

| | | | |
|---------------------------------------|--------|----------|-----------------|
| Schr. Naturwiss. Ver. Schlesw.-Holst. | Bd. 67 | S. 1–102 | Kiel, Dez. 1997 |
|---------------------------------------|--------|----------|-----------------|

**Schriften des
Naturwissenschaftlichen Vereins
für Schleswig-Holstein**

Band 67

Im Auftrage des Vereins
herausgegeben von Heinz Klug

Kiel 1997

Kommissions-Verlag Lipsius & Tischer, Kiel
Druck: Schmidt & Klaunig, Kiel
ISSN 0077-6165

Zur Geschichte der Ostseeforschung:

A. v. Humboldts Forschungsfahrt auf der Ostsee im Sommer 1834

Erstmalige Erfassung des küstennahen Auftriebs vor der Halbinsel Hela
GERHARD KORTUM & ANDREAS LEHMANN (KIEL)

1. Vorbemerkungen

Historia oceanographiae necesse est, könnte man in Anlehnung an einen römischen Leitspruch über die Notwendigkeit der Seefahrt meinen. Die Geschichte der Meeresforschung als Subdisziplin der Wissenschaftsgeschichte hat sich denn auch organisatorisch und inhaltlich in den letzten zwanzig Jahren fest etablieren können. Der besondere Reiz ist, daß ständig „Neuigkeiten“ bekannt werden und viele Zusammenhänge aus der Sicht des heutigen Forschungsstandes im anderen Licht erscheinen. Dies betrifft auch und immer wieder Alexander von Humboldt (1769-1859) und seine „Ansichten des Meeres“. Eigentlich hätte man es wissen können und müssen, denn Poggendorffs Annalen sind als damaliges Forum naturwissenschaftlicher Forschung sehr wohl bekannt.

Humboldts Beitrag zu den Ostseetemperaturen blieb aber weitgehend vergessen. Wiederum war es aber der selbst historisch interessierte Kieler Geograph Otto Krümmel, der im zweiten Band seines „Handbuches der Ozeanographie“ (1911) auf die von Humboldt gemessenen Werte hinwies und diese richtig als Beobachtung eines Auftriebsphänomens deutete. Er bemerkt im Abschnitt über die Wirkungen des Windes: „Schon in der Ostsee erzeugt namentlich im Sommer, wenn die Oberfläche verhältnismäßig hoch erwärmt ist, diese vertikale Zirkulation an den Küsten große Unterschiede in den Oberflächentemperaturen“ (1911, S. 536). Krümmel stellte im folgenden nach Mitteilung von Beobachtungen in der Kieler Förde, die bei Nordwind eine Erwärmung, bei Südwind (also ablandigen Winden) eine „sehr fühlbare Abkühlung des Badewassers“ bewirken, ältere Erklärungsversuche vor: „Ehedem pflegte man bei der Erklärung dieses so auffälligen Temperaturwechsels an kalte Oberflächenströmungen zu denken, welche aus den nördlichen Teilen der Ostsee Wasser herbeiführen sollten. So z.B. meinte A. v. Humboldt auf seiner Seereise von Swinemünde nach Pillau im Sommer 1834 die starke Abnahme der Temperaturen bei Leba und Rixhöft allein erklären zu können“ (Krümmel, 1911, S. 536). Krümmel teilt auch tabellarisch die „offenbar bei Westwind“ von Humboldt gemessenen Temperaturen bei Swinemünde (23,1°), bei Treptow (20,3°), östlich Leba (11,9°), bei Rixhöft (11,3°) und östlich Hela (wieder 22,2°) mit.

Wir wissen, daß sowohl Krümmel als auch der von ihm bezüglich seiner meereskundlichen Beiträge hochgeschätzte Humboldt GEHLERS Physikalisches Wörterbuch in ihren Bibliotheken hatten: Der in der zweiten überarbeiteten Ausgabe 1825-1845 von Muncke verfaßte, immerhin nahezu 200 Spalten umfassende Artikel „Meer“ (1837, S. 1585-1776) berücksichtigt Humboldts Ostseemessungen unter dem Abschnitt „Temperaturen“ ebenfalls mit den Bemerkungen:

