

SCHRIFTENREIHE FÜR GEOWISSENSCHAFTEN 12

GUIDO VERSE

Sedimentation und paläogeographische Entwicklung des Greifswalder Boddens und des Seegebietes der Greifswalder Oie (südliche Ostsee) seit dem Weichsel-Spätglazial

Mit 69 Abbildungen, 12 Tabellen und 6 Tafeln

ISBN 3 – 937040 – 06 – 4
ISSN 9423 – 3443

Herausgegeben von der Gesellschaft für Geowissenschaften e. V., Berlin
VERLAG STÖRR, Ostklüene 2003

Anschrift des Autors:

Dr. Guido Verse
Lindauer Str. 71
D-78464 Konstanz
Email: gvsnet@web.de

Die Drucklegung dieser Arbeit wurde von der Friedrich-Stammberger-Stiftung, Berlin, mit einem Druckkostenzuschuss gefördert,

Schriftenreihe für Geowissenschaften

Herausgegeben von der Gesellschaft für Geowissenschaften e.V., Berlin zur Publikationen von Monographien, Konferenz-Beiträgen, Exkursionsführern und Sammelbänden zu Spezialthemen

Erschienen und hergestellt im Verlag Störr, Ostklüne 11, D-17406 Usedom

Alle Rechte liegen beim Verlag Störr

Bestellungen über den Buchhandel oder direkt beim

Verlag Störr
Ostklüne 11
D-17406 Usedom

Tel. (49) 038372-70212
Fax. (49) 038372-70710
e-mail: MStoerr@t-online.de

Inhalt	Seite
Vorwort	7
Zusammenfassung	9
Summary	10
1. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG	11
2. ARBEITSGEBIET	12
2.1. Physisch-geographischer Überblick	12
2.2. Die Entwicklung des Untersuchungsgebietes im Quartär (Überblick)	15
3. ARBEITS- UND UNTERSUCHUNGSMETHODIK	20
3.1. Seearbeiten	20
3.1.1. Probengewinnung/ -nahme	20
3.1.2. Seismoakustische Verfahren	24
3.2. Laborative Arbeiten	24
3.2.1. Reliefguß und Dünnschliffmethodik	24
3.2.2. Rasterelektronenmikroskop	25
3.2.3. Korngrößenanalysen	25
3.2.4. Pollenanalysen und ¹⁴ C- Datierungen	26
3.2.5. Diatomeenanalysen	26
3.2.6. Historisches Datenmaterial	26
3.2.7. Mikrofaziesanalyse von glazialen/ non-glazialen Diamiktonvarietäten	26
3.3. Profilbeschreibungen	27
3.3.1. Allgemeines	27
3.3.2. Grad der Bioturbation	27
4. ERGEBNISSE	31
4.1. Faziesräume und Sedimentabfolgen	31
4.1.1. Beschreibung und Interpretation der Lithofaziesassoziation A: Glaziale Ablagerungen (Weichsel-Glazial bis Präboreal)	31
4.1.1.1. Diamiktische Faziestypen (A-1)	31
4.1.1.2. Non-Diamiktische Faziestypen	43
4.1.2. Interpretation und Diskussion der Ablagerungsbedingungen der Lithofaziesassoziation A	45
4.1.3. Sedimentationbedingungen der Lithofaziesassoziation A und deren landschaftsgenetische Konsequenzen	51
4.1.4. Beschreibung und Interpretation der Lithofaziesassoziation B: Fluviale, limnische und weitere terrestrische Ablagerungen (Präboreal bis Älteres Atlantikum)	56
4.1.4.1. Vorbemerkungen	56
4.1.4.2. Fluvial bis limnisch-lakustrine Ablagerungen	58
4.1.4.3. Telmatisch-semiterrestrische bis terrestrische Sedimente	65
4.1.5. Interpretation und Diskussion der Ablagerungsbedingungen	

