

## POLAR- UND MEERESFORSCHUNG

► WOLFGANG MATTHÄUS

# Die meereskundlichen Expeditionen des Dampfers POMMERANIA in den Jahren 1871 und 1872

### Einleitung

In den 1850er und 1860er Jahren scharte der Hamburger Kaufmann, Fabrikant und Förderer der deutschen Meeresforschung, Heinrich Adolph Meyer, in Kiel einen Kreis von engagierten Meereswissenschaftlern um sich, die die deutsche Meeresforschung in der Ost- und Nordsee entscheidend vorangetrieben haben. Zu ihnen gehörten der Physiker Gustav Karsten, der Physiologe Victor Hensen und der Zoologe Karl August Möbius.<sup>1</sup>

Angeregt durch den Deutschen Fischerei-Verein (DFV)<sup>2</sup> und beeinflusst durch den Kreis der Kieler Meereswissenschaftler, aber initiiert durch Hensen und Meyer<sup>3</sup>, wurde im Sommer 1870 die Königlich Preußische »Commission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere« in Kiel (Kieler Kommission) vom preußischen Minister für Landwirtschaft, Domänen und Forsten, Werner von Selchow (1806–1884), eingesetzt.<sup>4</sup> Meyer wurde ihr erster Vorsitzender (1870–1880), Karsten, Hensen und Möbius wurden Mitglieder. Die Kieler Kommission hat seinerzeit grundlegende Ideen entwickelt und neue Methoden in die physikalische, chemische und biologische Ozeanographie eingeführt.

Der Kommission wurde *die Feststellung der physikalischen Grundbedingungen für das organische Leben im Meere und die davon abhängigen Erscheinungen des mannigfach wechselnden pflanzlichen und thierischen Lebens* als Aufgabe übertragen.<sup>5</sup> Zu diesem Zweck sollten auf folgende Parameter konzentrierte Beobachtungen erfolgen: *a) Tiefe, Wasserstand, Grundbeschaffenheit, Salz- und Gasgehalt, Strömungen und Temperatur des Wassers; b) Flora und Fauna des Meeres; c) Verbreitung, Nahrung, Fortpflanzung und Wanderung der nutzbaren Thiere.*<sup>6</sup> Das war zum einen durch den Aufbau eines permanenten Netzes von Beobachtungsstationen an den deutschen Küsten zu erreichen, den die Kieler Kommission entscheidend vorangetrieben hat<sup>7</sup>, vor allem aber waren Expeditionen in die Ost- und Nordsee erforderlich. Deshalb wurden in den Jahren 1871 (Ostsee) und 1872 (Nordsee) unter Federführung der Kieler Kommission zwei meereskundliche Expeditionen auf dem Raddampfer S.M. Aviso POMMERANIA der Kaiserlichen Marine durchgeführt, die grundlegende Erkenntnisse und erstmalig einen einheitlichen Überblick über die sommerlichen ozeanographischen und biologischen Verhältnisse dieser Seegebiete brachten.

Die Expeditionen der POMMERANIA sind heute weitgehend in Vergessenheit geraten. Sie werden aber zumindest in einigen aktuellen Übersichten zur Meereskunde der Ostsee erwähnt<sup>8</sup> und in einigen wissenschaftshistorischen Arbeiten ausführlicher behandelt.<sup>9</sup> Die Forschungsreisen<sup>10</sup>, die Mess- und Analysemethoden<sup>11</sup> sowie einzelne Ergebnisse fanden ihren Niederschlag in wissenschaftshistorischen Arbeiten und ozeanographischen Handbüchern.<sup>12</sup>

Der folgende Beitrag gibt eine zusammenfassende Übersicht über Vorbereitung, Durchführung und Ergebnisse dieser beiden bedeutenden Expeditionen. Dabei ist das Hauptaugenmerk auf die Ergebnisse der hydrographisch-chemischen Untersuchungen gelegt worden, aber auch die biologischen Untersuchungen finden Berücksichtigung.

## Das Expeditionsschiff S.M. Aviso POMMERANIA

Der Raddampfer POMMERANIA (Abb. 1) lief im September 1864 auf der Vulkan-Werft in Stettin vom Stapel. Sie war ein Eisenschiff von ca. 55 m Länge, etwa 7 m Breite, 2,35 m Tiefgang und wurde mit 322 BRT vermessen. Zwei Schaufelräder von 5,4 m Durchmesser mit je zehn Schaufeln verliehen dem Schiff eine Reisegeschwindigkeit von 12 kn.<sup>13</sup> Die Besatzungsstärke betrug 65 Mann. Auftraggeber für den Bau der POMMERANIA war das Königliche Marine-Ministerium, das auch die Herstellungskosten trug, obwohl die Postverwaltung das Schiff unmittelbar mit der Fertigstellung übernahm.<sup>14</sup>

Am 1. Mai 1865 erfolgte die Indienststellung der POMMERANIA als Postdampfer auf der Linie Stettin – Stockholm, die sie bis 1870 bediente. Im Zuge des Deutsch-Französischen Krieges 1870/71 wurde die POMMERANIA am 20. August 1870 von der Marine requiriert, aber erst nach Kriegsende am 24. April 1871 von der Marineverwaltung als Aviso, ein kleines, leicht bewaffnetes, jedoch schnelles Kriegsschiff, übernommen.

Die Kaiserliche Marine stellte die POMMERANIA in den Jahren 1871 und 1872 für die hier näher betrachteten zwei Expeditionen zur Erforschung der Ost- und Nordsee im Interesse der Seefischerei zur Verfügung. Nach der Nordsee-Expedition war die POMMERANIA mit Vermessungsarbeiten beauftragt, danach im Mittelmeer, später wieder im Bereich der Nord- und Ostsee im Einsatz. Ab 1887 diente sie auch als Kaiserliche Yacht.<sup>15</sup> Im August 1890 schied sie aus dem Marinedienst aus und wurde 1892 an eine Hamburger Firma verkauft. Zum Dreimastschoner ADLER umgebaut, hatte sie nur noch ein kurzes Dasein. Auf ihrer ersten Reise in die Ostsee ist sie verschollen.

## Die vorbereitenden Arbeiten

Die Anregung zu einer Expedition zur »Hebung der Nord- und Ostsee-Fischerei« ging auf den im Januar 1870 gegründeten Deutschen Fischerei-Verein (DFV) zurück und wurde vom Geheimen Regierungsrat im Preußischen Landwirtschaftsministerium, Conrad Carl Georg Eduard von Marcard (1826–1892), unterstützt. Einer der ersten Beschlüsse des DFV zu einer Ostsee-Expedition war die Empfehlung Nr. 2 im ersten Zirkular vom 7. März 1870: *Die Aufmerksamkeit ... ist ... auf die Nothwendigkeit wissenschaftlicher Vorarbeiten für die Hebung der Nord- und Ostsee-Fischerei gelenkt. [...] Die Voruntersuchungen müssen*

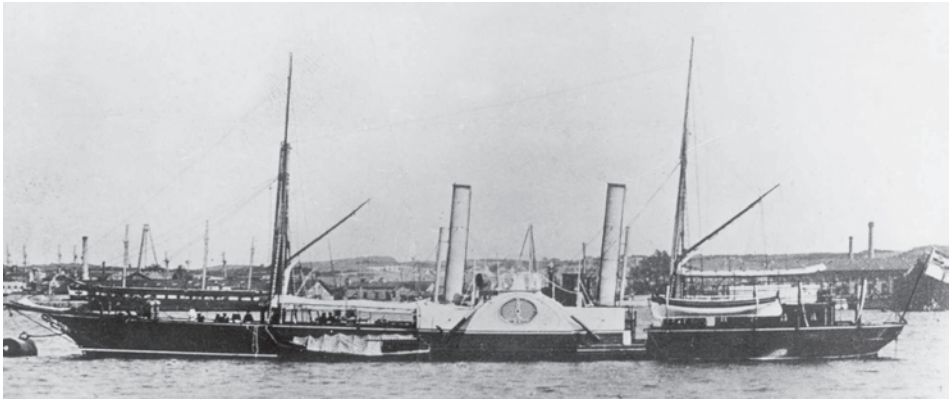


Abb. 1 Raddampfer S.M. Aviso POMMERANIA der Kaiserlichen Marine. (Foto um 1880, reproduziert mit freundlicher Genehmigung des Bilddienstes der Wilhelmshavener Zeitung)

sich ... zunächst auf die Meerestiefe und die Beschaffenheit des Meeresbodens richten, weil durch dieselbe der Fischereibetrieb in der hohen Ostsee am unmittelbarsten beeinflusst wird. [...] Mit diesen Untersuchungen lassen sich Vorarbeiten ... des Pflanzenreichthums und des Inhalts der Ostsee an Seethieren ... verbinden. Wir haben die Verwendung eines Kriegsfahrzeuges ... während einiger Sommermonate hohen Orts befürwortet und es als wünschenswerth bezeichnet, dass dem Kommandanten ... geeignete Sachverständige beigegeben werden. Auch das Bedürfniss regelmässiger Untersuchungen über den Salzgehalt und die Temperatur des Meerwassers haben wir an geeigneter Stelle geltend gemacht.<sup>16</sup>

Karl Möbius, korrespondierendes Mitglied des DFV, schrieb am 4. April 1870 zur Hebung der Ostsee-Fischerei: Ich halte es für nöthig, zunächst nur in der Ostsee Untersuchungen vorzunehmen. Das Hauptgebiet einer Untersuchung ... ist das östliche Becken, weil es die grössten Tiefen hat. Die Beschaffenheit des Meeresgrundes, sowie die Flora und Fauna desselben ist mit Schleppnetzen zu untersuchen. [...] Die in den oberen Wasserschichten schwimmenden Thiere werden mit feinen Schwebnetzen gefischt. [...] Das Seewasser ist zu untersuchen auf seinen Gehalt an Salzen und Gasen, auf seine Temperatur und Strömungen. [...] Ich empfehle, die Leitung der Expedition einer Commission zu übertragen, welche aus dem Commandeur des Schiffes und den Naturforschern derselben besteht.<sup>17</sup>

Auch Heinrich Adolph Meyer, gleichfalls korrespondierendes Mitglied des DFV, schlug vor, Wissenschaftler an der Expedition zu beteiligen, und schrieb am 6. April 1870: Temperatur-, Salzgehalt- und Strommessungen könnten von dem Befehlshaber des Schiffes oder von einem seiner Offiziere ... geleitet werden. Weiter schrieb er, dass eine Hauptaufgabe der Ostsee-Expedition darin bestehen sollte, einige feste Stationen zu errichten, damit fort-dauernde Beobachtungen über Salzgehalt, Temperatur und Strömung nicht nur ... an der Wasseroberfläche, sondern auch in mässigen Tiefen gemacht werden. Die Sommerbeobachtungen werden erst durch regelmässige Jahresbeobachtungen dauernden Werth erhalten, weil die in der Ostsee so bedeutenden Schwankungen einzelne Beobachtungen immer höchst unzuverlässig erscheinen lassen.<sup>18</sup>

Der DFV beauftragte Möbius und Meyer zusammen mit Prof. August Müller aus Königsberg, dem Botaniker Prof. Carl Jessen aus Greifswald-Eldena und dem Regierungs-

Feldmesser O. Amtsberg aus Stralsund mit der Ausarbeitung einer Instruktion über die Durchführung der Vorarbeiten und Vorschläge für die Experten.<sup>19</sup> Die Kieler Kommission unterstrich die Zielstellungen der Ostsee-Expedition in einer Denkschrift vom April 1871.<sup>20</sup>

## Die Ostsee-Expedition 1871

Als erste Initiative hatte die Kieler Kommission bereits 1870 eine Expedition in die Ostsee auf dem vom Königlichen Kriegsministerium zur Verfügung gestellten Kanonenboot COMET vorbereitet, auf der Untersuchungen auf der Linie Kiel – Stockholm – Königsberg – Kiel vorgenommen werden sollten.<sup>21</sup> Das Auslaufen war für den 18. Juli 1870 vorgesehen, aber der Ausbruch des Deutsch-Französischen Krieges 1870/71 verhinderte die Fahrt. Nach dem Krieg fand die Expedition, allerdings mit einem anderen Schiff, vom 16. Juni bis 23. August 1871 im Seegebiet zwischen dem Skagerrak und der zentralen Ostsee statt.<sup>22</sup> Sie ging als erste bedeutende Forschungsfahrt für die Untersuchung der ozeanographischen Bedingungen der Ostsee in die Geschichte ein und brachte erstmalig eine Bestandsaufnahme der Pflanzen und Tiere der Ostsee.

Die Expedition wurde mit dem von der Kaiserlichen Marine zur Verfügung gestellten Raddampfer S.M. Aviso POMMERANIA (vgl. Abb. 1) unter dem Kommando von Kapitänleutnant Rudolf Hoffmann durchgeführt.<sup>23</sup> Das Schiff war im April 1871 in Stralsund von der Marine in Dienst gestellt<sup>24</sup>, Anfang Mai nach Kiel überführt und dem Landwirtschaftlichen Ministerium zur Verfügung gestellt worden, *um Vermessungen in der Ostsee vorzunehmen.*<sup>25</sup>

Die unmittelbare Leitung der Expedition hatte der Kommandant der POMMERANIA, der *seine Dispositionen nach Benehmung mit den ihm beigegebenen Fachmännern selbstredend so treffen wird, dass der Zweck derselben – eine möglichst reiche wissenschaftliche Ausbeute – erfüllt wird.*<sup>26</sup> Über das Personal der Expedition wird im »Plan für die im Jahre 1871 beabsichtigten Vorarbeiten zur Hebung der Norddeutschen Seefischerei« unter Punkt 4 lediglich mitgeteilt: *Die Ausführung der physikalischen, zoologischen und botanischen Untersuchungen ist einer Mehrzahl von Fachmännern übertragen, welche mit dem erforderlichen Hilfspersonal die Expedition begleiten werden. Außerdem werden sich die Mitglieder der wissenschaftlichen Commission in Kiel bei der Expedition nach ihrem Ermessen zeitweilig beteiligen.*<sup>27</sup>

Zwei Probefahrten wurden durchgeführt, um *die Instrumente und Vorrichtungen ... in ihrer Handhabung und Brauchbarkeit auf offener See zu prüfen und um die Resultate der eigentlichen Expedition möglichst sicher zu stellen.*<sup>28</sup> Die erste kurze Fahrt in den Großen Belt fand vom 16.–18. Juni statt, um die Messinstrumente und Geräte zum Fangen von Tieren und Pflanzen zu erproben. Erste Versuche zur Messung des Gasgehaltes im Meerwasser (Sauerstoff, Stickstoff, Kohlendioxid) wurden von Oscar Jacobsen unternommen. Die zweite größere Probefahrt, die vom 21.–29. Juni stattfand, führte über den Großen Belt ins Kattegat und Skagerrak und durch den Öresund wieder zurück nach Kiel. Auf insgesamt 46 Stationen konnten die *Uebergänge aus der Ostsee- in die Nordsee-Fauna und -Flora* studiert werden und *die physikalischen und chemischen Beobachtungen auf grössere Tiefen* ausgedehnt werden.<sup>29</sup> Die Karte der Reiserouten ins Übergangsgebiet und in die

Ostsee sowie die durchgeführten ozeanographischen Schnitte und Stationen sind in Abbildung 2 wiedergegeben.

Die Hauptexpedition der POMMERANIA fand vom 6. Juli bis 23. August 1871 statt. Sie führte zunächst über Ystad und Bornholm weiter durch den Kalmarsund längs der schwedischen Küste nach Stockholm. Der zweite Abschnitt ging von Stockholm über Gotland zur Küste Kurlands und galt der Erforschung des Gotlandtiefs im östlichen Gotlandbecken, einem der markantesten Tiefenbecken der Ostsee. Drei Schnitte wurden zwischen Gotland und der russischen Küste gefahren, wobei maximale Tiefen zwischen 155 und 220 m gelotet wurden.<sup>30</sup> Dann ging es entlang der preußischen Küste über die Danziger Bucht, die Mittelbank, die Stolper und Rönnebank sowie weiter entlang der mecklenburgischen und holsteinischen Küste zurück nach Kiel. Auf insgesamt 170 Stationen wurden neben der Untersuchung von Flora und Fauna auch regelmäßige physikalische und chemische Beobachtungen durchgeführt.