„Die mittlere Temperatur der Ostsee im Sommer wird zwischen 15° bis 17°,5C angegeben, während man dann bei Kopenhagen 22° bis 23°,7, am Kattegat dagegen unter der Einwirkung des von der Nordsee eindringenden Wassers kaum 16°,2 beobachtet. Die Ursache hierfür liegt darin, daß das mehr abgeschlossene Wasser solcher Binnenmeere durch den Einfluß der äußeren höheren Temperaturen schneller erwärmt wird, wie dies augenfällig aus den interessanten Beobachtungen hervorgeht, welche A. v. Humboldt im Sommer 1834 hierüber anstellte. Dieser fand am 24. Aug. die Wärme der Oberfläche der Ostsee bei Swinemünde = 23°,2 C, gegenüber Treptow = 20°,3, östlich der Landzunge von Hela = 22°,2 und am frischen Haff noch 21°,8. Das gleichzeitig beobachtete Sinken des Thermometers auf 12° bis 11°,2 C am Vorgebirge zwischen Leba und Rixhoffer im Meridiane der Insel Gotland wagte dieser scharfsinnige Naturforscher selbst nicht zu erklären und daher verdient dieses unerwartete Phänomen zuvor noch durch weitere Untersuchungen genauer ausgemittelt zu werden“ (MUNCKE, 1837, S. 1668-1669).

Humboldt, dessen vielseitige Beiträge zur Entwicklung der Ozeanographie und biologischen Meereskunde durch mehrere Würdigungen gerade auch Kie-ler Autoren über die Jahre immer wieder in Einzelaspekten oder den Bezügen seiner Ideen zur modernen Forschung herausgestellt wurden, war auch in der Ostsee messend tätig. Indes findet sich weder die Ostsee noch das Baltische Meer als weiterführendes Stichwort in den Sachregistern zu Humboldts Hauptwerken „Kosmos“ (1845 - 1862) und „Ansichten der Natur“ (Index nur in der englischen Übersetzung, 1850), die zahlreiche längere Ausführungen zur Meereskunde nach damaligem Kenntnisstand enthalten. Bekanntlich hatte Humboldt noch bis kurz vor seinem Tode die feste Absicht, seine über Jahrzehnte angesammelten meereskundlichen Erkenntnisse als geschlossene Einheit unter dem Titel „Oceanica“ in Band II der „Kleineren Schriften“ zusammenzufassen. Hierzu kam er dann nicht mehr, und auch sein „Kosmos“ blieb ein Torso.

In dem Bemühen, die meereskundlichen Beiträge Humboldts aus heutiger Sicht aus seinen zahlreichen Schriften und Briefen herauszuarbeiten, stößt man auf manche Überraschungen, die (wie die vorliegende Beschreibung eines Auftriebsphänomens in der Ostsee) auch von allgemeinerem Interesse ist und deshalb gesondert mitgeteilt werden sollte. Bei der Bearbeitung der Geschichte der Ostseeforschung (KORTUM, 1997) wurde dieser Teilaspekt ebenso wenig bemerkt wie bei der Darstellung von Humboldts kurzer Forschungsfahrt auf dem Kaspischen Meer vom 14.-18. Oktober 1829 (vgl. KORTUM, 1994b). Ein Vergleich der beiden Kurzreisen im Kaspischen Meer und in der

Ostsee ist naheliegend, wird doch von Humboldt einleitend mehr entschuldigend darauf hingewiesen, daß er die Ostsee eben so spät nach der Beschiffung der Südsee und des Kaspischen Meeres näher kennenlernte. Mit seiner Kaspifahrt erfüllte er sich allerdings anläßlich seiner Expedition nach Sibirien und Zentralasien einen langgehegten Jugendtraum. Schließlich hätte Humboldt aber von Berlin aus durchaus weitere Untersuchungen in der Ostsee durchführen oder veranlassen können. Dies unterblieb aber; Humboldt war zu ozeanisch orientiert und hatte insgesamt weniger Interesse an Nebenmeeren.