der Lithofaziesassoziation B	66
4.1.6. Beschreibung und Interpretation der Lithofaziesassoziation C: Marin-brackische Ablagerungen (Atlantikum bis Gegenwart)	74
4.1.6.1. Fazies-Typen	74
4.1.6.2. Zur Bioturbation der untersuchten marin-brackischen Schlicke und Sande	77
4.1.6.3. Schillhorizonte: Genese und stratigraphisch-korrelative Bewertung	80
4.1.7. Interpretation und Diskussion der Ablagerungsbedingungen der Lithofaziesassoziation C	84
4.2. Schlussfolgerungen zur Küsten- und Sedimentdynamik seit dem mittleren Holozän anhand der Lithofaziesassoziation C	92
4.2.1. Sedimentationsraten und ihre Schwankungen	92
4.2.2. Sturmsedimentation	95
4.2.2.1. Vorbemerkungen	95
4.2.2.2. Tempestite im Arbeitsgebiet	96
4.2.2.3. Zur Häufigkeit von Sturmereignissen	102
4.2.2.4. Klimatologischer Ausblick	105
4.2.3. Weitere Aspekte zur Küstendynamik	107
4.3. Der holozäne Wasserspiegelanstieg im Greifswalder Bodden und im Seegebiet der Greifswalder Oie	110
4.3.1. Fazieswechsel, Transgressionskontakte und Wasserstandsmarken	110
4.3.1.1. Greifswalder Bodden	110
4.3.1.2. Seegebiet der Greifswalder Oie	113
4.3.1.3. Schwankungen des holozänen Meeresspiegelanstiegs	115
4.3.1.4. Salinitätsschwankungen	117
4.3.2. Wasserspiegelentwicklung, Transgressionsverlauf und Klimawandel	118
4.3.2.1. Greifswalder Bodden	118
4.3.2.2. Seegebiet der Greifswalder Oie	121
5. SEDIMENTATIONSGESCHICHTE UND LANDSCHAFTSENTWICKLUNG DES GREIFSWALDER BODDENS	124
5.1. Die Entwicklung des Untersuchungsgebietes vom Weichsel-Hochglazial bis in das -Spätglazial	125
5.2. Die frühholozäne Entwicklung vom Präboreal/ Boreal bis zum Älteren Atlantikum	126
5.3. Die mittel- u. jungholozäne Entwicklung vom Älteren Atlantikum bis zum Subatlantikum	128
6. SCHRIFTENVERZEICHNIS	131
Anhang	139
Tab. 5 – 12	140
Tafeln 1-6	148

Zusammenfassung

Auf der Grundlage seismoakustischer, fazieller und stratigraphischer Untersuchungen werden die jungquartäre Faziesarchitektur und die spät- bis postglaziale Sedimentationsgeschichte des Greifswalder Boddens und des Seegebietes der Greifswalder Oie vorgestellt. Zur Faziesanalyse der in den bis zu 3m langen Vibrokernen aufgeschlossenen Sedimente dienten neben Korngrößendaten Untersuchungen zum Gehalt der Mikrofauna und zur Erfassung der Sedimentgefüge. Vorwiegend an Torfen wurden eine Reihe von ^{14}C -Datierungen vorgenommen. Zudem standen zahlreiche pollenanalytische Daten sowie Befunde zum Gehalt der Diatomeen zur Verfügung.

Im Ergebnis der Untersuchungen wurden 3 Lithofaziesassoziationen mit den jeweils charakteristischen Sedimenttypen und Sedimentabfolgen erkannt, die untereinander korrelieren und sich bestimmten Entwicklungsphasen der Ostsee zuordnen lassen. Anhand ihrer genetischen Identifikation werden daraus lokale Sedimentationsräume abgeleitet und es wird eine Rekonstruktion der Paläogeographie und Wasserspiegelentwicklung zu ihrer Ablagerungszeit vorgenommen.