Es ist zu vermuten, dass die Reiseroute neben den fischereilichen Aspekten (Küstenbereiche, flache Bänke in der zentralen Ostsee) vor allem im Hinblick auf die Erforschung des Wasseraustausches durch die dänischen Meerengen und die Transportwege des einströmenden salzreichen Wassers in der Ostsee festgelegt wurde. Das ist wohl in erster Linie Heinrich Adolph Meyer zu verdanken, der bereits 1868 bis 1870 intensive Untersuchungen des Wasseraustausches durch den Kleinen und Großen Belt sowie den Öresund durchgeführt hatte.<sup>31</sup> Auch die gefahrenen ozeanographischen Schnitte im Bornholmsgat, über die Mittelbank sowie im westlichen und östlichen Gotlandbecken stützen diese Vermutung (vgl. Abb. 2).

Einiges über die Teilnehmer der Probefahrten und der Hauptexpedition geht aus den Einzelberichten hervor: Die Probefahrt vom 16.–18. Juni in den Großen Belt stand unter der wissenschaftlichen Leitung von Gustav Karsten, die zweite Probefahrt vom 21.–29. Juni ins Kattegat und Skagerrak unter der Leitung von Heinrich Adolph Meyer. Die Hauptexpedition wurde von Meyer (6.–14. Juli) und Karl Möbius (14. Juli–23. August) geleitet.<sup>32</sup> An ihr nahmen u.a. der Chemiker Dr. Oscar Jacobsen<sup>33</sup>, die Botaniker Dr. Paul Magnus (16. Juni–2. August) und Prof. Carl Jessen (2.–23. August)<sup>34</sup> sowie vier Ellerbeker Fischer teil, die unter den Matrosen der Kaiserlichen Marine ausgesucht worden waren.<sup>35</sup> Eine Teilnahme des Naturforschers Heinrich Flögel, die verschiedentlich angegeben wird<sup>36</sup>, konnte nicht verifiziert werden.

Als Hauptziele der Expedition wurden genannt:

- die Erforschung der Grenzen zwischen Nordsee- und Ostseewasser mit Hilfe von Salzgehalts-, Strömungs- und Temperaturmessungen sowie des Charakters von Flora und Fauna;
- die Untersuchung der gegenwärtigen und zukünftigen Fanggebiete in der Ostsee und deren physikalische und chemische Besonderheiten;
- die Erforschung der vertikalen Verteilung des tierischen und pflanzlichen Lebens in den Tiefs der Ostsee und deren hydrographische Bedingungen.<sup>37</sup>

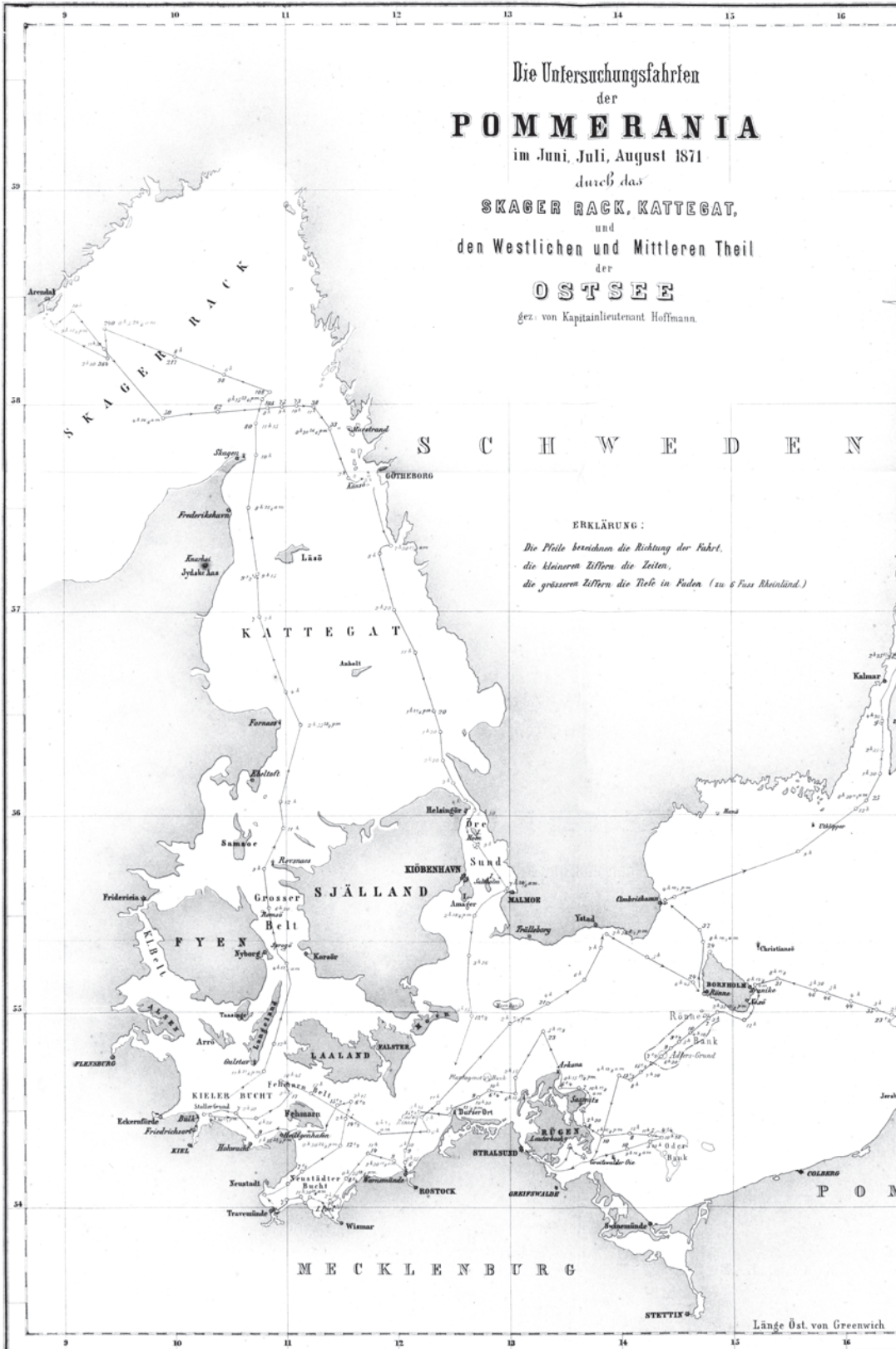
Die auf der Ostsee-Expedition eingesetzten Messgeräte für die physikalischen Größen sind z.T. von Meyer selbst entwickelt worden.<sup>38</sup> Für die Temperaturmessungen in der Tiefe wurde im Wesentlichen ein sogenanntes »träges Thermometer«, ein mit Hartgummi ummanteltes Thermometer, eingesetzt (Abb. 3a). Für größere Tiefen wurde das 1868 von Miller und Casella verbesserte Indexthermometer von Six verwendet.<sup>39</sup> Spezifisches Ge-

Die Untersuchungsfahrten  
der  
**POMMERANIA**

im Juni, Juli, August 1871

durch das  
**SKAGERACK, KATTEGAT,**  
und  
den Westlichen und Mittleren Theil  
der  
**OSTSEE**

gez. von Kapitänlieutenant Hoffmann.



**ERKLÄRUNG:**

Die Pfeile bezeichnen die Richtung der Fahrt.  
die kleineren Ziffern die Zellen,  
die grösseren Ziffern die Tiefe in Faden (zu 6 Fuss Rheinl.)

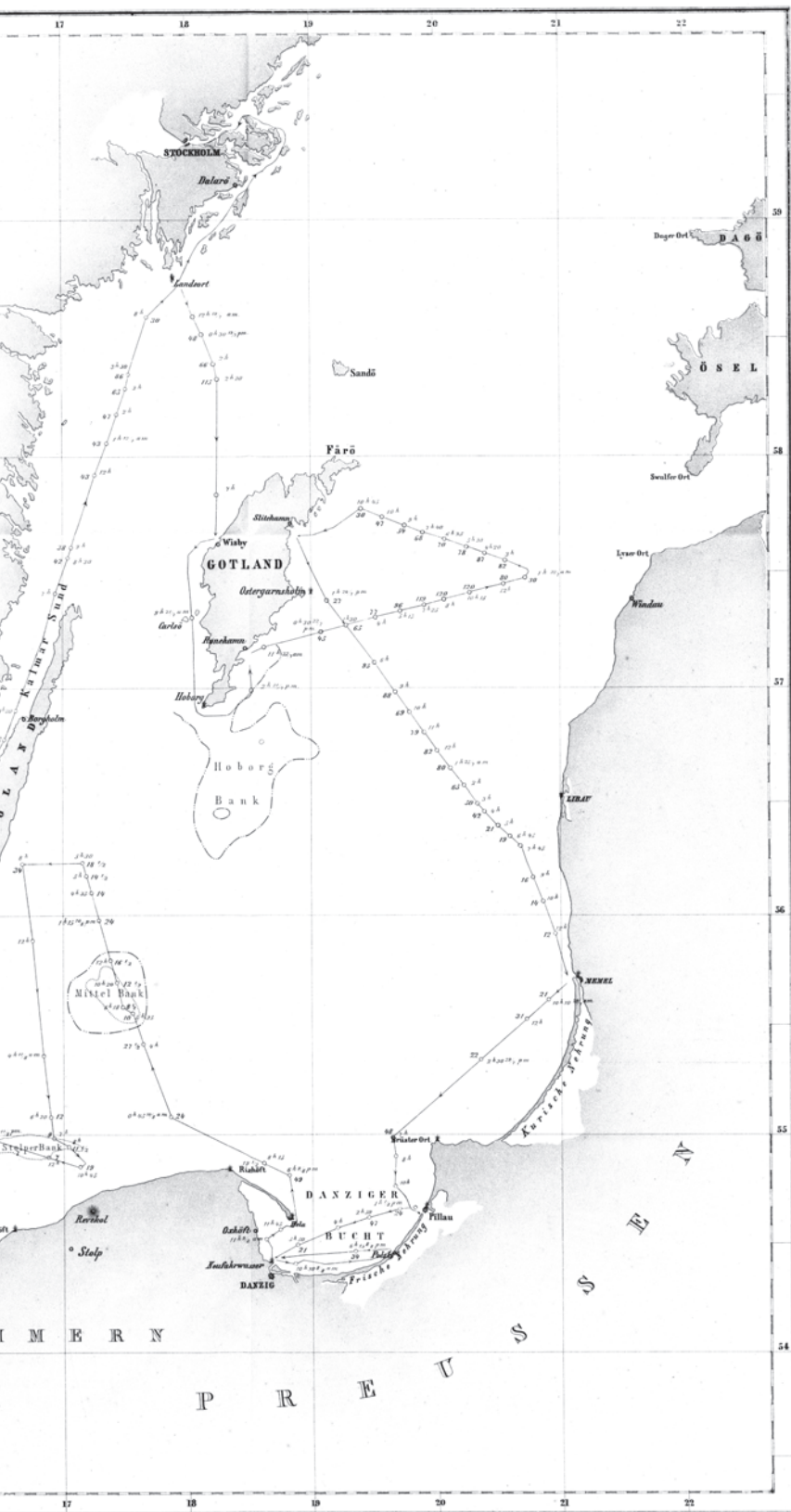


Abb. 2 Reiserouten des Dampfers POMMERANIA während der Ostsee-Expedition zwischen dem 21. Juni und 23. August 1871 sowie die durchgeführten ozeanographischen Schnitte und Stationen. (Aus: Meyer et al. 1873 [wie Anm. 22])

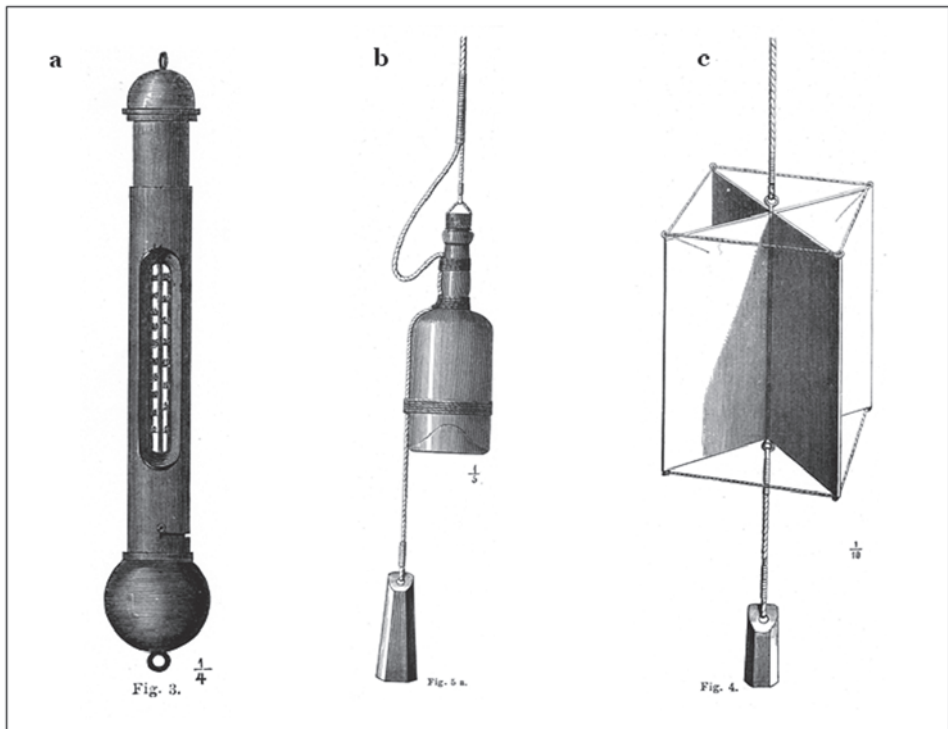


Abb. 3 Träges Thermometer (a), Wasserschöpfer für geringe Tiefen (b) und Strömungsmesser (c), entwickelt von H.A. Meyer (1871 [wie Anm. 31]) und genutzt auf der Ostsee-Expedition. (Aus: Karsten 1873 [wie Anm. 41])

wicht bzw. Salzgehalt wurden mithilfe eines Metall-Äröometers, aber auch durch chemische Analyse des Chlorgehaltes bestimmt.<sup>40</sup> Jacobsen hielt aufgrund des geringen Salzgehaltes der Ostsee die chemische Bestimmung als einzige Methode für dieses Seegebiet für zulässig. Als Schöpfer zur Gewinnung von Wasserproben für die chemischen Analysen aus geringen Tiefen diente eine Glasflasche (Abb. 3b) und für die Messung der Strömung wurde ein einfaches Stromkreuz aus Zinklech (Abb. 3c) verwendet.<sup>41</sup> Auf der gesamten Fahrt wurden die Tiefenlotungen per Hand vorgenommen.

