), **50**, II. Abtheilung, S. 161–168, Taf. 4, Güstrow
- WICHER, C. A. (1943): Neues aus der angewandten Mikropaläontologie (IX) (Rät, Valendis, terrestrische Unterkreide, Maastricht, Danien). - Oel und Kohle, **39(17/18)**, S. 441–445, Berlin
- WILLIAMS, G. L. (1977): Dinocysts. Their classification, biostratigraphy and palaeoecology. In: RAMSAY, A.T.S. [Hrsg.]: Oceanic Micropalaeontology, volume **2**, S. 1231–1324, 25 Abb., 3 Tab., 6 Taf., (Academic Press), London
- Mitteilung aus dem Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg No. 104
- Anschrift der Autoren:
 Dr. Glenn G. Fechner, Dipl.-Geol. Hartmut Jortzig
 Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg
 Stahnsdorfer Damm 77
 14532 Kleinmachnow
 Dipl.-Geol. Alexander Limberg
 Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie
 Gruppe IV A3 - Geologische Landesaufgaben -
 Am Köllnischen Park 3
 10173 Berlin

	INHALT (Fortsetzung)	CONTENTS (continuation)	Seite
	Wissenschaftliche Kurzmitteilungen	Scientific notes	
MANHENKE, V., HÖDING, TH. & M. PAWLITZKY	Die Karte der oberflächennahen Rohstoffe im Maßstab 1 : 50 000 (KOR 50) für das Land Brandenburg – Rohstoffsicherung Steine und Erden	The Map of Surface-near Raw Materials on a scale of 1 : 50 000 (KOR 50) of the Land Brandenburg – safeguarding of non-metallic industrial minerals	16
FECHNER, G. G., JORTZIG, H. & A. LIMBERG	Ein neuer Eozän-Nachweis im Süden von Berlin	A new evidence of Eocene in the South of Berlin	155
	Aus dem Landesamt Landesamt	From the Brandenburg Office	
MANHENKE, V. & W. STACKE-BRANDT	Tätigkeitsbericht des Landesamtes für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg für 1993 bis 1996 vorgelegt	Report on activities of the Geological Survey of Brandenburg 1993–1996	30
	Tagungen	Meetings	
WUTZKE, U.	Impact and Extraterrestrial Spherules – New Tools for Global Correlation. Internationales Symposium, Tallinn 1.–5. Juli 1997 (IGCP Projekt 384)	Impact and Extraterrestrial Spherules – New Tools for Global Correlation. International Symposium, Tallinn 1st to 5th July 1997 (IGCP Project 384)	72
	Buchbesprechungen	Book reviews	
STACKEBRANDT, W.	WUTZKE, U.: Durch die weiße Wüste. Leben und Leistungen des Grönlandforschers und Entdeckers der Kontinentaldrift Alfred Wegener	WUTZKE, U.: Durch die weiße Wüste. Leben und Leistungen des Grönlandforschers und Entdeckers der Kontinentaldrift Alfred Wegener	54
WUTZKE, U.	SCHROEDER, J. H. (Hrsg.): Führer zur Geologie von Berlin und Brandenburg. Nr. 4: Potsdam und Umgebung	SCHROEDER, J. H. (Ed.): Führer zur Geologie von Berlin und Brandenburg. Nr. 4: Potsdam und Umgebung	72
THIEKE, H. U.	VOSSMERBÄUMER, H.: Geologie, Wörterbuch Französisch-Deutsch/Deutsch-Französisch	VOSSMERBÄUMER, H.: Geologie, Wörterbuch Französisch-Deutsch/Deutsch-Französisch	72

Die Zeitschrift "Brandenburgische Geowissenschaftliche Beiträge" des Landesamtes für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg wird seit 1994 herausgegeben

Bisher sind erschienen:

1994, Heft 1, 128 S., 51 Abb., 14 Tab., 29,00 DM

1995, Heft 1, 144 S., 83 Abb., 15 Tab., 35,00 DM

1995, Heft 2, 96 S., 37 Abb., 5 Tab., 31,00 DM

1996, Heft 1, 160 S., 100 Abb., 9 Tab., 35,00 DM

1997, Heft 1, 96 S., 57 Abb., 2 Tab., 29,00 DM

Zu beziehen über das Landesamt und seine Außenstellen

Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg, Stahnsdorfer Damm 77, 14532 Kleinmachnow,
Tel. 033203/36600, Fax 033203/36702

Außenstelle Frankfurt, Schulstraße 16, 15230 Frankfurt/Oder, Tel. 0335/6802738, Fax 0335/6802784

Außenstelle Cottbus, Hermann-Löns-Straße 32, 03050 Cottbus, Tel. 0355/4772310, Fax 0355/4772355

Autorenhinweise

Die Zeitschrift "Brandenburgische Geowissenschaftliche Beiträge" widmet sich geologischen und lagerstättenkundlichen Themen von Brandenburg und Berlin sowie dem neuesten Forschungsstand in den geowissenschaftlichen Disziplinen. Die eingereichten Beiträge sollen diesem Profil entsprechen. Es werden Originalarbeiten und wissenschaftliche Informationen veröffentlicht, die noch nicht andernorts publiziert wurden.

Manuskript

Der Umfang des Manuskripts sollte 15 Seiten (A 4, zweizeilig) nicht überschreiten. Wissenschaftliche Informationen sind einschließlich der Abbildungen auf maximal fünf Seiten zu bemessen. Jedem Beitrag ist eine kurze deutsche und englische Zusammenfassung beizufügen. Es wird erwartet, daß der Text auf Diskette geschrieben eingereicht wird. Außerdem wird um ein Originalmanuskript gebeten, in dem alle Sonderzeichen sowie Buchstaben aus anderen Sprachen genau angegeben sind.

Abbildungen

Je Beitrag können bis zu 7 Abbildungen veröffentlicht werden. Zu beachten ist, daß Abbildungsvorlagen größer als die beabsichtigte Druckgröße eingereicht werden. Bei Fotos ist der Maßstab als verbaler Ausdruck anzugeben (keine Maßstabsleiste). Zeichnungen entsprechend DIN. Jede Abbildung ist mit Autorennamen und Nummer zu versehen, die Abbildungstexte sind auf einem gesonderten Blatt beizugeben.

Zitierweise

Im Text:

WUNDERLICH (1974) bzw. (WUNDERLICH 1974) oder

PILGER & STADLER (1971) sowie NÖLDEKE, SCHWAB et al. (1977)

Im Literaturverzeichnis:

BUBNOFF, S.v. (1953): Über die Småländer „Erdnaht“. - Geol. Rdsch. **41**, S. 78-90, Stuttgart

FAUTH, H., HINDEL, R., SIEWERS, U. & J. ZINNER (1985): Geochemischer Atlas Bundesrepublik Deutschland 1 : 200 000. - 79 S., Hannover (Schweizerbart)

KRONBERG, P. (1976): Photogeologie, eine Einführung in die Grundlagen und Methoden der geologischen Auswertung von Luftbildern. - 268 S., Stuttgart (Enke)