Die Untersuchungen führten zu zahlreichen Details zur Sedimentgenese und zu neuen Fazies- und Entwicklungsmodellen für die jeweiligen Zeiträume. Dabei mit erheblichen Ergänzungen und Modifikationen früherer Vorstellungen. Es lassen sich bisher nicht bekannte Fakten zur Genese diamiktischer Ablagerungen, zum spätglazialen Eisabbau, zur Entwicklung von den baltischen Eisstauseen bis zu den ancycluszeitlichen Gewässern im Untersuchungsgebiet ableiten. Darüber hinaus ergaben sich neue Gesichtspunkte zum Verlauf der Litorinatransgression in der südlichen Ostsee und zur Küstendynamik, insbesondere zu den Sedimentationsraten und zur Sturmhochwasserproblematik.

Von besonderer Bedeutung für die postglaziale Entwicklung des Untersuchungsgebietes sind die morphologischen Verhältnisse. So lassen sich Rinnen nach Konfiguration und der sedimentären Verfüllung unterscheiden und liefern dadurch einen Schlüssel zum Verständnis der postglazialen Entwicklung, die durch regional sehr unterschiedlichen Sedimenteintrag und rasche Veränderungen gekennzeichnet ist. Reliefunterschiede zwischen Rinnen und Schwellen führten zur Isolierung von lokalen Hohlformen mit eigener Entwicklung und Stauwirkungen an Schwellen bedingten beträchtliche Wasserspiegeldifferenzen zwischen lokalen Teilgewässern sowie Unterschiede im Ein- und Ausstromverhalten bei Sturmhochwasser.

Auf Grund signifikanter Übereinstimmungen der Daten mit publizierten Ergebnissen aus dem weiteren Ostseeraum wird die überregionale Gültigkeit der vorgestellten Ergebnisse unterstrichen.

Summary

On the basis of seismic, sedimentological and stratigraphical studies both the Late Quaternary facies architecture and the Late to Post-glacial depositional history of a part of the Northeast-German coastal area (i.e., Western Pomeranian Bight, mainly Greifswalder Bodden) are reconstructed. The facies analysis was carried out by means of 65 up to 3 m long vibrocore sections by which grain size data, sedimentary structures and biological features (micro fauna, bioturbations) were classified. Moreover, radiocarbon and pollen datings as well microbotanical studies (diatoms) completed the investigations. Especially, microfacies studies (thin sections) were carried out in order to get detailed high-resolution information on the environmental and depositional conditions during the Late Quaternary sedimentation history of the last 14 – 15 ka. Furthermore, relief peels of sedimentary successions gave additional relevant information.

The studies resulted in three lithofacies associations with each showing characteristic sediment types and sequences which can be correlated and classified in the context of the Baltic Sea history. From this, detailed local (small-scale) depositional areas (sub-basins) could be characterized leading, finally, to the reconstruction of the water-(sea-)level evolution and palaeogeography during different times of sediment deposition since the Late Weichselian ice age.

Both numerous new details of sediment formation and redeposition were obtained, among other microfacies of tills/diamictos, tempestites and bioturbations. These results originated in new models of facies and coastal evolution during the last 14 –15 ka. So far unknown geological facts and information were obtained on diamictites, Late-glacial ice decay, evolution of local/regional ice-dammed and flooded lakes including the fluvial control on sedimentation processes. Moreover, new data on the Holocene transgression (Litorina-Transgression) on the southern Baltic coast, the coastline dynamics, sedimentation rates and storm water (flood) problems are presented in this study.

Especially, the relief of the ancient Weichselian land surface has markedly controlled the postglacial sedimentation and palaeographic evolution. Importantly, different channel types regarding configuration and sedimentary infill were classified which represent the key for the understanding of postglacial sea level rise and coastal evolution. There is evidence of locally/regionally great variety of sedimentary input and rapid changes in the depositional conditions. Relief differences between channels and barriers (swells) originated in an isolation of local depressions (i.e., sub-basins) having an individual development mainly caused by slackwater effects in the vicinity of dam-like barriers or swells leading to water level differences of neighbored local lakes of a few metres. These water level differences were of great importance for local/regional inflow/outflow events, especially, regarding storm-controlled water level changes.

The results presented here well coincide with and complete published data around the Baltic Sea on sea level controlled sedimentation and, therefore, can be seen also as an Late Quaternary (Holocene) sequence-stratigraphic approach.