Über erste Ergebnisse der Expedition berichteten Möbius und Jacobsen dem 1867 in Kiel gegründeten Verein für Geographie und Naturwissenschaft bereits im November 1871<sup>42</sup> bzw. im Januar 1872.<sup>43</sup> Ausführliche Berichte wurden von Meyer et al. in den Jahren 1872 und 1873 veröffentlicht.<sup>44</sup>

Hauptziel der physikalisch-chemischen Untersuchungen war wohl die Erforschung der Ausbreitungswege der Tiefeneinströme von Nordseewasser in die Ostsee und deren Auswirkungen in der Ostsee, denn es sollte untersucht werden, *welches Wasser ... durch Sund und Belte in die Ostsee überhaupt eintreten kann ... und ... der Verlauf der Verdünnung bis in das weite östliche Gotlandbecken.*<sup>45</sup>

Oscar Jacobsen war der Chemiker der Expedition. Er war vertraut mit der Analyse der im Meerwasser gelösten Salze und Gase und war auch für die hydrographisch-chemischen



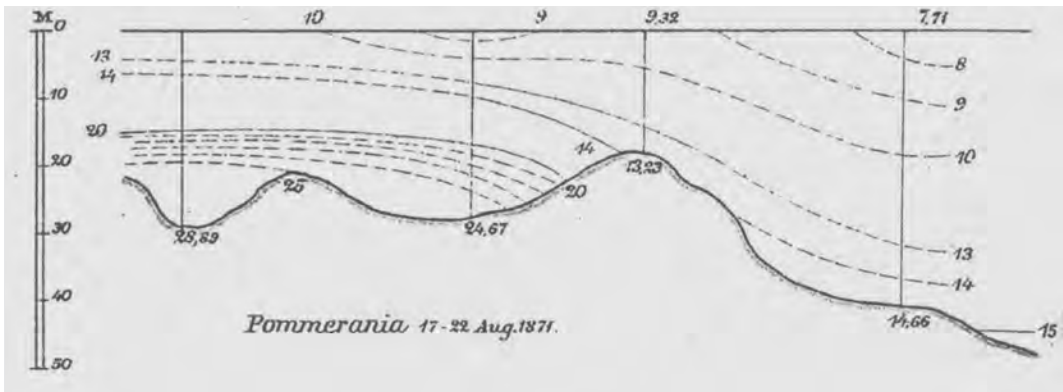


Abb. 4 Längsschnitt des Salzgehaltes (in ‰) zwischen Fehmarnbelt (links) und Arkonabecken, gemessen von der POMMERANIA im August 1871. (Aus: Ekman & Pettersson 1893 [wie Anm. 135], Tab. 4)

Beobachtungen zuständig. Die Expedition war erfolgreich, insbesondere was die hydrographischen Beobachtungen betraf. Zum ersten Mal gab es eine Übersicht über die thermohalinen Bedingungen der offenen Ostsee zwischen Kattegat und zentraler Ostsee. Jacobsen berichtete über die Salzgehaltsverteilung und die Strömungen in den dänischen Meeren und der Ostsee und informierte über die Versuche zur Analyse der Gase im Meerwasser.<sup>46</sup> Karsten analysierte die Beobachtungsdaten an den Küstenstationen.<sup>47</sup>

Die Salzgehaltsmessungen zeigten: *Die salzärmsten Wasserproben – mit 0,648 pCt. [%] Salz – wurden ... nordwestlich von Gotland geschöpft, während ... Wasser mit mehr als 3 pCt. sich nicht nur im Kattegat, sondern auch noch in der Tiefe der Belte und der Sundstrasse vorfand.*<sup>48</sup>

Die Beobachtungen während der ersten Probefahrt zeigten am 17. Juni im Großen Belt *die eingehende Unterströmung schwereren Wassers in besonders deutlicher Weise.*<sup>49</sup> *In der Cadettenrinne zwischen Darserort und Gjedser trafen wir am 7. Juli schon in 6 Faden<sup>50</sup> Tiefe auf einen starken südwestlichen, der Oberflächenströmung entgegenlaufenden Unterstrom. Das Wasser der Oberfläche enthielt 0.751 Proc., das aus 14 Faden vom Meeresgrunde geschöpfte ... 1.637 Proc. Salz. Bei einer späteren dortigen Messung (18. August) ... betrug der Salzgehalt an der Oberfläche 0.874, am Grund in 15 Faden Tiefe 2.467 Proc.*<sup>51</sup> Abbildung 4 zeigt die Salzgehaltsverteilung (in ‰) zwischen Fehmarnbelt und Arkonabecken im August 1871.

Die Resultate der Expedition zeigten über die weitere Ausbreitung des Salzwassers in der Ostsee: *tieferen Schichten salzreichen Wassers, wie sie besonders durch den grossen Belt und zeitweise ohne Zweifel auch durch den Sund eintreten, erstrecken sich bis weit in die Ostsee hinein – nur langsam durch allmähliche Mischung mit schwächerem Oberflächenwasser an Salzgehalt verlierend und im Allgemeinen den Rinnen der grössten Tiefen als vorgeschriebenen Strombetten folgend.*<sup>52</sup>

Die Untersuchung der hydrographischen Verhältnisse im Tiefenwasser des östlichen Gotlandbeckens ließen vermuten, dass die *vorherrschende Strömung ... des Tiefenwassers ... in diesem weiten östlichen Meerestheile ... der vorherrschenden Oberflächenströmung entgegengesetzt, d.h. ... von Südwest nach Nordost gerichtet sein muss, um durch solchen*

Zufluss immer wieder den Verlust auszugleichen, den das nördliche Tiefenwasser durch Abgabe von Salz an verdünntere Wasserschichten beständig erleidet.<sup>53</sup>

Basierend auf den Messungen der POMMERANIA fasste Karsten die Kenntnisse der damaligen Zeit über die hydrographischen Verhältnisse der Ostsee bereits 1874 in einem Übersichtsartikel zusammen<sup>54</sup> und ergänzte 1878<sup>55</sup> die grundlegenden Erkenntnisse: *in der Ostsee ... lässt sich ... eine Zunahme des specifischen Gewichtes von Oben nach Unten nachweisen. Da ein Abnehmen des Salzgehaltes vom atlantischen Ocean ... zur Ostsee ... von Westen nach Osten vorhanden ist, ... findet ... eine Bewegung des Wassers ... der Art statt, dass sich das schwerere Wasser unten ... von West nach Ost, das leichtere oben ... von Ost nach West bewegt.*<sup>56</sup> *In dem weitaus grössten Theile der Ostsee ... findet sich ein ... unter 1 Prozent bleibender Salzgehalt. Von Rügen ab westwärts nimmt derselbe stetig zu.*<sup>57</sup>

Bezüglich der Jahresschwankungen bemerkte er: *der kleine Salzgehalt der östlichen Abtheilung ist in den einzelnen Jahren viel geringeren Schwankungen unterworfen ..., als der grössere der westlichen Abtheilung. [...] In der westlichen Abtheilung unterscheiden sich einzelne Jahrgänge ... sehr wesentlich von einander.*

Über das Tiefenwasser schrieb Karsten: *der Unterschied zwischen Oberflächen- und Tiefenwasser ist ... im westlichen Becken bedeutender und namentlich treten grosse Verschiedenheiten sowohl der Jahreszeiten als der verschiedenen Jahre hervor ... bedingt durch den Bewegungsmechanismus des Wassers. [...] Sehr andauernde und intensive Westwinde können den abfliessenden Strom hemmen und den einflussenden salzreichen Unterstrom fördern. Dann wird nicht allein das gesamte westliche Ostseebecken mit ungewöhnlich salzreichem Wasser erfüllt werden, sondern dasselbe kann ... in den tieferen Wasserschichten viel weiter nach Osten vordringen.*<sup>58</sup>

Karsten, der 1875 eine Auswahl der auf den Probefahrten und der Hauptexpedition gemessenen Wassertemperaturen und spezifischen Gewichte publiziert hat, vermutete aus den Messungen bereits eine Stagnation des Tiefenwassers: *Es scheint ..., dass zuweilen salzreicheres Wasser weit ostwärts vordringen und sich dann in den Tiefen lange zu erhalten vermag [...] und dass ... nur selten, vielleicht in Folge sehr andauernder Westwinde, schweres, wärmeres, von Westen stammendes Wasser jene kalten Wassermassen verdrängt wird.*<sup>59</sup> Bei Landsort südlich von Stockholm wurden z.B. am 19. Juli 1871 in etwa 215 m Tiefe (115 Faden; die größte Tiefe, aus der während der Expedition Wasser geschöpft wurde) ein Salzgehalt von rund 10 ‰ und eine Temperatur von 0,8 °C gemessen.

Karsten konnte allerdings die heute als »Baltisches Zwischenwasser« bekannte Tiefenschicht, in der die Temperaturen des vergangenen Winters gewissermaßen konserviert sind, noch nicht deuten, obwohl die Messungen *schon in Tiefen von 10 bis 15 Faden ... bei geringer Verschiedenheit des Salzgehaltes Temperaturdifferenzen gegen die Oberfläche von 6 ° bis 8 °* zeigten.<sup>60</sup> Dagegen erkannte er aus den Messungen in der westlichen Ostsee bereits den Weg des einströmenden, schweren Tiefenwassers über den Fehmarnbelt entlang der mecklenburgischen Küste durch das Bornholmshgat in die östliche Ostsee. Auch den sommerlichen, bei windschwachem Wetter auftretenden Einstrom von salzreichem Tiefenwasser konnte er anhand der Messungen identifizieren: *Es kann also das Nordseewasser im Unterstrom ohne starke Verdünnung vom grossen Belt her ziemlich weit nach Osten gelangen.*<sup>61</sup>

Diese Ergebnisse der physikalischen Untersuchungen während der Ostsee-Expedition machen deutlich, dass durch die Messungen zum ersten Mal das grundlegende Regime des

Salzwassereinstroms, der generelle Transportweg des eingeströmten Wassers und eine mögliche Stagnation des Tiefenwassers erkannt wurden.<sup>62</sup>

Die von Jacobsen durchgeführten Gasanalysen waren nicht zufriedenstellend, hauptsächlich wegen der ungeeigneten Wasserschöpfer.<sup>63</sup> Deshalb entwickelte er zusammen mit Heinrich Behrens einen speziellen Kautschuk-Wasserschöpfer zur Probenahme für die Analyse der Gase im Meerwasser.<sup>64</sup> Dieser Wasserschöpfer arbeitete erfolgreich auf der Nordsee-Expedition der POMMERANIA im Jahre 1872 und wurde von dem englischen Chemiker John Young Buchanan (1844–1925) auch auf der britischen CHALLENGER-Expedition 1872–1876 genutzt.<sup>65</sup>

Die Untersuchungen der Proben vom Meeresgrund wurden von Heinrich Behrens durchgeführt.<sup>66</sup> Sie erfolgten vorwiegend qualitativ und waren *auf mikroskopische Beobachtung mineralogischer und petrographischer Kennzeichen, sowie auf mikrochemische Reaktionen* gerichtet.<sup>67</sup> Es wurden insgesamt 67 Grundproben genommen (davon sechs Proben auf der Probefahrt im Juni ins Übergangsgebiet; 61 Proben auf der Hauptexpedition). Die Ergebnisse der Untersuchungen, die im Einzelnen von Behrens beschrieben wurden, zeigten z.B., dass im Gehalt an kohlensaurem Kalk (Kalziumkarbonat, CaCO<sub>3</sub>) ein großer Unterschied zwischen dem westlichen und östlichen Teil der Ostsee besteht.

Die botanischen Untersuchungen wurden von Paul Magnus (Übergangsgebiet, westliche und zentrale Ostsee), Carl Jessen (Danzig – Kiel) und Heinrich Flögel (Diatomeen) durchgeführt. Magnus hat die in den verschiedenen Seegebieten angetroffenen Pflanzen und deren Auftreten beschrieben<sup>68</sup> sowie eine systematische Aufzählung der gesammelten Pflanzen und ihrer Fundorte angefügt.<sup>69</sup> Er konstatierte aus den Untersuchungen: Die marinen Pflanzen, für die *das eigentliche Meerwasser ihr natürliches Medium ist, bilden den grössten Theil der Flora der inneren Ostsee, in der sie allmählig wegen geringen Salzgehalts verkümmern ... so dass man den grössten Theil der marinen Flora der Ostsee als eine Ausstrahlung der Nordseeflora betrachten muss.*<sup>70</sup>

Jessen<sup>71</sup> hat in der südlichen Ostsee vor allem die an aufgefischten Steinen, Pfählen und Muschelschalen haftenden Algen untersucht und dadurch das exakte Gebiet für die Algen bestimmen können. Nach Meinung von Jessen war *die botanische Aufgabe der Expedition, die Verbreitungsgrenzen der bekannten Arten, sowie das Auftreten neuer Arten kennen zu lernen.*<sup>72</sup> Für die als *Recognoscirungsfahrt* charakterisierte Expedition konnte allerdings *nur eine allgemeine Orientirung über die Verbreitung der gewöhnlichsten Arten erwartet werden.*<sup>73</sup>

Flögel<sup>74</sup> untersuchte die Diatomeen – eine Untergruppe der Kieselalgen (Diatomeen) – in den gesammelten Grundproben.<sup>75</sup> Die meisten Proben enthielten fast keine Diatomeen, nur eine Probe aus dem Kattegat und die Proben aus dem Hafen von Arendal enthielten eine Vielzahl von Exemplaren.

Die Untersuchung der Fauna der Ostsee stand unter der Leitung von Karl Möbius.<sup>76</sup> An der Auswertung der Untersuchungen haben neben ihm die Zoologen Prof. Ernst Haeckel aus Jena und Prof. Oscar Schmidt aus Straßburg (Schwämme [Spongien]), Dr. Otto Bütschli (Fadenwürmer [Nematoden]) und Prof. Carl Kupffer aus Kiel (Manteltiere [Tunicaten]) mitgearbeitet.

Auf den beiden Vorexpeditionen im Juni und auf der Hauptexpedition wurden insgesamt 172 Netzzüge durchgeführt.<sup>77</sup> Dabei wurden 200 Arten an wirbellosen Tieren (ohne Wurzelfüßer und Infusionstiere) gefangen. Abbildung 5 zeigt einige Beispiele der gefundenen Manteltiere. Die wichtigste Aufgabe der Expedition in Bezug auf die Fauna bestand in der Schaffung einer Übersicht der bis dahin in der Ostsee gefundenen Tiere und ihrer Verbreitung. Es sind auch eine ganze Reihe neuer Tiere gefunden worden. In einem systematischen Verzeichnis<sup>78</sup> sind 241 Arten zusammengestellt, bei denen jeweils Fundort, Tiefe und Grundbeschaffenheit angegeben sind. Bei den Untersuchungen stellte Möbius fest, dass die Ostsee auch faunistisch durch eine scharfe Grenze westlich von Rügen in ein westliches und ein östliches Becken geteilt ist. *Im östlichen Becken der Ostsee verkümmern die Thiere noch weit mehr, als im westlichen.*<sup>79</sup> Von den gesamten identifizierten Arten sind 216 in der westlichen und nur 69 Arten in der östlichen Ostsee gefunden worden.

Eine spezielle Aufgabe der Expedition waren der Fischfang sowie die Untersuchung und die Beobachtung von Fischen, worüber Victor Hensen berichtet hat.<sup>80</sup> Die Expedition war für diesen Zweck gut mit Fanggerät wie Netzen, Treibgarnen, Fischangeln und Körben ausgerüstet. Der Fischfang war aber wenig befriedigend und die Ausbeute sehr gering. Von Nachteil war, dass die POMMERANIA selbst nicht zum Fischen genutzt werden konnte, da die Maschinenkraft zum erfolgreichen Schleppen der Netze nicht ausreichte. Insgesamt wurde nur an 13 Tagen Fischfang versucht, meist mit dem Schleppnetz und von Booten aus. Zusätzlich wurde für die Untersuchungen auch Fisch auf Märkten angekauft und das Angebot der Märkte in den angelaufenen Häfen analysiert. Es war für diese Expedition *im Interesse der Fischerei selbst wichtiger, die allgemeinen Verhältnisse des Meeres zu studiren*, bemerkte Hensen.<sup>81</sup>

Was die Fische selbst anbetraf, schrieb Möbius: *Wo Heerden von Nahrungsthieren auftreten, da sammeln sich in der Regel auch Heerden von Fischen. Die Heringe gehen den Copepoden [Ruderfußkrebse] nach, und den Heringen folgen die Dorsche (Gadus morrhua).*<sup>82</sup> *Von den befischten Bänken waren der südliche Theil der Mittelbank, der Südrand der Stolper- und die Oderbank arm an Pflanzen und kleinen Thieren; sie können daher als Fischgründe nur geringe Bedeutung haben.*<sup>83</sup> *Vor der preussischen Küste haben wir von 10 bis 50 Faden Tiefe eine ziemliche Zahl von Thieren, die Fischnahrung darbieten können, gefunden. [...] Vor der pommerschen Küste fanden wir auf 8–24 Faden Tiefe die Flora und Fauna ähnlich wie vor der preussischen Küste.*<sup>84</sup>

Im Ergebnis der biologischen Untersuchungen *ergab sich übereinstimmend mit den physikalischen Grundlagen im Allgemeinen ein erheblich grösserer Formenreichtum des westlichen Theiles und eine geringere Formenmannigfaltigkeit des östlichen Theiles der Ostsee. In der östlichen Ostsee ergaben die Versuche mit dem Schleppnetz wiederholt eine auffallende Armuth an Pflanzen und Thieren.*<sup>85</sup>