Die in Humboldts Mitteilung einführungd aufgeführte Pazifik-Fahrt dauerte vom 24. Dezember 1802 bis zum 23. Februar 1803 (mit Zwischenaufenthalt in Guayaquil vom 5. Januar – 16. Februar 1803) und brachte Humboldt, stets mit dem Thermometer zur Hand, eine persönliche Erfahrung „über die kalte peruanische Strömung der Südsee, im Gegensatz zu dem warmen Golf- oder Florida-Strome“ (vgl. KORTUM, 1990). Er folgte bewußt den Spuren I.G. FORSTERS, der Humboldt in seiner Studentenzeit erstmals am 5. Mai 1790 bei Ostende an die See führte und ihn mit der Naturgeschichte des Meeres bekannt machte. Eine tabellarische Aufstellung der weiteren von Humboldt ausgeführten Seereisen findet sich bei KORTUM (1993, S. 612), indes muß diese Liste nun ergänzt werden mit dem Zusatz: „23. August – 6. September 1834: Ostseefahrt von Stettin nach Königsberg und Danzig und zurück“. Bezüglich der Distanz und Zeitdauer bleibt diese Fahrt unerheblich, umso bedeutender ist indes das Ergebnis der Messungen Humboldts. Soweit bisher bekannt, hat Humboldt in den langen Jahren bis zu seinem Tode 1859 bis auf eine Querung des Greifswalder Boddens in Begleitung des preußischen Königs anläßlich eines Besuchs der Insel Rügen im Juni 1843 keine weitere Fahrten auf der Ostsee unternommen. Zu erwähnen ist allerdings noch die Seereise nach Kopenhagen im Juni 1845. Wahrscheinlich traf Humboldt dort mit Ørstedt zusammen, der bekanntlich mit den Vorbereitungen zur dänischen „Galathea“-Weltumsegelung beschäftigt war. Diese Expedition wurde maßgeblich vom Kieler Zoologen Prof. Behn erst kurz vorher während eines Besuchs des dänischen Königs an der Universität Kiel angeregt. Prof. Behn als wissenschaftlicher Fahrtleiter wurde von drei weiteren Kielern unterstützt.

Das hauptsächlich in der Ostsee eingesetzte Forschungsschiff „Alexander von Humboldt“ des Instituts für Ostseeforschung in Warnemünde bewahrt mit dieser Namensgebung das Andenken an den großen Berliner Universalgelehrten und Humanisten, der vielfältige Anregungen für alle Zweige der Geowissenschaften gab und in seiner „eigenthümlichen Vorliebe für das Meer“ (so HUMBOLDT über sich selbst im „Kosmos“, Bd.I, S. 311) insbesondere aufgrund eigener empirischer Arbeiten auf See die konzeptionelle Entwicklung der Meereskunde in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts förderte. Der vorliegende Beitrag zeigt, daß Humboldt sich durchaus auch mit meereskundlichen Fragen der Ostsee beschäftigte.

2. Hintergrund und Umstände von Humboldts Ostseefahrt

In der von BIERMANN, JAHN und LANGE (1983, S. 56) sehr sorgfältig zusammengetragenen chronologischen Übersicht über wichtige Daten aus Humboldts Leben wird für das Jahr 1834 vermerkt, daß Humboldt nach einem einmonatigen Aufenthalt im Kurbad Teplitz in Begleitung von Friedrich Wilhelm III. am 3. August wieder nach Berlin zurückkehrte. Am 23. August verließ er, wiederum im Gefolge des Königs, dem er als Kammerherr seit seiner Übersiedlung aus Paris 1827 diene, Berlin und schiffte sich in Stettin auf dem russischen Dampfschiff „Ischora“ zur Reise nach Königsberg und Danzig ein. Am 29. August besuchte er F.W. BESSEL und stellte mit ihm an der Königsberger Sternwarte mit dem Heliometer Doppelsternbeobachtungen an. Am 2. September reiste Humboldt nach Danzig und von dort aus zurück nach Stettin mit dem preußischen Dampfschiff „Friedrich Wilhelm“. Am 8. September war Humboldt wieder in Berlin.

Am 2. September 1834 schrieb Humboldt von Danzig aus an Bessel, daß die Überfahrt von Königsberg nach Danzig sehr schnell war und sie bereits um 6 1/2 Uhr bei der Navigationsschule gelandet waren. „... *Das Meer war fast ganz unbewegt. Vor Pillau (im NW) begegnete uns der „Hercules“, der uns bloß befragte, ob noch russische Schiffe im Hafen lagen. Ich glaube vielleicht, daß in meiner Königsberger Wohnung im Schreibtisch oder auf dem Canapee ein kleines Bunsensches Thermometer vergessen worden ist in einer hölzernen runden Kapsel. Sollte es gefunden werden, so bitte ich, Sie, theurer Freund, es irgend jemand in der Begleitung des Königs mitzugeben. Ich habe hier schon ein anderes Thermometer gekauft, weil ich auf dem Rückwege gern dieselben niedrigen Temperaturen prüfen möchte, bei Hela und Leba, die ich mitten unter 9° wärmeren Wasserschichten bei der Hinreise bemerkte*“ (Brief Nr. 36, in FELBER, 1994, S. 91).