1. Einleitung und Problemstellung

Die südliche Ostseeküste stellt ein Modellbeispiel für ein auf glaziärem Untergrund (Pleistozän) trans- et algedierendes Brackwassermeer dar, dessen Sedimentationsgeschichte während des Holozäns durch phasenhafte Meeresspiegelschwankungen gekennzeichnet ist (DUPHORN et al. 1995). Die all- gemeinen Grundzüge der Küstenentwicklung NE-Deutschlands gelten als bekannt und wurden insbe- sondere durch KLIWE (1975), KLIWE & JANKE (1978, 1982, 1991) sowie durch KOLP (1976, 1983) untersucht. Dabei sind durch Bohrkerne die Sedimentabfolgen des Küstenfestlandes und der Seege- biete bearbei- tet und Meeresspiegelkurven erstellt worden.

Während das Quartär der angrenzenden Festlandsgebiete des Greifswalder Boddens durch Auf- schlüsse und Bohrungen gut erfaßt und untersucht ist, trifft dies für das Seegebiet des Greifswalder Boddens und der Greifswalder Oie nur eingeschränkt zu. Analog dem im Laufe der vergangenen Jahre verbesserten Kenntnisstand über die hydrographischen Verhältnisse des Greifswalder Boddens (CORRENS 1979, LAMPE 1990) mußten geologisch-sedimentologische Untersuchungsdefizite gleichfalls abgebaut werden. Der aktuelle Kenntnisstand zur Stratigraphie, zur paläogeographischen Entwick- lung und zum holozänen Transgressionsverlauf im Greifswalder Bodden reicht zudem bis auf die Ostsee-Arbeiten von KOLP und Mitarbeitern (KOLP 1965, 1966a, b, 1976, NEUMANN 1965) aus den 1960-70er Jahren zurück. Weitere Erkenntnisse zur Boddenlandschaftsentwicklung bis in die 1990er Jahre hinein wurden insbesondere von KLIWE & JANKE (1990) sowie zuletzt von LAMPE & JANKE (1999) beigetragen.

Wegen der teilweise nur lokalen Detailuntersuchungen im Greifswalder Bodden und fehlender flächenhafter Chronostratigraphie blieben bisher viele Fragen offen, zu deren Klärung die vorliegende Arbeit beitragen soll. Dementsprechend erfolgten sedimentologische und stratigraphische Untersu- chungen, deren bisherige Ergebnisse (u.a. NIEDERMEYER et al. 1995, NIEDERMEYER & VERSE 1996, ROßDEUTSCHER 1996, STRAHL 1996, 1997, VERSE et al. 1998, 1999, BAUERHORST 1999) neue Einsich- ten in die jungquartäre Ablagerungsgeschichte des Arbeitsgebietes (Greifswalder Bodden, Greifswal- der Oie) ermöglichen und existierende landschaftsgenetische Vorstellungen zur südbaltischen Küs- tenentwicklung (u.a. KLIWE 1975, KLIWE & JANKE 1978, 1982, 1991, SCHUMACHER & BAYERL 1997, LEMKE 1998) komplettieren. Weiterhin konnte CRUSET (2000) zeigen, daß die Sedimentationsge- schichte des Greifswalder Boddens seit der Litorina-Transgression auch stratigraphisch einzuord- nende chemo- und lithofazielle Signale in Sedimentkernen hinterlassen hat, die auf variable Strö- mungsvorgänge (Unter- und Oberströmungen) im Wasserkörper hinweisen.

Mittels einer Vielzahl neuer Bohrungsdaten wird im folgenden eine Neubearbeitung und Rekonstruktion der jungquartären Entwicklungsgeschichte des Greifswalder Boddens unter Einbeziehung von Daten aus dem Seegebiet der Greifswalder Oie vorgestellt. Erstmals wurden die Untersuchungsmethodik und die Analytik durch fazielle Untersuchungen an Dünnschliffen und Reliefgüssen erweitert.