Aus den Ergebnissen der Expedition folgte die Kieler Kommission *für die Fortführung der Untersuchungen, ... das Netz der festen Beobachtungsstationen weiter auszudehnen, ... wo ein reiches organisches Leben sich entfaltet, ... um über die grösseren Schwankungen der physikalischen Verhältnisse in Verbindung mit dem Wechsel der organischen Formen genauere Daten zu erhalten. [...] Für die biologischen Untersuchungen müssen die Objecte der Untersuchungen, die zweckmässige Zeit und der beste Ort zur Anstellung derselben erst durch fortgesetzte Beobachtungen ermittelt werden.*<sup>86</sup>

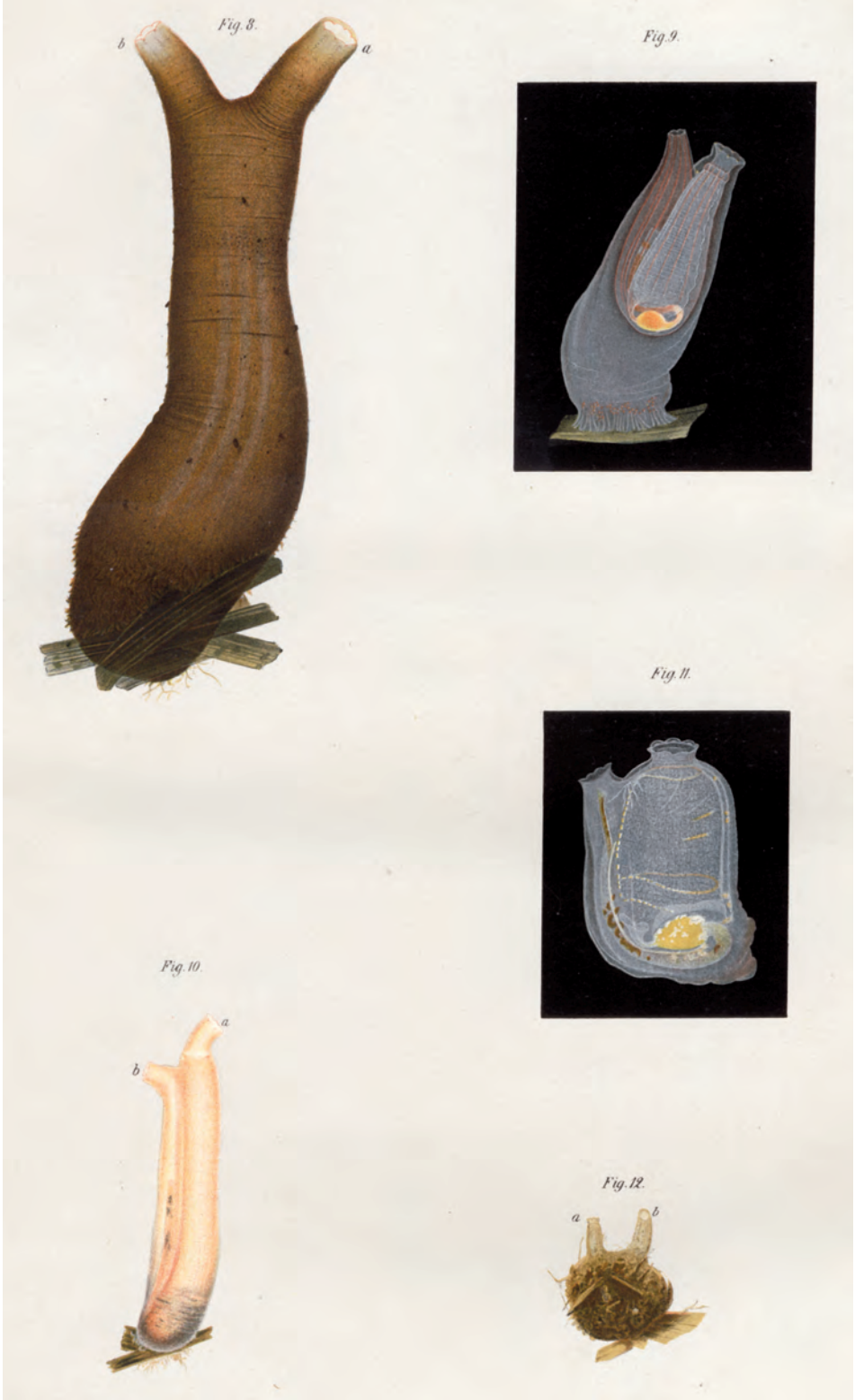


Abb. 5 Beispiele für die während der Ost- und Nordsee-Expedition gefundenen Manteltiere (Tunicata). (Aus: Meyer et al. 1875 [wie Anm. 99], Zoologie, Tafel V)

Die Kieler Kommission schrieb im Generalbericht über die Ostsee-Expedition: *Die ... Expedition ... sollte ... nicht mehr sein als eine Recognoscirungsfahrt, um einen Blick über das ganze Forschungsgebiet zu werfen und die bathymetrischen, chemisch-physikalischen und biologischen Verhältnisse desselben cursorisch zu prüfen, besonders aber um sichere Anhaltspunkte für weitere wissenschaftliche Untersuchungen ... zu finden.*

Die Kommission empfahl: *Wenn ... die biologischen Untersuchungen zu einer klaren Einsicht in die Lebensverhältnisse der Fische führen sollen, so ist es unerlässlich, dieselben in den verschiedenen Gebieten unserer Meere durch alle Jahreszeiten fortzusetzen.* Darüber hinaus wurde dem preußischen Minister für landwirtschaftliche Angelegenheiten empfohlen: *Erst durch eine wissenschaftliche Erforschung der Nordsee werden wir auch eine befriedigende Grundlage zur Erklärung der Eigenschaften des baltischen Meeres erlangen können.*<sup>87</sup>

Im Kern entsprechen die Empfehlungen von Meyer<sup>88</sup> aus dem Jahre 1870 und diese Schlussfolgerungen bereits den Grundgedanken eines Monitorings.

## Die Nordsee-Expedition 1872

Im Generalbericht der Kieler Kommission vom 21. Oktober 1871 über die Ostsee-Expedition war bereits empfohlen worden, *schon im Sommer 1872 von Mitte Juli an eine der diesjährigen Expedition entsprechende, allgemeine Untersuchungsfahrt in die Nordsee zu unternehmen.*<sup>89</sup>

Auch für die Nordsee-Expedition stellte die Kaiserliche Marine den Raddampfer POMMERANIA zur Verfügung, der wieder unter dem Kommando von Kapitänleutnant Rudolf Hoffmann stand.<sup>90</sup> Das Schiff wurde am 11. Juli 1872 in Kiel für die Expedition in Dienst gestellt.<sup>91</sup> Im Befehl der Admiralität vom 17. Juli an den Kommandanten stand u.a., *dies Unternehmen nach besten Kräften zu leiten und zu unterstützen.* Beim Anlaufen fremder Häfen sollte er sich den dortigen Behörden vorstellen *sowie denselben den Zweck Ihrer Expedition mittheilen.* Auf der Reise *wollen Sie möglichst Kohlen sparen, die Ergänzung derselben im Auslande durch die Consuln vornehmen und Ankäufe von Materialien wenn irgend angängig, ganz vermeiden.*<sup>92</sup>

Nach Probefahrt und Deviationsbestimmung am 20. Juli in der Kieler Förde lief die POMMERANIA am 21. Juli zur Nordsee-Expedition aus. Die Reise ging zunächst durch den Großen Belt, Kattegat und Skagerrak entlang der norwegischen Küste bis Bergen (vgl. Abb. 6), von dort aus quer durch die nördliche Nordsee nach Schottland. Vom 8.–14. August lief die POMMERANIA den Hafen Leith bei Edinburgh an<sup>93</sup>, wo *die Naturforscher mit den Gelehrten Edinburgs in Verbindung traten, von welchen einer, Professor Thompson, noch in diesem Jahre mit der »Challenger« die Englische Expedition zur Erforschung des Atlantischen Oceans leiten wird.*<sup>94</sup> In Edinburgh trafen die Teilnehmer der Nordsee-Expedition auch John Young Buchanan, den Chemiker der CHALLENGER-Expedition. Buchanan ließ sich die Untersuchungen und die neuen chemischen Messanordnungen auf der POMMERANIA persönlich erläutern.<sup>95</sup> Auf der CHALLENGER-Expedition nutzte er später einige dieser Analysemethoden und auch den Wasserschöpfer von Meyer (vgl. Abb. 7). Von Leith aus führte die Route der POMMERANIA über die Doggerbank nach Yarmouth, durch die südliche Nordsee entlang der holländischen, deutschen und dänischen Küste in Richtung Skagerrak und durch den Kleinen Belt zurück nach Kiel. Eine Karte der Reiseroute der Nordsee-Expe-

dition zeigt Abbildung 6. Der Kommandant hat den Fahrtablauf in einem ausführlichen Bericht vom Oktober 1872 an die Kaiserliche Admiralität dargelegt.<sup>96</sup>

Meyer hat die Fahrt unter ozeanographischen Gesichtspunkten erläutert<sup>97</sup> und dem Naturwissenschaftlichen Verein für Schleswig-Holstein bereits im November 1872 über erste Ergebnisse berichtet.<sup>98</sup> Ausführliche Berichte über die Ergebnisse der Nordsee-Expedition wurden von Meyer et al. im Jahre 1875 veröffentlicht.<sup>99</sup>

Nach der erfolgreichen ersten Expedition der Kieler Kommission in die Ostsee hatte sich der Ruf der ältesten Institution dieser Art in Europa weiter gefestigt, so dass an der Nordsee-Expedition – wie aus dem Bericht des Kommandanten hervorgeht<sup>100</sup> – neben den Kommissionsmitgliedern Heinrich Adolph Meyer, Karl Möbius und Victor Hensen auch wieder Oscar Jacobsen teilnahm. Darüber hinaus gehörten so bekannte Fachleute wie die Zoologen Franz E. Schulze und August Metzger, der bereits an der Ostsee-Expedition beteiligte Botaniker Paul Magnus sowie zwei Hilfsarbeiter zu den Teilnehmern. An der Auswertung beteiligten sich Oscar Schmidt und Carl Kupffer sowie die damaligen Assistenten von Karl Möbius, Otto Bütschli und Friedrich Heincke.<sup>101</sup>

Der Hauptzweck der Nordsee-Expedition bestand in der Untersuchung der physikalischen und chemischen Verhältnisse sowie der Erforschung der wirbellosen Tiere.

An Messgeräten standen der Expedition gewöhnliche Thermometer für die Messung der Temperatur an der Oberfläche und Miller-Casella-Thermometer für die tieferen Schichten zur Verfügung.<sup>102</sup> Alle Wasserproben zur Bestimmung des spezifischen Gewichts und für die Gasanalysen<sup>103</sup> wurden mit dem von Meyer speziell für diese Fahrt entwickelten Wasserschöpfer (Abb. 7) entnommen. Zur Bestimmung des Salzgehalts wurden – anders als bei der Ostsee-Expedition – die empfindlicheren Glas-Aräometer benutzt, die nach Vorgaben von Meyer durch J.G. Greiner jun. in Berlin gefertigt wurden. Die Strömungen wurden wieder mit dem einfachen, schon bei der Ostsee-Expedition verwendeten Stromkreuz (vgl. Abb. 3c) bestimmt. Für die Tiefenlotungen kam eine Dampfwinde zur Anwendung, mit der auch die Thermometer und Wasserschöpfer gefiert und sämtliche Schleppnetzuntersuchungen durchgeführt wurden. Dadurch war es möglich, während der Fahrt mindestens 700–800 Tiefenbeobachtungen durchzuführen.

Obwohl die Untersuchungen der POMMERANIA hauptsächlich die Küstengewässer betrafen, lieferten die Ergebnisse der Expedition doch den ersten einheitlichen Überblick über die physikalischen Verhältnisse (wie Temperatur, spezifisches Gewicht und Strömungen) in der sommerlichen Nordsee. Die hydrographisch-chemischen Untersuchungen wurden von Meyer<sup>104</sup> und Jacobsen<sup>105</sup> durchgeführt. Der Bericht enthält ein ausführliches »Physikalisches Journal«, in dem die Messungen an den 255 Stationen (Ozeanographie: Wassertemperatur, spezifisches Gewicht, Salzgehalt, Strömung; Wetterbedingungen: Bewölkung, Lufttemperatur, Wind) zusammengetragen sind. Während der Expedition wurden mehr als 600 Wassertemperaturen gemessen und mehr als 500 Bestimmungen des spezifischen Gewichts durchgeführt.<sup>106</sup>

Die hydrographischen Untersuchungen im Skagerrak während der Ostsee- und Nordsee-Expeditionen gehören zu den ersten größeren Forschungen in diesem Seegebiet. Davor hatte lediglich der schwedische Ozeanograph Fredrik Laurentz Ekman (1830–1890) in den Jahren 1868 und 1869 spezielle Untersuchungen der Hydrographie im Ostteil vor der Küste Bohuslän vorgenommen.<sup>107</sup>