Hieraus ist zu entnehmen, daß die im Abstand von 12 Tagen unternommenen Messungen auf der Hin- und Rückfahrt (25. August bzw. 6. September) mit unterschiedlichen Thermometern ausgeführt wurden. Es ist aber davon auszugehen, daß Humboldt sich in Danzig ein zuverlässiges Thermometer gekauft hat, so daß die Messungen der Hin- und Rückfahrt vergleichbar bleiben.

Die Reise von Berlin nach Ostpreußen per Schiff über Stettin war angenehmer als über Land. Wir wissen, daß Humboldt nochmals vom 25.–27. August 1840 einen der beiden nahm, um an den Krönungsfeierlichkeiten Friedrich Wilhelms IV. teilzunehmen. Er blieb bis zum 12. September in Königsberg und nahm am 4. September an einem Stapellauf teil. Es ist nicht bekannt, ob Humboldt auf dieser Reise ebenfalls Messungen in der Ostsee anstellte.

Im April 1833, also gut ein Jahr vor der hier ausgewerteten Meßfahrt auf der Ostsee, befaßte sich Humboldt mit der Vorbereitung der russischen Chronometerexpedition entlang der Ostseeküste unter dem Geodäten F.F. Schubert. Hieraus ergeben sich einige weitere Verbindungen Humboldts zur Ostseeforschung. Über dieses eher nautische Unternehmen hat ENGELMANN 1970

ausführlich berichtet. Von russischer Seite wurde hierfür die im Brief an Bessel erwähnte „Hercules“ eingesetzt.

Es bleibt offen, wie weit Humboldt mit dieser Angelegenheit befaßt war. An Fragen der Meereskunde der Ostsee blieb er zwar interessiert, er hätte aber sicher angesichts seiner Stellung am preußischen Hof und seinem hohen Ansehen in wissenschaftlichen Kreisen die Möglichkeit gehabt, weitere Meßkampagnen über die preußische Marine entweder selbst durchzuführen oder zu veranlassen. Dies unterblieb aber.

Hinzuweisen ist aber in diesem Zusammenhang auf einen Brief Humboldts an den Altonaer Astronomen H. Chr. Schumacher vom 25.7.1838, der sich offenbar auf ein von dänischer Seite vorgeschlagenes Forschungsprogramm zur Hydrographie der Ostsee bezieht, über das bisher nichts in Einzelheiten bekannt ist.

Humboldt schreibt von Teplitz nach Altona:

„Das Anerbieten der (dänischen) Admiralität ist allerdings schmeichelhaft, und wie man es von Männern erwarten dürfte, die sich immer allen wissenschaftlichen Bestrebungen so günstig gezeigt haben, aber ich möchte nicht gern zu mühevollen Beobachtungen verleiten, über deren Resultate, bei der geringen Tiefe von 8 Fuß, viele gerechte Zweifel bleiben müssen. Es wäre schon viel gewonnen, wenn 2-3mal in jedem Monat, besonders wenn grosse Änderungen des Windes und der Witterung statt gefunden haben, die Temperatur des Sundes, d.h. der Oberfläche des Meeres, an tiefen, von der Küste entfernteren Stellen beobachtet werden können. Giebt alsdann Vergleichung mit gleichzeitig angestellten Beobachtungen bei der Batterie Trekroner dasselbe, so wäre immer noch Zeit, sich auf letztere zu beschränken und dort täglich zwei mal 6 oder 7 Uhr Morgens und 2 Uhr Nachmittags die Temperatur aufzuzeichnen. Ich würde vorziehen, Wasser in einem nicht zu kleinen, ganz gefüllten Zuber zu schöpfen (an der Oberfläche) und schnell das Thermometer hinein zu stecken, damit die Parallaxe beim Ablesen vermieden werde. Es versteht sich, daß man ablesen muß, während das Thermometer noch im Wasser steht, nicht beim Herausziehen, wo die Verdunstung wirkt...“
(Aus Brief Nr. 53 in BIERMANN, 1979, S. 83).