2. Das Arbeitsgebiet

2.1. Physisch-geographischer Überblick und hydrographische Verhältnisse

Der Greifswalder Bodden (Abb. 1) ist mit einer flächenhaften Ausdehnung von ca. 512 km² (W-E max. 25 km, N-S max. 24 km, mittlere/ max. Wassertiefe: 5,8 m/ 13,8 m) und einem Wasservolumen von $2.960 \times 10^6 \text{ m}^3$ das größte binnenseitige Küstengewässer an der deutschen Ostseeküste. Er besteht aus zwei geologisch-morphologischen Teilbereichen mit deutlichen litho- und biofaziellen Unterschieden. Der westliche Bereich weist einheitliche Wassertiefen von 6 bis 8 m auf und ist als flaches, weitgespanntes Becken deutlich reliefärmer als der Ost- und Nordostteil. Dort treten infolge der Gliederung in Schwellen („Boddenschwellen“) und Rinnen wesentlich markantere Wassertiefenunterschiede von 2 bis 14 m (östlich des Gräftengrundes, Kern 34) auf. Die im Ostteil strukturell und morphologisch hervortretenden Untiefengebiete sind der Große Stubber und die Boddenrandschwelle. Die Untiefe des Großen Stubber ist eine ehemals über dem Meeresspiegel liegende Boddeninsel, die bei Niedrigwasser als ca. 50 m lange Sandbank mit großen Geschieben erscheint. Im Jahre 1845 war die Insel noch mit Sträuchern bewachsen und wurde im Laufe der Zeit durch Sturmhochwässer, Kiesentnahme und Steinzangen abgetragen. Die Boddenrandschwelle bildet das morphogenetische Bindeglied zwischen den Inseln Rügen, Ruden, Greifswalder Oie und Usedom. Die durchschnittliche Wassertiefe liegt dort bei 1,5 bis 2,5 m, während die dazwischen verlaufenden Rinnen oft mehr als 10 m erreichen.

Die im Weichsel-Glazial exarieren und als Gletscherzungenbecken diskutierten (BRAUCKHOFF 1970) nordöstlichen Boddenbuchten wie Hagensche Wiek (Fläche: 10,3 km²; Wassertiefe: 2-5 m, im Nordteil bis 7 m) und Having (7,9 km²; Wassertiefe: 2-5 m) bilden zusammen mit den kleineren, sehr flachen Buchten Zicker-See (2 km²; 0,5-2 m) und Stresower Bucht (5,1 km²; max. 7,5 m) sowie dem Selliner See (1,6 km²; max. 3 m) und dem Neuensiner See (0,6 km²; max. 1,7 m) mit Verbindungsarmen zur Having die boddenseitigen Küstengewässer der südostrügenschen Halbinsel Mönchgut. Die Inseln Greifswalder Oie (0,62 km²) und Ruden (0,27 km²) entstanden als Ergebnis von Abtragungs- und Anlandungsprozessen im Zuge der jüngeren Ostseegeschichte im Bereich eines „glaziären Endmoränenrückens“ (KLIEWE 1975), dessen untermeerische Reste die Boddenrandschwelle bilden. Neben der Insel Vilm zählen die Inseln Koos (1,57 km²) und Riems (0,25 km²) zu den größten und wichtigsten Boddeninseln.

Für den Wasseraustausch zwischen Bodden und Ostsee nahmen und nehmen die Untiefengebiete, speziell die Boddenrandschwelle, eine Schlüsselposition ein. Obwohl der Greifswalder Bodden im Westen über den Strelasund und im Osten zwischen Mönchgut und Usedom mit der Ostsee in Verbindung steht, ist er als ein im wesentlichen von der Ostsee abgeschlossener Teilwasserkörper mit eingeschränktem Wasseraustausch mit der Ostsee anzusehen (LAMPE 1990). Eine Ausnahme bilden jedoch Hochwasserstände, hier erfolgt ein ungehinderter Einstrom von Ostseewasser in den Bodden. Von besonderer Bedeutung für den Wasseraustausch mit der Ostsee sowie für die Wasserstandsschwankungen und Strömungsverhältnisse des Boddens sind die Windverhältnisse.