# KARTE

von

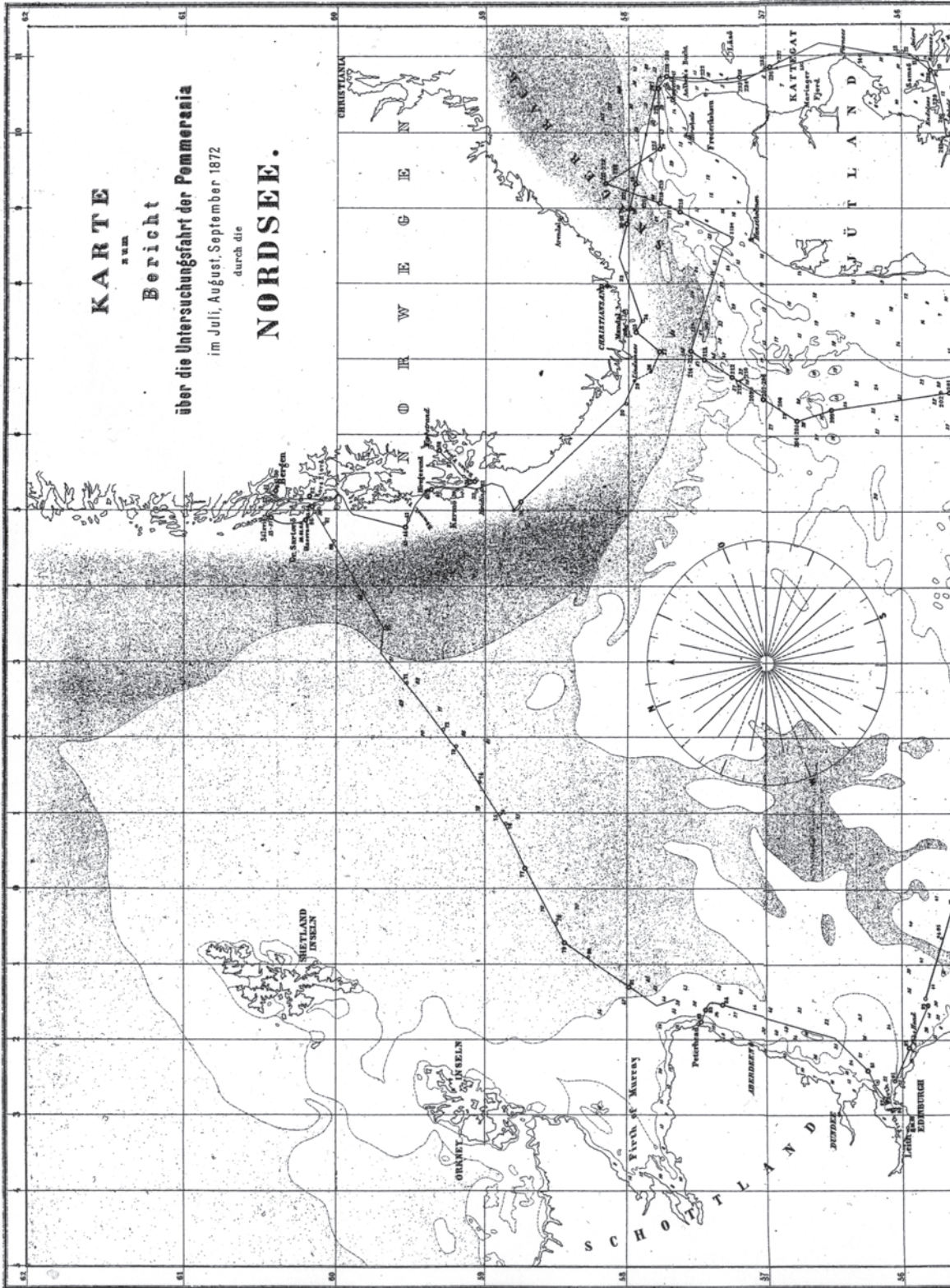
## Bericht

über die Untersuchungsfahrt der *Pemmeria*

im Juli, August, September 1872

durch die

## NORDSEE.





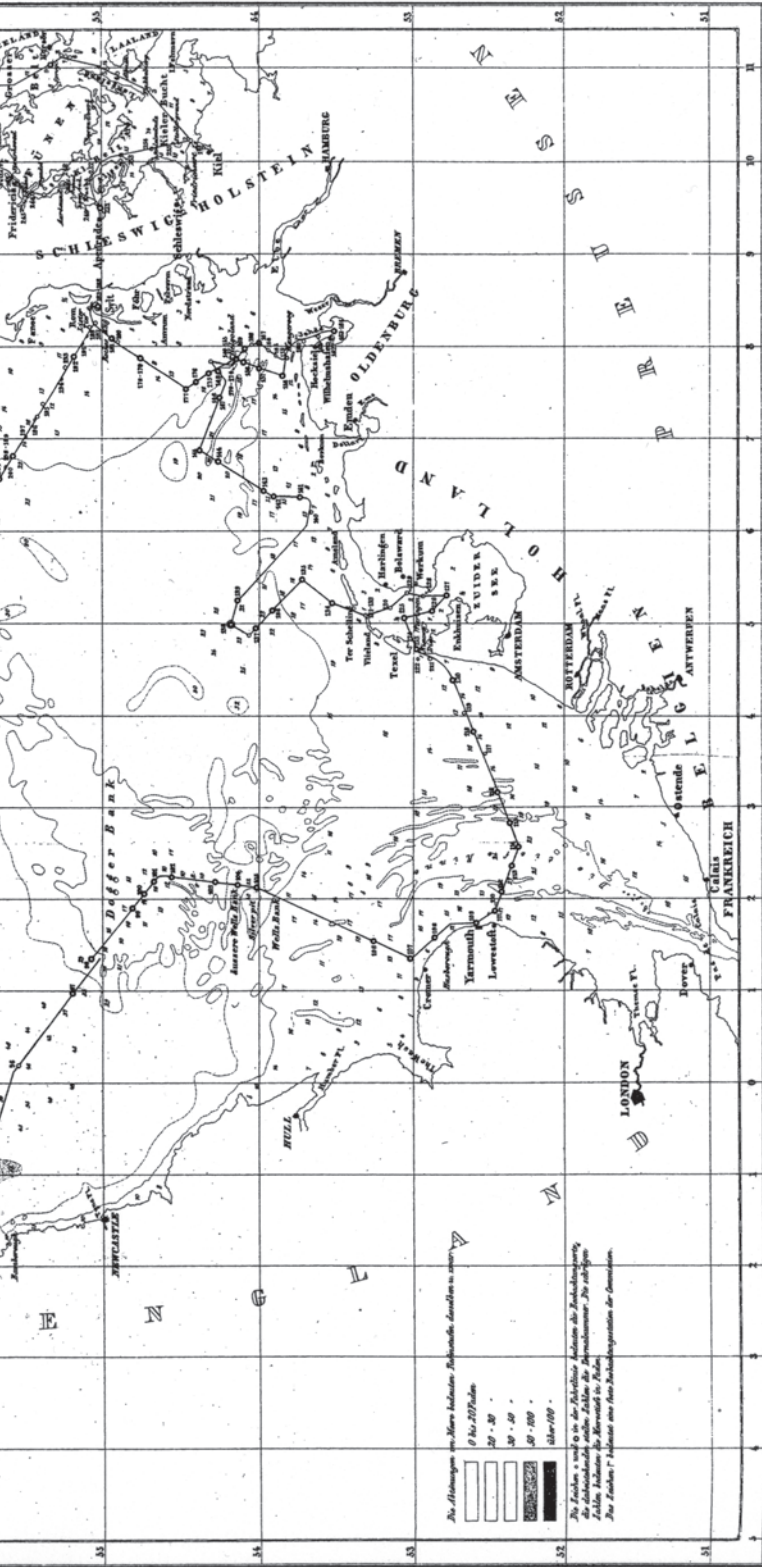


Abb. 6 Reiseroute des Dampfers POMMERANIA während der Nordsee-Expedition zwischen dem 21. Juli und 9. September 1872 sowie die ozeanographischen Beobachtungsstationen. (Aus: Meyer et al. 1875 [wie Anm. 99])

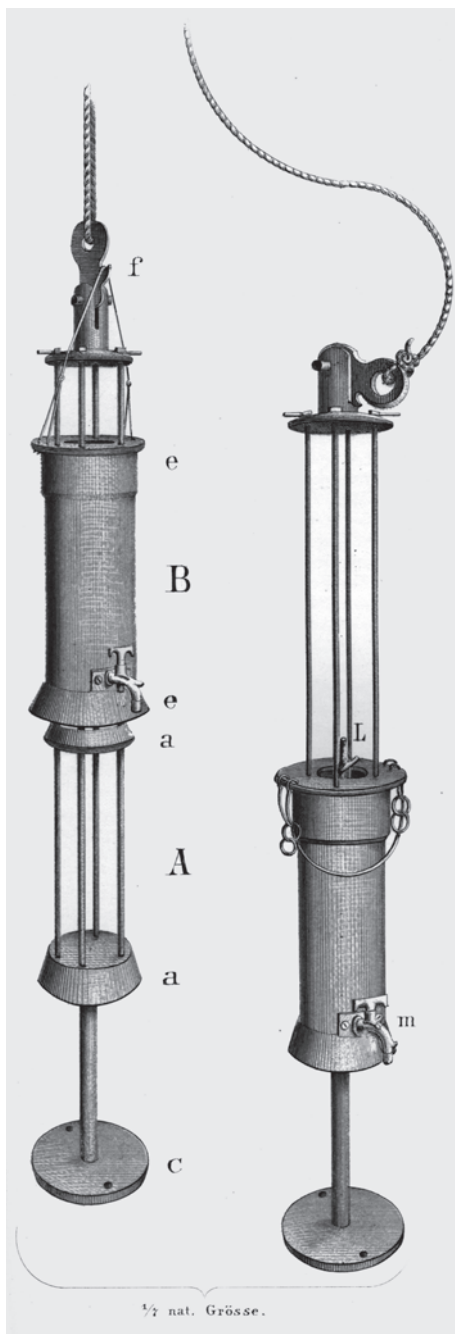


Abb. 7 Auf der Nordsee-Expedition genutzter Wasserschöpfer zur Gewinnung von Wasserproben aus größeren Tiefen, entwickelt von H.A. Meyer. (Aus: Meyer 1875 [wie Anm. 97], Tafel I, Ausschnitt)

Die Untersuchungen der POMMERANIA zeigten bereits die prinzipiellen sommerlichen Strömungsverhältnisse im Skagerrak. Während die Oberflächenströmungen im Skagerrak durch Schiffsbeobachtungen bekannt waren, konnte ein Strömungsprofil an der Grenze zwischen Skagerrak und Nordsee gemessen werden: Unter der norwegischen Küste bei Lindesnes setzte der Strom am 25. Juli 1872 in einer höchstens 87 m (46 Faden<sup>108</sup>) mächtigen Schicht in die Nordsee. Die heute als »Baltischer Strom« bekannte, sommerlich warme (16–20 °C), salzarme (23–27 ‰) Oberflächenströmung aus der Ostsee erreichte nur rund 7 m (4 Faden) Mächtigkeit, während in größeren Tiefen warmes (12–15 °C), aber salzreiches Wasser (30,7–34,6 ‰) aus dem Skagerrak nach Westen setzte. In rund 190 m Tiefe (100 Faden) strömte salzreiches (35,5 ‰) kaltes Wasser (5–6 °C) ins Skagerrak. Auf der Südseite des Skagerraks wurde am 7. September ein in Richtung Kattegat setzender Strom salzreichen Wassers (32,4–35,2 ‰) – heute als Jütlandstrom bekannt – gefunden, wovon wohl ein Teil wieder in die Nordsee strömte.<sup>109</sup>

Durch die Messungen im Skagerrak sind – trotz der bescheidenen messtechnischen Ausrüstung der Expedition – erstmalig Erkenntnisse über die grundlegende vertikale Struktur der Wasserkörper und ihre Hauptströmungsrichtungen im Sommer erzielt worden. Wie weit der Einfluss des sommerlichen Baltischen Stromes entlang der norwegischen Küste nach Norden reichte, konnte allerdings nicht ermittelt werden. Bei Bergen war der Einfluss jedoch noch deutlich. Es konnte festgestellt werden, *dass der Salzgehalt im Allgemeinen vom Skager Rak nach Norden (durch Vermischung des angesüßten Wasserstromes mit dem schweren Wasser) zunimmt. [...] Was die tieferen Wasserschichten betrifft, so ergibt sich, dass die Temperatur von der Oberfläche abwärts sehr schnell abnimmt, dass eine Aussüßung von Belang*

*und verbunden mit höheren Temperaturen nur bis etwa 10 Faden tief vorkommt, ... dass endlich in Tiefen über 50 Faden stets eine geringe Wärme von 5 ° bis 6 ° ... gefunden wurde.*<sup>110</sup>

Anhand des gewonnenen Beobachtungsmaterials versuchte Meyer auch *ein zusammenhängendes Bild der Temperaturen, des spezifischen Gewichts, der Strömungen in der Nordsee zu entwerfen.*<sup>111</sup> In Abbildung 8 sind die Beobachtungen der Temperatur und des spezifischen Gewichts in Abhängigkeit von der Tiefe entlang der Reiseroute (vgl. Abb. 6) aufgetragen. Die heute bekannten Unterschiede zwischen nördlicher und südlicher Nordsee zeigen sich trotz des lückenhaften Beobachtungsmaterials deutlich. Während die nördliche Hälfte im Sommer sowohl thermisch als auch halin – insbesondere im Bereich der Norwegischen Rinne – geschichtet ist, treten in der südlichen Hälfte nur geringe Unterschiede zwischen Oberfläche und Meeresgrund auf. Zusammenfassend konstatierte Meyer, *dass die auf unserer Fahrt an den verschiedenen Punkten der Nordsee beobachteten starken Verschiedenheiten des Wassers ... hinreichend beachtenswerth seien, um zu vielseitigen dauernden Beobachtungen aufzufordern, die erst zu einer genauen Kenntniss der verwickelten Bewegungsgesetze führen können, von denen die physikalischen Eigenschaften der Nordsee abhängig sind.*<sup>112</sup>

Noch vor Beginn der Expedition in die Nordsee berichtete Oscar Jacobsen in der »Nature« zum ersten Mal über seine Erfahrungen mit der Analyse von Gasen im Meerwasser während der Ostsee-Expedition und seine Schlussfolgerungen für die Bestimmung der Kohlensäure.<sup>113</sup> Auf der Nordsee-Expedition trennte er die Bestimmung der Kohlensäure von der des Sauerstoffs und Stickstoffs und entwickelte eine neue Methodik zur Gewinnung und Aufbewahrung der gesammelten Gasproben an Bord sowie zu deren Analyse.<sup>114</sup> Die von ihm für diese Expedition entwickelten Methoden der Gasanalyse brachten ihm internationale Anerkennung.<sup>115</sup> Jacobsen gebührt auch das Verdienst, auf der POMMERANIA die ersten systematischen Untersuchungen des CO<sub>2</sub>-Gehaltes der Nordsee gemacht zu haben.<sup>116</sup>

Insgesamt 73 Gasproben hatte Jacobsen auf der Nordsee-Expedition gesammelt, wovon 24 aus dem Oberflächenwasser stammten. Die Oberflächenproben *waren unter den verschiedensten Verhältnissen geschöpft, zu verschiedenen Tageszeiten, bei Sonnenschein und bei Nebel- und Regenwetter, bei ruhiger See und bei ... heftigem Seegang.*<sup>117</sup> Die von ihm mit Bezug auf gelöste Luft gefundenen Extremwerte im Oberflächenwasser zeigten beim Sauerstoffgehalt mit 34,14 % und 33,64 % sowie beim Stickstoffgehalt mit 65,86 % bzw. 66,36 % nur sehr geringe Schwankungsbreiten.<sup>118</sup> Die ermittelten Sättigungswerte im Sauerstoffgehalt waren überraschend genau und wiesen nur geringe Abweichungen (wenige Prozent) von den aus Temperatur und Salzgehalt berechneten Werten auf.<sup>119</sup> Im Vergleich zum Oberflächenwasser fand er im Tiefenwasser entweder den gleichen oder einen geringeren Sauerstoffgehalt.

Aus den relativ wenigen Proben hat Jacobsen doch schon einige grundlegende Erkenntnisse über den Sauerstoffgehalt im Tiefenwasser der Nordsee ableiten können: *Als allgemeineres Ergebnis lässt sich hervorheben, dass im südlichen Theile der Nordsee, wo ... die grössten Tiefen kaum über 50 Meter hinausgehen, der Sauerstoffgehalt in der Tiefe entweder gar nicht, oder nur sehr wenig unter den der Oberfläche hinabstieg.*<sup>120</sup>

Der schwedische Ozeanograph Otto Pettersson (1848–1941) berichtete später über die



Bedeutung der Ergebnisse der Nordsee-Expedition der POMMERANIA in Bezug auf die im Meerwasser gelöste Luft: *Since the time of the second German Expedition in the Pommern in 1872, the determination of the gaseous matter held in solution by sea-water has become a work of the highest importance in hydrographic research. Dr. O. Jacobsen, the chemist of that expedition, proved by a number of exact analyses that the quantities of atmospheric gases, nitrogen and oxygen, absorbed in sea-water are by no means dependent upon the pressure to which the water is exposed in situ but solely upon the circumstances, i.e. the temperature and barometric pressure, under which the water was saturated with air the last time it was at the surface in contact with the atmosphere.*<sup>121</sup>

Die Diatomaceen in den Grundproben bearbeitete Adolf Schmidt aus Aschersleben. Der erste Teil seiner Untersuchungen wurde 1875 veröffentlicht und in drei Tafeln zusammengefasst.<sup>122</sup> Als Beispiel für die Darstellung der Ergebnisse ist hier Abbildung 9 wiedergegeben.

Die botanischen Untersuchungen wurden von Dr. Paul Magnus aus Berlin durchgeführt. Die Proben wurden mit dem Schleppnetz gefischt oder direkt im Gezeitenbereich der Küsten, an den Schären oder in Häfen untersucht. Er schilderte den Pflanzenwuchs in den einzelnen untersuchten Seegebieten und gibt eine Aufzählung der gesammelten Pflanzen.<sup>123</sup> Ein Beispiel für die gefundenen Pflanzen gibt Abbildung 10.

Die Ergebnisse der zoologischen Untersuchungen nehmen mit mehr als 200 Seiten den größten Teil des Expeditionsberichtes ein.<sup>124</sup> An der Auswertung hat eine ganze Reihe bekannter Zoologen mitgearbeitet.<sup>125</sup> Die Ergebnisse wurden hauptsächlich in tabellarischer Form unter Angabe von Fundort und Grundbeschaffenheit mitgeteilt. Einige Tafeln zeigten Bilder ausgewählter Arten, von denen hier die Bilder der Schwämme (Abb. 11) und Manteltiere (vgl. Abb. 5) wiedergegeben sind.

Was die Fische anbetraf, waren weder die erforderliche Zeit zum Fangen noch die geeigneten Geräte an Bord. Deshalb wurden nur die gelegentlich in die Schleppnetze gelangten oder die von Fischern gekauften Exemplare untersucht.<sup>126</sup>

## Schlussbetrachtungen

Die Expeditionen der POMMERANIA in die Ost- und Nordsee repräsentieren die Anfänge interdisziplinärer Zusammenarbeit unter den am Meer interessierten deutschen Wissenschaftlern. Physiker, Chemiker und Biologen arbeiteten an dem Ziel, die hydrographisch-chemischen Bedingungen für die Entwicklung der marinen Flora und Fauna im Interesse der Fischerei zu erforschen. Die Untersuchungen brachten z.T. grundlegende Erkenntnisse und erstmalig einen einheitlichen Überblick über die sommerlichen ozeanographischen und biologischen Verhältnisse dieser beiden Schelfmeere. Die im Jahresabstand aufeinander folgenden Expeditionen geben einen deutlichen Hinweis darauf, dass die Initiatoren der

Abb. 8 (linke Seite) Längsschnitte durch die nördliche und südliche Nordsee: Temperatur (in °C; oben) sowie spezifisches Gewicht an der Oberfläche und am Meeresgrund (unten), gemessen auf der Expedition der POMMERANIA im Sommer 1872. (Aus: Meyer 1875 [wie Anm. 97]) Zum Verlauf der hydrographischen Schnitte siehe die Reiseroute (Abb. 6).