Die Abhängigkeit der Oberflächentemperatur der Ostsee von Wind und Wetter war Humboldt wohl bewußt. Die Veränderlichkeit sollte durch eine kontinuierlich auszuführende Meßreihe am Öresund erfaßt werden, wenn sich diese Meßstation nach statistischem Vergleich mit Messungen von der offenen See als repräsentativ erweisen würde. Natürlich fällt Humboldts Hauptinteresse an den Vorgängen an der Oberfläche des Meeres auf, genauso schlägt es sich bei seinen ausführlicheren Atlantikstudien nieder. Salzgehalts- oder Dichtebestimmungen (mit Hydrometern, die es bereits gab) hat er nicht selbst ausgeführt. Obwohl Humboldt noch heute gültige theoretische Beiträge zur Tiefenkonvektion und -zirkulation lieferte, verarbeitete er nur die wenigen seinerzeit bekannten Daten über tiefere Wasserschichten hauptsächlich aus russischen Untersuchungen (E. LENZ, J.C. HORNER u.a.).

J.C. HORNER, Astronom und Physiker schweizer Herkunft in russischen Diensten, gehörte mit den Deutschen G.H.v. LANGSDORFF und W.G. TILSIUS zum wissenschaftlichen Stab der ersten russischen Weltumsegelung unter A.J. KRUSENSTERN auf der „Newa“ und „Nadeschda“ (1803-1806). Horners unvollkommene Messungen in 100 Faden Wassertiefe im Ozean (Abnahme der Temperatur nur knapp 8°), auf die sich Humboldt in seinem Beitrag zur Ostsee ausdrücklich bezieht, haben ihn veranlaßt, seine vorzüglichen Messungen der Oberflächentemperaturen richtig aus der winterlichen Abkühlung der Ostsee aus „Local-Ursachen im Becken der Ostsee“ zu erklären.

In seinem Ostseebeitrag erwähnt Humboldt zudem als weitere Quelle seiner über die Jahre weiterentwickelten meereskundlichen Ansichten den englischen Geographen und Hydrographen James RENNELL (1742-1830), dessen Hauptwerk „An Investigation of the Currents of the Atlantic Ocean“ (1832) Humboldts Vorstellungen über die ozeanischen Oberflächenströmungen maßgeblich beeinflusste. In allen meereskundlichen Texten Humboldts wird diese bisher noch nicht näher herausgestellte Beziehung Humboldts zu Rennell, die sich auch in einer persönlichen Begegnung in London 1827 niederschlug, deutlich. In dem hier interessierenden Zusammenhang beruft sich Humboldt auf Rennells Temperaturangaben für das Mittelmeer.

3. Diskussion

Zur Hydrographie der Ostsee

Zweifellos ist Humboldt der erste gewesen, der ein küstennahes Auftriebsphänomen an der südlichen Ostseeküste beobachtete und messend erfaßte. Wie aber aus seiner Darstellung hervorgeht, ist die Erklärung durch Tiefenströmungen von außen durch die dänischen Meerengen oder aus dem Norden der Ostsee, die bei der Halbinsel Hela „oblique“ an die Meeresoberfläche gelangen, noch recht unklar. Muncke forderte deshalb 1837 mit Recht weitere Untersuchungen der Beobachtungen.

Durch Auftrieb bedingte Temperaturgegensätze sind in der Ostsee ein durchaus häufig zu beobachtendes Phänomen. Bekannt ist allgemein, daß bei länger andauernden ablandigen aber auch küstenparallelen Winden die Wassertemperaturen empfindlich absinken können. Besonders im Sommer tritt durch die starken Temperaturgegensätze dieses Phänomen deutlich hervor und hat schon manchem Urlauber im Bereich der Ostsee den Badeurlaub verdorben. Dies betrifft sowohl die Kieler Bucht, wie bereits Krümmel bei der Diskussion der Humboldt-Meßwerte ausführte, als auch besondere Bereiche der Südküste, die schwedische Ostseeküste oder auch bei Ostwinden die Küsten des Baltikums.