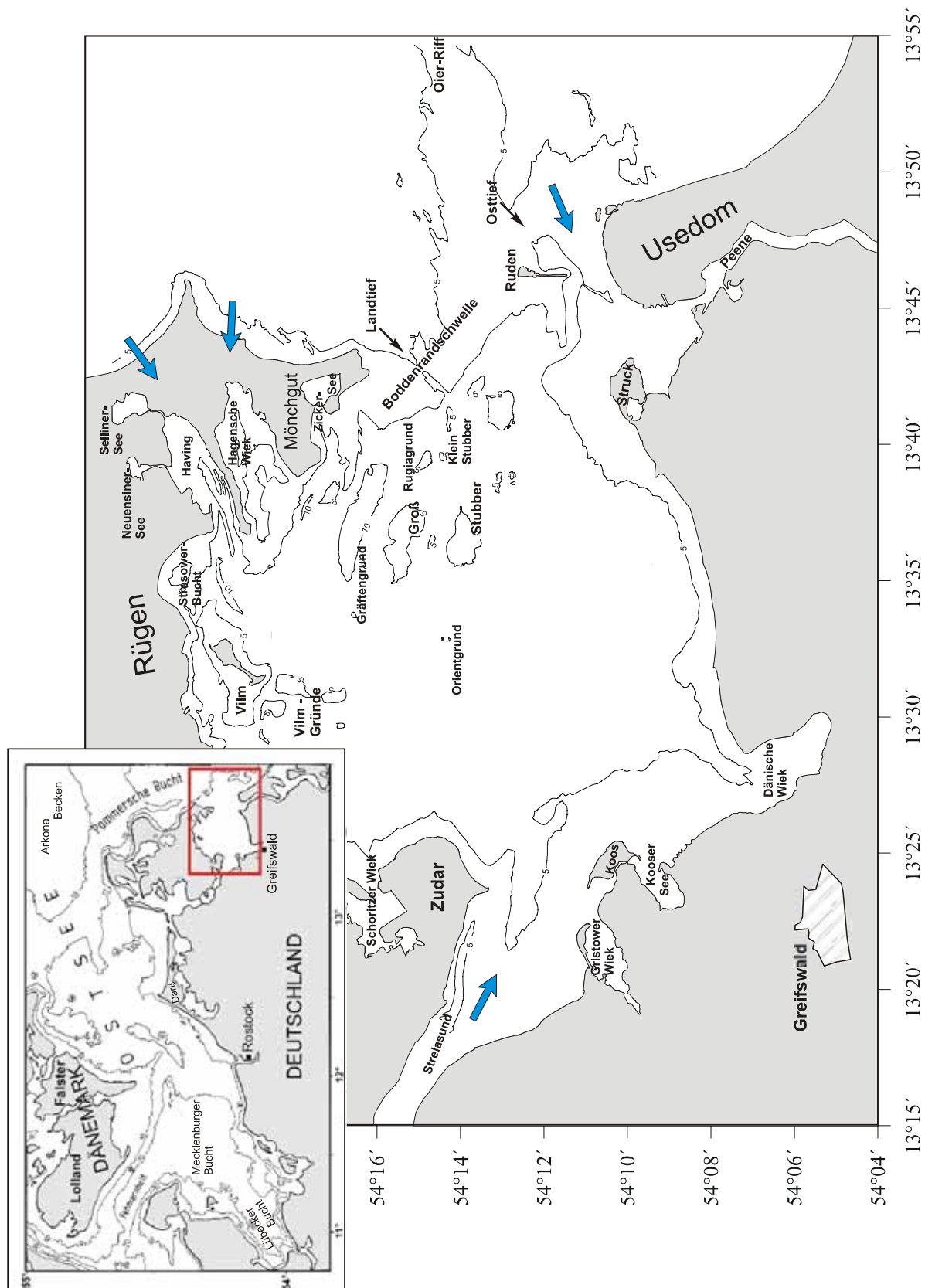


Abb. 1 Das Arbeitsgebiet Greifswalder Bodden. (Seegebiet Greifswalder Oie s. Abb. 8). Pfeile: "Fluttore" der Litorina-Transgressionen.