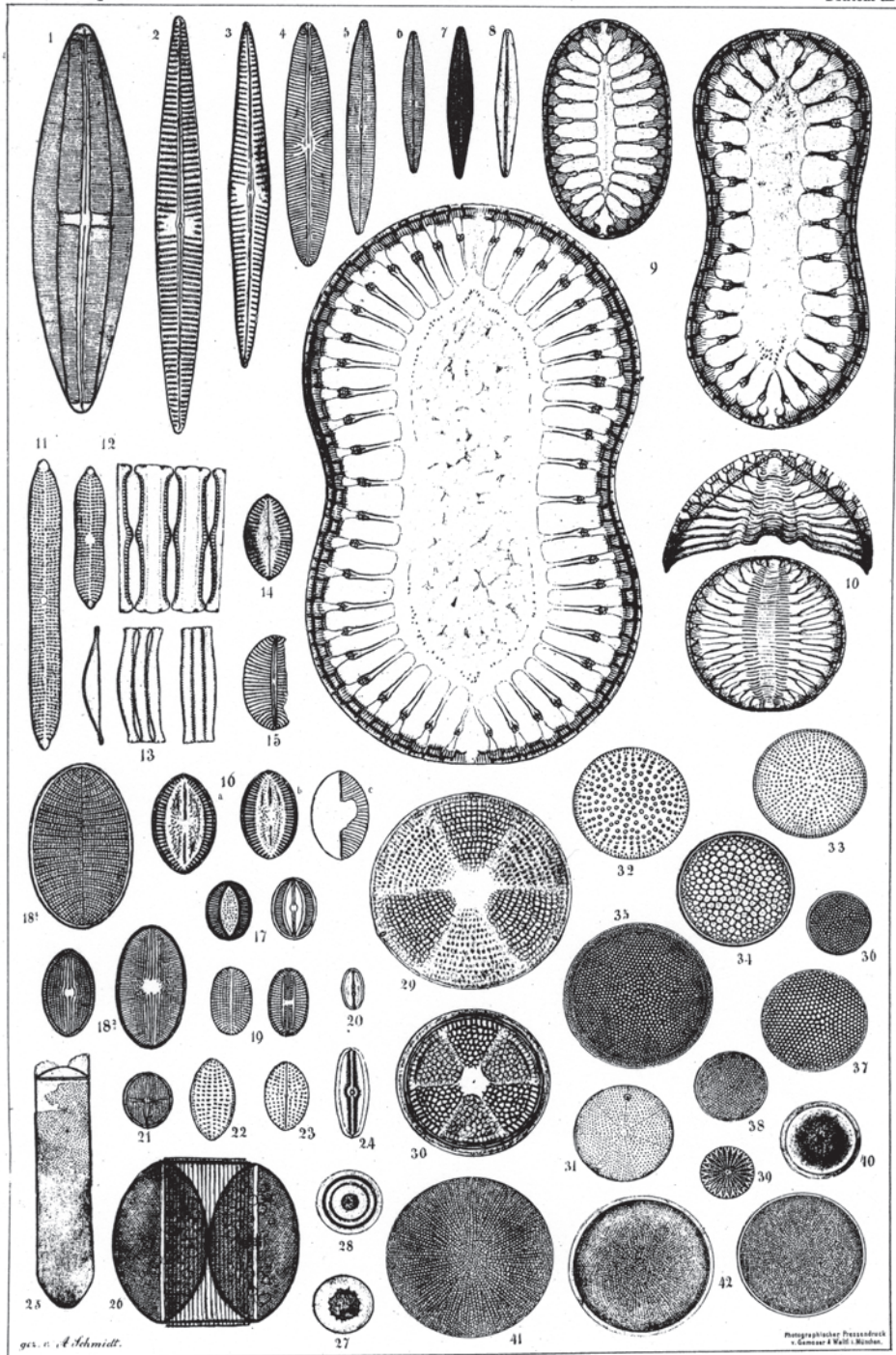
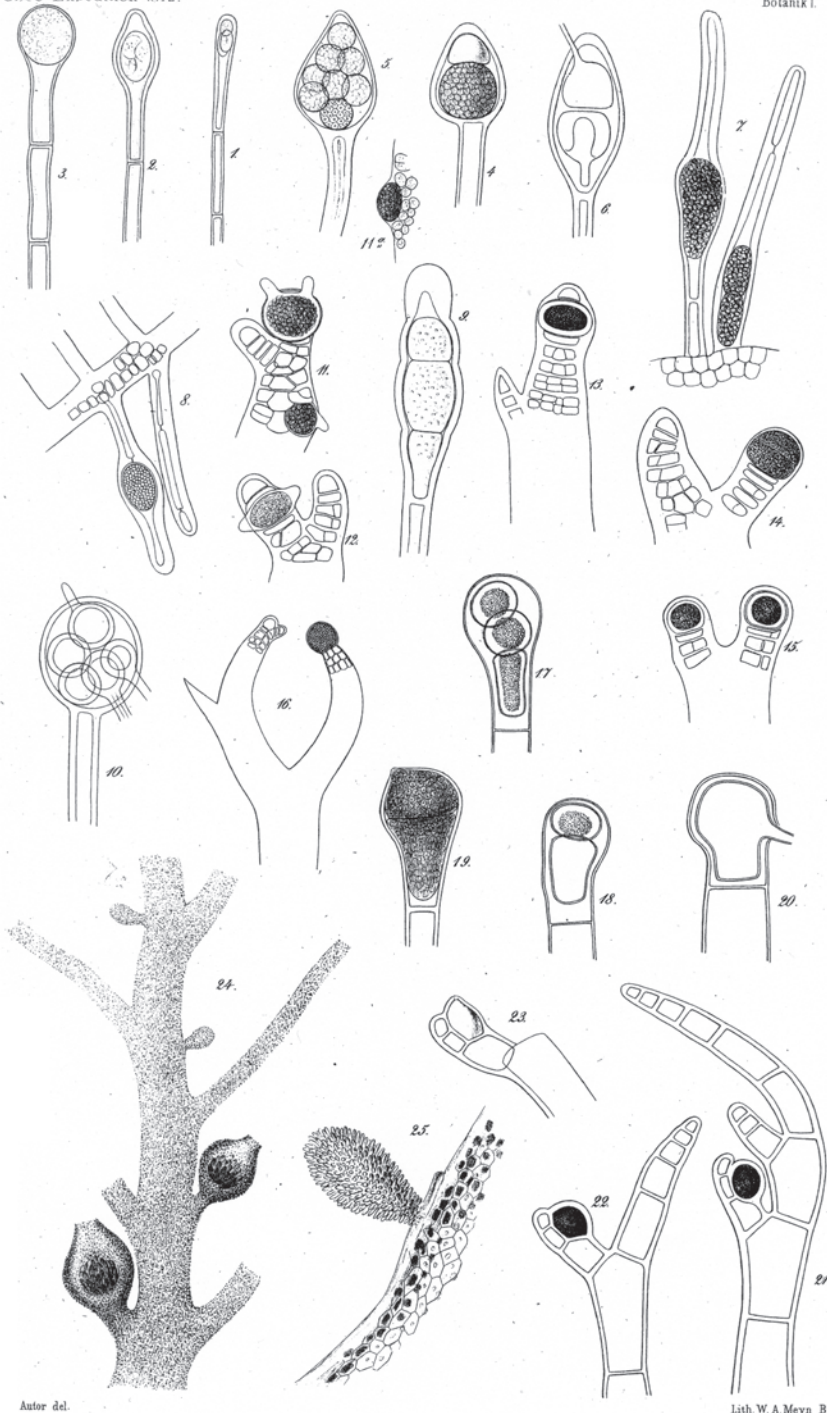


Abb. 9 Beispiele für die während der Nordsee-Expedition gefundenen Diatomaceen. (Aus: Schmidt 1875 [wie Anm. 122], Tafel Diatom III)

Nordsee-Expedition 1872.

Botanik I.



Autor del.

Lith. W. A. Meyn Berlin

Abb. 10 Beispiele für die während der Nordsee-Expedition gefundenen Algen. (Aus: Magnus 1875 [wie Anm. 123], Tafel Botanik I)



Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig

Abb. 11 Beispiele für die während der Nordsee-Expedition gefundenen Schwämme (Spongien). (Aus: Meyer et al. 1875 [wie Anm. 99], Zoologie, Tafel I)



Expeditionen die enge Verzahnung des Systems Ostsee – Nordsee erkannt hatten und sie durch intensive Messungen zu belegen versuchten.

Die Ostsee-Expedition gilt als erste bedeutende Forschungsfahrt zur Untersuchung der ozeanographischen Bedingungen dieses Brackwassermeeres. Zum ersten Mal wurde das grundlegende Regime des Salzwassereinstroms in die Ostsee, der Transportwege des eingeströmten Wassers und eine mögliche Stagnation des Tiefenwassers beschrieben. Mit den Empfehlungen, das Netz der festen Beobachtungsstationen an der Küste und in der offenen See auszudehnen, auch die tieferen Wasserschichten zu erfassen und jahreszeitliche Schwankungen zu untersuchen, wurde bereits Anfang der 1870er Jahre der Grundgedanke eines Monitorings in Ost- und Nordsee formuliert.<sup>127</sup> Die Nordsee-Expedition brachte neue Erkenntnisse über die Ozeanographie dieses Schelfmeeres – insbesondere über die grundlegende vertikale Struktur der Wasserkörper im Skagerrak, hat aber auch deutlich gemacht, wie komplex die ozeanographischen Bedingungen in der Nordsee sind.

Bereits 1874 hatte Gustav Karsten die Ergebnisse der physikalischen Untersuchungen der Expeditionen der POMMERANIA in einem zusammenfassenden Beitrag gewürdigt.<sup>128</sup> Später berichtete er über die neuen Erkenntnisse auch vor der Deutschen Geographischen Gesellschaft.<sup>129</sup> In den 1890er Jahren fasste Otto Krümmel<sup>130</sup> die Kenntnisse der damaligen Zeit über die physikalischen Bedingungen der Ostsee in zwei grundlegenden Arbeiten zusammen, in die er auch die Beobachtungen der POMMERANIA einbezog. Die Untersuchungen der POMMERANIA zählten im »Handbuch der Ozeanographie« von Georg von Boguslawski zu den wichtigeren Meeresexpeditionen in die Nord- und Ostsee, deren Ergebnisse ausführlicher beschrieben wurden.<sup>131</sup> Auch Anfang des 20. Jahrhunderts wurden die Expeditionen in den Handbüchern von Krümmel<sup>132</sup> und bei Günther Böhnecke<sup>133</sup> erwähnt.

Die genutzten Messgeräte und die angewendeten Analysemethoden sind heute nur noch von wissenschaftshistorischer Bedeutung. Die grundlegenden physikalischen Erkenntnisse der POMMERANIA-Expeditionen – insbesondere zu den Austauschvorgängen im Übergangsbereich zur Nordsee und zur Ausbreitung des in die Ostsee einströmenden salzreichen Wassers – bildeten gegen Ende des 19. Jahrhunderts den Ausgangspunkt für zahlreiche weitere Forschungen und Expeditionen<sup>134</sup> vor allem von schwedischer<sup>135</sup> und dänischer Seite.<sup>136</sup> Auch die umfangreiche biologische Bestandsaufnahme diente als Basis für die intensivere Erforschung der Flora und Fauna beider Meere. Schließlich ist während der POMMERANIA-Expedition auch ein wichtiger Schritt für die weitere Entwicklung der Analyse der im Meerwasser gelösten Gase gemacht worden.

## Anhang: Biographisches Glossar

Behrens, Theodor Heinrich (1842–1905), Chemiker, war 1869–1874 Assistent am Physiologischen Institut der Universität Kiel bei Victor Hensen, ab 1874 Professor für Mineralogie, Geologie und Bergbau an der Polytechnischen Schule Delft.

Bütschli, Johann Adam Otto (1848–1920), Zoologe, war 1873/74 Assistent bei Karl Möbius, ab 1878 Professor der Zoologie und Paläontologie an der Universität Heidelberg.

Flögel, Johann Heinrich Ludwig (1834–1918), Naturforscher, 1871 Kirchspielvogt in Kiel, wurde 1875 für seine Verdienste auf dem Gebiet der Naturwissenschaften zum Ehrendoktor der Universität Kiel ernannt, ab 1892 Privatgelehrter in Ahrensburg.

- Haeckel, Ernst Heinrich Philipp August (1834–1919), ab 1865 Professor für Zoologie an der Universität in Jena, ab 1876 Prorektor der Universität, war an der Einrichtung des Zoologischen Instituts der Universität beteiligt.
- Heincke, Johann Friedrich (1852–1929), Zoologe, war 1873–1876 Assistent bei Karl Möbius am Zoologischen Museum in Kiel, ab 1892 Direktor der Biologischen Anstalt Helgoland.
- Hensen, Christian Andreas Victor (1835–1924), Physiologe und Meeresbiologe, ab 1864 Professor für Physiologie und Leiter des Physiologischen Instituts der Universität Kiel, prägte den Begriff »Plankton«.
- Jacobsen, Oscar Georg Friedrich (1840–1889), Chemiker, erster deutscher Meereschemiker, 1865–1872 Assistent am Chemischen Laboratorium der Universität Kiel, ab 1873 Professor für Chemie an der Universität Rostock.
- Jessen, Carl Friedrich Wilhelm (1821–1889), Botaniker, 1871–1877 Professor an der Landwirtschaftlichen Akademie in Greifswald-Eldena.
- Karsten, Gustav (1820–1900), Physiker, ab 1847 Professor für Physik und Mineralogie an der Universität Kiel, wesentlich am Aufbau des Netzes von ständigen Beobachtungsstationen an den deutschen Küsten in Ost- und Nordsee beteiligt, 1845 Mitbegründer der Deutschen Physikalischen Gesellschaft.
- Kirchenpauer, Gustav Heinrich (1808–1887), promovierter Jurist und Hobby-Zoologe, ab 1868 Bürgermeister in Hamburg.
- Kupffer, Carl Wilhelm (1829–1902), 1867–1876 Professor für Histologie und Anatomie an der Universität Kiel.
- Magnus, Paul (1844–1914), Botaniker, promovierte 1870 in Berlin, ab 1880 Professor in Berlin.
- Metzger, Karl August (1832–1917), Professor für Zoologie an der Königlichen Forstakademie (Hann.) Münden.
- Meyer, Heinrich Adolph (1822–1889), Kaufmann, Fabrikbesitzer und Mäzen der deutschen Meeresforschung, führte Ende der 1850er Jahre die ersten systematischen Untersuchungen der ozeanographischen Bedingungen in der westlichen Ostsee durch, bekam 1866 die Ehrendoktorwürde der Universität Kiel für seine ozeanographischen Untersuchungen<sup>137</sup> und die Förderung der Meeresforschung in Kiel.
- Möbius, Karl August (1825–1908), Zoologe, ab 1868 Professor für Zoologie und Direktor des Zoologischen Museums der Universität Kiel, prägte den Begriff »Biozönose« (Lebensgemeinschaft).
- Schmidt, Adolf (1806–1889), Zoologe, Aschersleben.
- Schmidt, Eduard Oscar (1823–1886), ab 1872 Professor an der Universität Straßburg; bedeutender Zoologe seiner Zeit.
- Schulze, Franz Eilhard (1840–1921), Zoologe und Anatom, 1871 Gründer des Zoologischen Instituts der Universität Rostock, 1871–1873 Professor für Zoologie und vergleichende Anatomie an der Universität, 1873–1884 Professor für Zoologie an der Universität Graz; eine der großen, weltweit anerkannten Persönlichkeiten der Zoologie seiner Zeit.

## Anmerkungen:

- 1 Vgl. den Anhang für kurze biographische Angaben zu den Teilnehmern der Expeditionen der POMMERANIA in Ost- und Nordsee sowie zu den an der Auswertung der Daten beteiligten Wissenschaftlern.
- 2 Deutscher Fischerei-Verein, Circular Nr. 1 vom 7. März 1870, S. 1–3.
- 3 Vgl. Kölmel, R.: The Prussian "Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel" and the Origin of Modern Concepts in Marine Biology in Germany. In: Lenz, W., Deacon, M. (Eds.): Ocean Sciences – their History and Relation to Man. (= Deutsche Hydrographische Zeitschrift, Erg.-H. B 22). 1990, S. 399–407; Karsten, G.: Dr. Heinrich Adolph Meyer. Sechster Bericht der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel für die Jahre 1887 bis 1891. Berlin 1893, Jg. 17–21, H. II, S. 253–256.
- 4 Zur Geschichte der Kommission siehe Kölmel (wie Anm. 3).
- 5 Meyer, H.A., Karsten, G., Hensen, V., Möbius, K.: Untersuchung der Deutschen Meere. Denkschrift der wissenschaftlichen Commission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel in Betreff der im Jahre 1871 auszuführenden Arbeiten. Deutscher Fischerei-Verein, Circular Nr. 3 vom 19. April 1871, Correspondenzblatt, S. 14.
- 6 Ebd.
- 7 Vgl. Matthäus, W.: Germany and the Investigation of the Baltic Sea Hydrography during the 19th and early 20th Century. (= Meereswissenschaftliche Berichte 83). Warnemünde 2010, S. 1–96.
- 8 Rheinheimer, G. (Hrsg.): Meereskunde der Ostsee. Berlin, Heidelberg 1995, S. 1–338; Leppäranta, M., Myrberg, K.: Research History. In: Physical Oceanography of the Baltic Sea. Chichester 2009, S. 16–25.
- 9 Smed, J.: Hydrographic Investigations in the North Sea, the Kattegat and the Baltic before ICES. In: Lenz/Deacon (wie Anm. 3), S. 357–366; Fonselius, S.H.: Hydrographical Investigations in the Baltic Sea Area before the Founding of ICES. In: ICES Marine Science Symposia 215, 2002, S. 138–147.
- 10 Reinke-Kunze, C.: Den Meeren auf der Spur. Geschichte und Aufgaben der deutschen Forschungsschiffe. Herford 1986, S. 42–43 u. 156; Wegner, G.: Deutsche Forschungsschiffe und ihre Namen. In: DSA 23, 2000, S. 217–250.
- 11 Matthäus, W.: Oscar Jacobsen (1840–1889) – der erste deutsche Meereschemiker. In: Historisch-meereskundliches Jahrbuch 16, 2010, S. 35–76; ders. (wie Anm. 7).
- 12 Riley, J.P.: Historical Introduction. In: Riley, J.P., Skirrow, G. (Eds.): Chemical Oceanography. Vol. 1. London, New York 1965, S. 1–41; Lyman, J.: Development of Ideas concerning the Carbon Dioxide System in Sea Water up to 1940. In: Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, Sect. B, 72, 1972, S. 381–387.
- 13 Reinke-Kunze (wie Anm. 10).
- 14 Hildebrand, H.W., Röhr, A., Steinmetz, H.-O.: Die deutschen Kriegsschiffe: Biographien – ein Spiegel der Marinegeschichte von 1865 bis zur Gegenwart. Ratingen 1979, S. 234–236.
- 15 Ebd.
- 16 Deutscher Fischerei-Verein, Circular Nr. 1 vom 7. März 1870, S. 2.
- 17 Schreiben des Professor Dr. Moebius zu Kiel vom 4. April d. Js. Deutscher Fischerei-Verein, Circular Nr. 2 vom 22. April 1870, Correspondenzblatt, S. 8.
- 18 Auszug aus dem Schreiben des Dr. H. A. Meyer in Kiel vom 6. April d. Js. Deutscher Fischerei-Verein, Circular Nr. 2 vom 22. April 1870, Correspondenzblatt, S. 9f.
- 19 Deutscher Fischerei-Verein, Circular Nr. 2 vom 22. April 1870, S. 2.
- 20 Meyer et al. (wie Anm. 5), S. 13–16.
- 21 Ebd., S. 13f.
- 22 Meyer, H.A., Möbius, K., Karsten, G., Hensen, V. (Hrsg.): Die Expedition zur physikalisch-chemischen und biologischen Untersuchung der Ostsee im Sommer 1871 auf S.M. Avisodampfer Pommerania. Jahresbericht der Commission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel für das Jahr 1871, Berlin 1873, Jg. 1, S. 1–164.
- 23 Bundesarchiv-Militärarchiv Freiburg (im Folgenden: BA/MA): Kaiserliche Admiralität, Aviso »Pommerania«: RM 1/2616, Band 1, Feb.–Dez. 1871: 25. Mai 1871, fol. 6.
- 24 Ebd., 27. April 1871, fol. 3.
- 25 Ebd., 27. April 1871, fol. 3; 2. Mai 1871, fol. 5; 25. Mai 1871, fol. 6.
- 26 Vgl. Plan für die im Jahre 1871 beabsichtigten Vorarbeiten zur Hebung der Norddeutschen Seefischerei, ebd., fol. 11<sup>r</sup>.
- 27 Ebd., fol. 11<sup>v</sup> / 11<sup>r</sup>.
- 28 Meyer, H.A., Möbius, K., Karsten, G., Hensen, V.: General-Bericht der Commission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel über ihre Thätigkeit im Jahre 1871, insbesondere über die Expedition S.M.S. Pommerania. Kiel, 21. October 1871. Deutscher Fischerei-Verein, Circular Nr. 1 vom 29. Januar 1872, Correspondenzblatt, S. 6.
- 29 Ebd.

- 30 Möbius, K.: Ueber den Verlauf und die hauptsächlichsten Ergebnisse der diesjährigen Expedition zur Erforschung der Ostsee, insbesondere über die faunistischen. In: Schriften des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein, 1. Bd., H. 1, 47. Sitzung des Vereins für Geographie und Naturwissenschaft vom 6. November 1871. Kiel 1873, S. 19–22.
- 31 Meyer, H.A.: Untersuchungen über physikalische Verhältnisse des westlichen Theiles der Ostsee. Ein Beitrag zur Physik des Meeres. Kiel 1871, S. 1–85 und 82 Tabellen.
- 32 Meyer et al. (wie Anm. 28), S. 5–28 einschl. 4 Anlagen.
- 33 Jacobsen, O.: Ueber die Luft des Meerwassers. In: Annalen der Chemie und Pharmacie, 167, 1873, S. 1–38.
- 34 Magnus, P.: Ueber die botanischen Ergebnisse der Expedition der Pommerania vom 16. Juni bis 2. August 1871. In: Meyer et al. (wie Anm. 22), Teil III A, S. 65–83.
- 35 Hensen, V.: Betreffend den Fischfang auf der Expedition. In: Meyer et al. (wie Anm. 22), Teil V, S. 155–159.
- 36 Weidner, H.: Flögel, Johann Heinrich Ludwig. In: Klose, O., Rudolph, E. (Hrsg.): Schleswig-Holsteinisches Biographisches Lexikon. Band 2. Neumünster 1971, S. 146–148; Reher, B.: Johann Heinrich Ludwig Flögel, Vers. 1.7. Stadtarchiv Ahrensburg, Archiv Ahrensburger Persönlichkeiten. Ahrensburg 2009, S. 1–10.
- 37 Meyer, H.A., Möbius, K., Karsten, G., Hensen, V.: Vorbericht der Commission vom 16. Juli 1872. In: Die Expedition zur physikalisch-chemischen und biologischen Untersuchung der Ostsee im Sommer 1871 auf S.M. Avisodampfer Pommerania. Jahresbericht der Commission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel für das Jahr 1871, Berlin 1873, Jg. 1, S. V–XI.
- 38 Meyer (wie Anm. 31).
- 39 Matthäus, W.: Die historische Entwicklung der meereskundlichen Temperaturmeßgeräte für größere Tiefen. In: Schriftenreihe für Geschichte der Naturwissenschaften, Technik und Medizin (NTM) 3(8), 1966, S. 58–73.
- 40 Jacobsen, O.: Die Beobachtungen auf der Expedition 1871. In: Meyer et al. (wie Anm. 22), Teil I C, S. 37–56.
- 41 Karsten, G.: Frühere Untersuchungen. Das angenommene Beobachtungssystem und die Instrumente. In: Meyer et al. (wie Anm. 22), Teil I A, S. 1–8.
- 42 Möbius (wie Anm. 30), S. 19–22.
- 43 Jacobsen, O.: Ueber »chemische und physicalische Untersuchungen« auf der vorjährigen Ostsee-Expedition der Pommerania. In: Schriften des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein, 1. Bd., H. 1, 49. Sitzung des Vereins für Geographie und Naturwissenschaft vom 8. Januar 1872. Kiel 1873, S. 22–24.
- 44 Meyer et al. (wie Anm. 22 u. 32).
- 45 Jacobsen (wie Anm. 40), S. 39.
- 46 Jacobsen, O.: Die physikalisch-chemischen Untersuchungen. In: Meyer et al. (wie Anm. 32), Anlage 3, S. 21–25; Jacobsen (wie Anm. 40 u. 43).
- 47 Karsten, G.: Die Beobachtungen an den Ostseestationen. In: Meyer et al. (wie Anm. 22), Teil I B, S. 9–36.
- 48 Jacobsen (wie Anm. 46), S. 21.
- 49 Jacobsen (wie Anm. 40), S. 39.
- 50 1 Faden = 6 Preußische Fuß = 1,88 m.
- 51 Jacobsen (wie Anm. 40), S. 41.
- 52 Ebd., S. 40.
- 53 Ebd., S. 42f.
- 54 Karsten, G.: Ueber die wissenschaftliche Untersuchung der Ostsee und Nordsee. Annalen der Physik und Chemie, Poggendorff's Annalen, Jubelband. 1874, S. 506–532.
- 55 Karsten, G.: Die Beobachtungen über die physikalischen Eigenschaften des Wassers der Ostsee und Nordsee. Jahresbericht der Commission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel für die Jahre 1874, 1875, 1876. Berlin 1878, Jg. 4–6, S. 253–285.
- 56 Karsten (wie Anm. 54), S. 513.
- 57 Karsten (wie Anm. 55), S. 269.
- 58 Ebd.
- 59 Karsten, G.: Die physikalischen Beobachtungen an den Stationen der deutschen Ostsee- und Nordsee-Küsten und Beobachtungen über die Wassertemperaturen bei der Expedition im Jahre 1871. In: Meyer et al. (wie Anm. 99), Teil VI, Anhang V, S. 338f.
- 60 Ebd., S. 339.
- 61 Ebd.
- 62 Siehe auch Matthäus, W.: The History of Investigation of Salt Water Inflows into the Baltic Sea – from the early Beginning to recent Results. In: Meereswissenschaftliche Berichte 65, Warnemünde 2006, S. 1–73.
- 63 Jacobsen (wie Anm. 33), S. 1–38.
- 64 Ebd., S. 19–21; ders. (wie Anm. 43), S. 22–24; ders.: Über die Luft des Meerwassers. In: Meyer et al. (wie Anm. 99), Teil II, S. 43–58.
- 65 Buchanan, J.Y.: Laboratory experiences on board the "Challenger". In: Journal of the Chemical Society, Transactions 33, 1878, S. 445–469.

- 66 Behrens, T.H.: Untersuchungen der Grundproben. In: Meyer et al. (wie Anm. 32), Anlage 4, S. 26–28; ders.: Ueber die Untersuchung der Grundproben. In: Meyer et al. (wie Anm. 22), Teil II, S. 57–63.
- 67 Ebd., S. 57.
- 68 Magnus, P.: Die botanischen Untersuchungen. In: Meyer et al. (wie Anm. 32), Anlage 2b, S. 19–20.
- 69 Magnus (wie Anm. 34), S. 65–83.
- 70 Ebd., S. 82f.
- 71 Jessen, C.: Botanische Untersuchungen vom 3. bis 24. August, nebst Untersuchungen an der Ostküste von Nordschleswig, vom 28. September bis 1. October. In: Meyer et al. (wie Anm. 22), Teil III B, S. 161–164; ders.: Die botanischen Untersuchungen. In: Meyer et al. (wie Anm. 32), Anlage 2a, S. 16–18.
- 72 Ebd., S. 16.
- 73 Jessen: Botanische Untersuchungen vom 3. bis 24. August (wie Anm. 71), Teil III B, S. 161.
- 74 Flögel, J.H.L.: Diatomaceae. In: Meyer et al. (wie Anm. 22), Teil III C, S. 85–95.
- 75 Die umfangreichen handschriftlichen Ausarbeitungen Flögels »Zu den Untersuchungen, welche ich im Winter 1871/72 im Auftrage der zur Erforschung der deutschen Meere ausgerüsteten Expedition der Pommerania über die von der Tour 1871 mitgebrachten Diatomeen angestellt habe« sind erhalten geblieben und befinden sich im Kreisarchiv Stormarn in Bad Oldesloe (vgl. auch Reher [wie Anm. 36]). Der Nachlass umfasst auf 82 Bl. die Ergebnisse der Untersuchungen über Diatomeen (24 Bl.) sowie in einem Spezialbericht C die Untersuchungen zu den Diatomaceen (58 Bl.).
- 76 Möbius, K.: Die faunistischen Untersuchungen. In: Meyer et al. (wie Anm. 32), Anlage 1, S. 13–15; Möbius, K., Schmidt, O., Haeckel, E., Kupffer, C.: Die auf der Fahrt nach Arendal gefangenen Thiere. In: Meyer et al. (wie Anm. 22), Teil IV C, S. 147–154; Möbius, K., Kupffer, C., Haeckel, E., Schmidt, O., Bütschli, O.: Die wirbellosen Thiere der Ostsee. In: Meyer et al. (wie Anm. 22), Teil IV A, S. 97–144.
- 77 Möbius: Die faunistischen Untersuchungen (wie Anm. 76).
- 78 Möbius et al.: Die wirbellosen Thiere der Ostsee (wie Anm. 76), S. 99–137.
- 79 Ebd., S. 138.
- 80 Hensen (wie Anm. 35)
- 81 Ebd., S. 156.
- 82 Möbius et al.: Die wirbellosen Thiere der Ostsee (wie Anm. 76), S. 141.
- 83 Möbius, K.: Die Fische, welche während der Pommeraniafahrt in der Ostsee gefangen wurden. In: Meyer et al. (wie Anm. 22), Teil IV B, S. 145–147.
- 84 Möbius: Die faunistischen Untersuchungen (wie Anm. 76), S. 14.
- 85 Meyer et al. (wie Anm. 37), S. IX.
- 86 Ebd., S. IXf.
- 87 Meyer et al. (wie Anm. 28), S. 11.
- 88 Vgl. Anm. 18.
- 89 Meyer et al. (wie Anm. 28), S. 11.
- 90 Vgl. Bericht über die Reise S.M. Aviso »Pommerania« zur Untersuchung der Nordsee. Kiel, 7. Oktober 1872. BA/MA: Kaiserliche Admiralität, Aviso »Pommerania«: RM 1/2617, Band 2, Juli 1872 – Juli 1885: Kapitänlieutenant Hoffmann [Kmdt. POMMERANIA], fol. 25–36.
- 91 BA/MA: Kaiserliche Admiralität, Aviso »Pommerania«: RM 1/2617, Band 2, Juli 1872 – Juli 1885: 11. Juli 1871, fol. 7.
- 92 Ebd., 17. Juli 1872, fol. 5.
- 93 Ebd., fol. 13. – Vgl. auch Bericht über die Reise S.M. Aviso »Pommerania« (wie Anm. 90), fol. 31<sup>r</sup>–32<sup>v</sup>.
- 94 Bericht über die Reise S.M. Aviso »Pommerania« (wie Anm. 90), fol. 31<sup>r</sup>–32<sup>v</sup>. – Der schottische Naturforscher Charles Wyville Thomson (1830–1882) verließ mit der CHALLENGER im Dezember 1872 den Hafen Portsmouth zu der berühmten dreijährigen Weltumsegelung.
- 95 Vgl. Buchanan, J.Y. (wie Anm. 65); ders.: Note on the Carbonic Acid contained in Sea-Water. An Account of the General Results of the Dredging Cruises of H.M.SS. "Porcupine" and "Lightning" during the Summers of 1868, 1869, and 1870. In: Thomson, C.W.: The Depths of the Sea. London 1874, Appendix D, S. 518–521.
- 96 Bericht über die Reise S.M. Aviso »Pommerania« (wie Anm. 90), fol. 31<sup>r</sup>/32<sup>v</sup>.
- 97 Meyer, H.A.: Zur Physik des Meeres. Beobachtungen über Meeresströmungen, Temperatur und spezifisches Gewicht des Meerwassers während der Nordseefahrt vom 21. Juli bis 9. September 1872. In: Meyer et al. (wie Anm. 99), Teil I, S. 1–41.
- 98 Meyer, H.A.: Ueber Temperatur, Salzgehalt und Strömungen in der Nordsee nach den auf der »Pommerania«-Expedition im Sommer 1872 angestellten Beobachtungen. In: Schriften des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein, 1. Bd., H. 1, 5. Monats-Sitzung vom 4. November 1872. Kiel 1873, S. 36–38.
- 99 Meyer, H.A., Möbius, K., Karsten, G., Hensen, V., Kupffer, C. (Hrsg): Die Expedition zur physikalisch-chemischen und biologischen Untersuchung der Nordsee im Sommer 1872. Jahresbericht der Commission zur

- wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel für die Jahre 1872, 1873, Berlin 1875, Jg. 2 und 3, S. 1–380.
- 100 Vgl. Bericht über die Reise S.M. Aviso »Pommerania« (wie Anm. 90), fol. 26v.
- 101 Siehe auch Meyer, H.A., Möbius, K., Karsten, G., Hensen, V., Kupffer, C.: Vorbericht der Kommission. In: Meyer et al. (wie Anm. 99), S. Vf.
- 102 Meyer: Zur Physik des Meeres (wie Anm. 97).
- 103 Jacobsen (wie Anm. 33).
- 104 Meyer: Zur Physik des Meeres (wie Anm. 97).
- 105 Jacobsen: Über die Luft des Meerwassers (wie Anm. 64).
- 106 Meyer: Ueber Temperatur, Salzgehalt und Strömungen (wie Anm. 98).
- 107 Ekman, F.L.: Om hafsvattnet utmed Bohuslänska kusten. In: Kungliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar, Bd. 9, No. 4, 1870, S. 1–44.
- 108 Alle Tiefenangaben der Nordsee-Expedition in Faden à sechs Fuß rheinisch (= Preußischer Fuß) = 31,4 cm.
- 109 Meyer: Zur Physik des Meeres (wie Anm. 97), S. 7, 22f., 40f.
- 110 Ebd., S. 10f.
- 111 Ebd., S. 16.
- 112 Ebd., S. 21.
- 113 Jacobsen, O.: The Carbonic Acid in Sea-Water. In: Nature 6(145), 1872, S. 279.
- 114 Matthäus: Oscar Jacobsen (wie Anm. 11).
- 115 Buchanan, J.Y.: On the Absorption of Carbonic Acid by Saline Solutions. Proceedings of the Royal Society of London 22, 1873/1874, S. 192–196 u. 483–495; Tornøe, H.: The Norwegian North-Atlantic Expedition 1876–1878. Christiania 1880, S. 1–76; Dittmar, W.: Report on Researches into the Composition of Ocean-Water collected by H.M.S. Challenger during the Years 1873–76. In: Report of the Scientific Results of the Voyage of HMS "Challenger" during the Years 1873–76. Physics and Chemistry, Vol. 1, Part I, 1884, S. 1–247; Pettersson, O.: A Review of Swedish Hydrographic Research in the Baltic and the North Seas. I. Introductory Remarks, Apparatus and Methods of Investigation. In: Scottish Geographical Magazin 10, 1894, S. 281–302; Knudsen, M.: Ueber den Gebrauch von Stickstoff-Bestimmungen in der Hydrographie. In: Publications de Circonstance, Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer 4, 1903, S. 1–9.
- 116 Jacobsen (wie Anm. 33 u. 113); ders.: Über die Luft des Meerwassers (wie Anm. 64).
- 117 Jacobsen (wie Anm. 33), S. 14.
- 118 Ebd., S. 16.
- 119 Persönl. Mitteilung Dr. B. Schneider, IOW.
- 120 Jacobsen (wie Anm. 33), S. 16.
- 121 Pettersson (wie Anm. 115), S. 288f.
- 122 Schmidt, A.: Die in den Grundproben der Nordseefahrt vom 21. Juli bis 9. September enthaltenen Diatomaceen. In: Meyer et al. (wie Anm. 99), Teil IV, S. 81–96.
- 123 Magnus, P.: Die botanischen Ergebnisse der Nordseefahrt vom 21. Juli bis 9. September 1872. In: Meyer et al. (wie Anm. 99), Teil III, S. 59–79.
- 124 Schulze, F.E., Schmidt, O., Möbius, K., Bütschli, O., Kirchenpauer, G.H., Kupffer, C., Metzger, A., Meyer, H.A., Heincke, F.: Zoologische Ergebnisse der Nordseefahrt vom 21. Juli bis 9. September. In: Meyer et al. (wie Anm. 99), Teil V, S. 97–315.
- 125 Prof. F.E. Schulze aus Graz: Rhizopoden (Wurzelfüßer), Coelenteraten (Hohltiere); Prof. O. Schmidt aus Straßburg: Spongien (Schwämme); Prof. K. Möbius: Echinodermata (Stachelhäuter), Vermes (Würmer), Copepoda (Ruderfußkrebse), Cladocera (Wasserflöhe), Pisces (Fische); Dr. O. Bütschli: Echinodermata (Stachelhäuter); Dr. Gustav Heinrich Kirchenpauer aus Hamburg: Bryozoa (Moostierchen); Prof. C. Kupffer aus Kiel: Tunicata (Manteltiere); Prof. A. Metzger aus Münden: Molusca (Weichtiere), Crustaceen (Krebstiere); Dr. H.A. Meyer: Molusca (Weichtiere); Dr. F. Heincke: Pisces (Fische).
- 126 Möbius, K., Heincke, F.: XI. Pisces. In: Meyer et al. (wie Anm. 99), Teil V, S. 311–315.
- 127 Siehe dazu auch: Germany's Part in Establishing a Permanent Coastal Station Network and the Use of Light Vessel Observations in the Baltic Sea. In: Matthäus (wie Anm. 7), S. 61–65.
- 128 Karsten (wie Anm. 54).
- 129 Karsten, G.: Die Ergebnisse der Expeditionen und Beobachtungsstationen der Kieler Commission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere. In: Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde Berlin 5, 1878, S. 83–86.
- 130 Krümmel, O.: Neue physikalische Untersuchungen aus der Ostsee. In: Mitteilungen des Deutschen Seefischerei-Vereins 10, 1894, S. 133–142; ders.: Zur Physik der Ostsee. In: Petermanns Geographische Mitteilungen 41, 1895, S. 81–86 u. 111–118.
- 131 Boguslawski, G. von: Handbuch der Ozeanographie. Band I: Räumliche, physikalische und chemische Beschaffenheit der Ozeane. Stuttgart 1884, S. 164–169, 260–263, 393.

- 132 Krümmel, O.: Der Ozean. Eine Einführung in die allgemeine Meereskunde. In: Das Wissen der Gegenwart, Bd. 52. Wien, Leipzig, Prag <sup>2</sup>1902, S. 1–285; ders.: Handbuch der Ozeanographie, Band I: Die räumlichen, chemischen und physikalischen Verhältnisse des Meeres. Stuttgart <sup>2</sup>1907, S. 1–526.
- 133 Böhnecke, G.: Salzgehalt und Strömungen der Nordsee. Veröffentlichungen des Instituts für Meereskunde an der Universität Berlin, A. Geographisch-naturwissenschaftliche Reihe, N.F. 10(5), 1922, S. 1–34.
- 134 Makaroff, S.O.: Le »Vitiaz« et l'Océan Pacifique. St.-Petersbourg 1894, Vol. 1: S. 1–337, Vol. 2: S. 1–510.
- 135 Ekman, F.L., Pettersson, O.: Den svenska hydrografiska expeditionen år 1877 under ledning af F.L. Ekman. Kungliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar 25, No. 1. Stockholm 1893, S. 1–163; Pettersson, O., Ekman, G.: Grunddragen af Skageracks och Kattegats hydrografi. Kungliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar, N.F. 24, No. 11. Stockholm 1891, S. 1–162; Pettersson, O.: Redogörelse för de Svenska hydrografiska undersökningarne åren 1893–1894 under ledning af G. Ekman, O. Pettersson och A. Wijkander. I: Östersjön. Bihang till Kungliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar, N.F. 19(II), No. 4. Stockholm 1894, S. 1–14.
- 136 Rørdam, K.: De hydrografiske forhold i de danske farvande inden for Skagen i 1891–93. Beretning fra Kommissionen for videnskabelig Undersøgelse af de danske Farvande 1896, 1(1), S. 1–197, und 1(2), Tavler I–XXXVII.
- 137 Meyer, H.A., Möbius, K.: Fauna der Kieler Bucht. 1. Band: Die Hinterkiemer oder Opisthobranchia. Leipzig 1865, S. 1–88.

#### Danksagung:

Herrn Reinhard Hoheisel-Huxmann, Deutsches Schiffahrtsmuseum, Bremerhaven, danke ich für die Anregung zu dieser Untersuchung. Darüber hinaus bin ich ihm für die Überlassung von Kopien aus dem Bundesarchiv-Militärarchiv in Freiburg über Details zu den Forschungsfahrten der POMMERANIA und für das Foto der POMMERANIA dankbar. Herrn Bernd Reher, Historischer Arbeitskreis Ahrensburg, möchte ich für die Bereitstellung der umfangreichen Biographie Heinrich Flögels aus dem »Archiv Ahrensburger Persönlichkeiten« danken. Dem Kreisarchiv Stormarn in Bad Oldesloe danke ich für die Überlassung der Kopien des Nachlasses von Heinrich Flögel. Herzlicher Dank gebührt der Bibliothekarin des Leibniz-Instituts für Ostseeforschung Warnemünde (IOW), Olivia Diehr, die mich bei der Erschließung historischer Quellen und bei der Beschaffung der Arbeiten und Bücher tatkräftig unterstützt hat.

## The Oceanographic Expeditions of the German Steamer POMMERANIA in 1871 and 1872

### Summary

In the 1850s and '60s, the Hamburg merchant, factory owner and sponsor of German marine research Heinrich Adolph Meyer (1822–1889) rallied a circle of dedicated marine scientists around him in Kiel – men who played a decisive role in promoting German marine research in the North and Baltic Seas. Among them were the physicist Gustav Karsten (1820–1900), the physiologist Victor Hensen (1835–1924) and the zoologist Karl Möbius (1825–1908). At the instigation of these scientists, the Royal Prussian “Commission for the Scientific Investigation of the German Seas” in Kiel (also called the “Kiel Commission”) was instituted in the summer of 1870. Its purpose was the investigation of the physical conditions of life in the North and Baltic Seas, including the development of marine flora and the fauna dependent on it. As an essential means of carrying out these inquiries, oceanographic expeditions were carried out in the summers of 1871 (Baltic Sea)

and 1872 (North Sea) on the paddlewheel steamer *Aviso POMMERANIA* placed at the scientists' disposal by the German Imperial Navy.

This article describes the preparation, realization and results of the two expeditions. The attention is directed primarily to the hydrographical-chemical investigations, but the results of the biological research are also discussed. Imperial Navy archive material on the expeditions has been consulted here for the first time.

These expeditions provided basic knowledge about the hydrography of the two shelf sea areas in the summer, as well as the very first uniform survey of their oceanographic and biological conditions. The initiators of the two expeditions were evidently well aware of the close relationship between the Baltic and North Sea systems. They therefore planned to have extensive measurements taken also in the transition zone in consecutive years. The Baltic Sea expedition also represented the first important endeavour to investigate the oceanographic conditions of this brackish sea area. The *POMMERANIA* expeditions moreover triggered interdisciplinary cooperation between German scientists interested in the sea. The recommendations to expand the permanent coastal station network and extend it to include permanent offshore stations in order to investigate the deeper water layers as well as seasonal variations represent the first formulation of the basic idea of monitoring, which thus can be said to go back as far as the early 1870s.

Today, the measuring tools and methods of analysis used on those expeditions are of no more than historical relevance. The basic physical findings of the *POMMERANIA* expeditions – in particular on the exchange processes between the North and Baltic Seas and the spread of saline water into the Baltic – formed the point of departure for numerous investigations in the late nineteenth century. The extensive biological inventory served as a basis for more in-depth investigations of the flora and fauna of both seas. Finally, the *POMMERANIA* expeditions also represented an important initial step in the analysis of gases in the sea water.

## Les expéditions océanographiques du vapeur allemand *POMMERANIA* dans les années 1871 et 1872

### Résumé

Dans les années 1850 et 1860, le négociant, fabricant et sponsor de l'océanographie allemande de Hambourg, Heinrich Adolph Meyer (1822 - 1889), rassemblait autour de lui à Kiel un cercle d'océanographes engagés, qui ont fait avancer de manière décisive la recherche océanographique allemande en mer du Nord et dans la Baltique. Parmi eux se trouvaient le physicien Gustav Karsten (1820 - 1900), le physiologiste Victor Hensen (1835 - 1924) et le zoologue Karl Möbius (1825 - 1908). À leur instigation fut mise en place au cours de l'été 1870 la « Commission royale de Prusse pour l'étude scientifique des mers allemandes » à Kiel (*Kieler Kommission*). La commission fut chargée d'étudier les conditions de base physiques contribuant à la vie organique dans la mer du Nord et la Baltique et le développement de la faune et de la flore maritimes qui en dépend. Un point de départ essentiel pour mener à bien cette mission étaient des expéditions, qui furent donc entreprises durant les mois de l'été 1871 (Baltique) et 1872 (mer du Nord). Elles étaient



placées sous la direction de la *Kieler Kommission* et se déroulèrent à bord du vapeur à aubes, l'avis POMMERANIA de la Marine impériale.

Cet article donne un aperçu résumant la préparation, l'exécution et les résultats de ces deux expéditions importantes. L'accent est porté sur les résultats des examens hydrographico-chimiques, mais les analyses biologiques ont également fait l'objet d'une attention particulière. Il sera pour la première fois tiré parti du matériel archivé de la Marine impériale sur ces expéditions.

Les analyses apportèrent en partie des connaissances océanographiques fondamentales, et livrèrent pour la première fois un aperçu homogène sur les conditions océanographiques et biologiques estivales de ces deux mers épicontinentales. Avec un accent sur la zone de transition, les deux expéditions qui suivirent à un an d'écart indiquent clairement que les initiateurs des expéditions avaient reconnu l'étroite imbrication du système Baltique – mer du Nord, et qu'ils avaient tenté d'en faire la preuve en procédant à des mesures constantes. L'expédition de la Baltique passe de surcroît pour être la première mission de recherche importante sur l'étude des conditions océanographiques de cette mer à l'eau peu salée. Les expéditions du POMMERANIA représentent les débuts de la collaboration interdisciplinaire des scientifiques allemands intéressés par la mer. En recommandant d'élargir le réseau côtier de stations d'observations fixes et de l'étendre au large, en incluant également les couches plus profondes de l'eau et d'étudier les fluctuations saisonnières, l'idée fondamentale d'un monitoring est déjà formulée au début des années 1870.

Les appareils de mesure utilisés et les méthodes d'analyse employées ne revêtent plus aujourd'hui qu'une importance historico-scientifique. Les connaissances fondamentales en physique des expéditions du POMMERANIA – en particulier sur les processus d'échange dans la zone de transition vers la mer du Nord et sur la répartition de l'eau de mer salée pénétrant dans la Baltique – formèrent vers la fin du XIX<sup>e</sup> siècle le point de départ pour de nombreuses autres recherches. Le recensement biologique important a également servi de base à une étude plus intensive de la faune et de la flore des deux mers. Pour finir, durant les expéditions du POMMERANIA, un pas important a aussi été effectué sur la voie du développement de l'analyse des gaz dissous dans l'eau de mer.