Die Ostsee gilt als eines der größten Brackwassermeere der Erde. Aufgrund der Binnenlage, dem hohen Flußwassereintrag (~ 470 km³/Jahr) und den flachen Kanälen (Kleiner und Großer Belt und Öresund), die die Ostsee mit der Nordsee über das Kattegat und dem Skagerrak verbinden, ergibt sich in Kom-

bination mit einem unbeständigen Einstrom von salzreichem Wasser eine permanente Salzgehaltsschichtung. Das brackige Ostseewasser mit einem Salzgehalt zwischen 6 – 8 ‰ wird durch eine geneigte permanente haline Sprungschicht von salzreichen Wassermassen in größeren Tiefen (12 – 17 ‰) getrennt. Die Erneuerung der Wassermassen unterhalb der halinen Sprungschicht erfolgt durch seitlichen Zustrom salzreicher Wassermassen aus dem Kattegat und der Beltsee. Dieser Zustrom findet jedoch nicht permanent statt, vielmehr kann das Eindringen salzreicher Wassermassen als pulsierendes Signal angesehen werden, das durch die großräumige Wetterlage gesteuert wird. Gegenüber der halinen Schichtung zeigt die Temperatur der oberflächennahen Wassermassen ein ausgeprägtes saisonales Signal mit der Entwicklung einer thermischen Deckschicht, die sich im Frühsommer bildet, im Sommer vertieft und im Herbst allmählich durch die einsetzende Abkühlung an der Meeresoberfläche erodiert wird. Im Winter bildet sich der sogenannte Winterwasserkörper. Durch den direkten Kontakt mit der winterlichen Atmosphäre

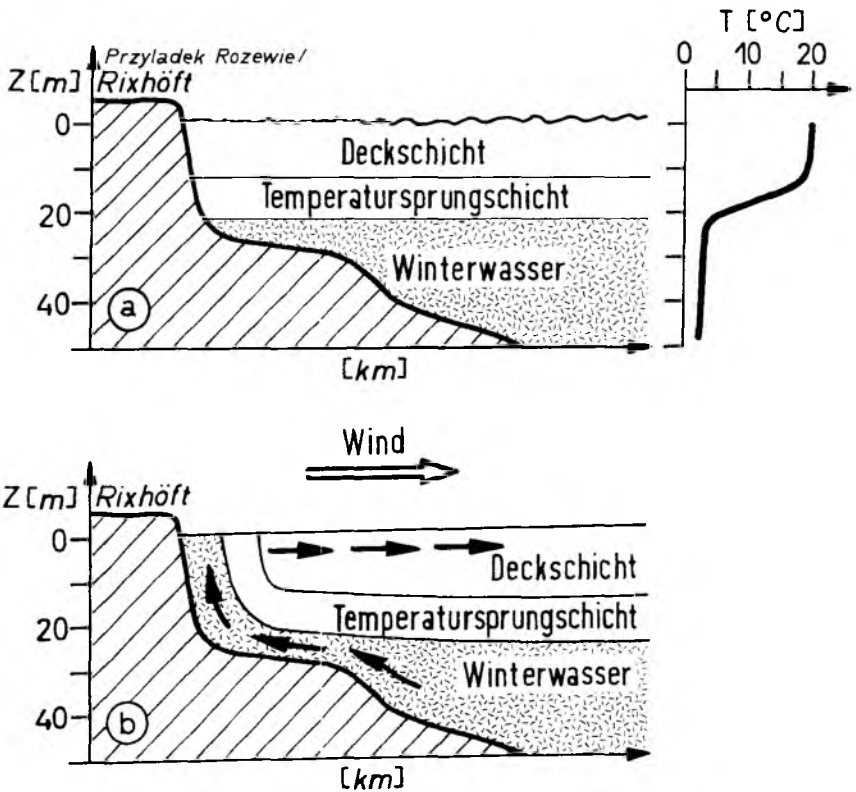


Abb.1 (a) Skizze der sommerlichen vertikalen Wassermassenverteilung in der Ostsee und (b) vertikale Wassermassenverteilung bei Auftrieb.

setzt in der Ostsee vertikale Konvektion und Vermischung ein, die allerdings die haline Sprungschicht nicht durchdringen kann. Durch die Bildung der Temperatursprungschicht im Frühjahr und Sommer wird der Winterwasserkörper von der Atmosphäre abgeschlossen, d.h. unterhalb der sommerlichen Deckschicht bleibt der alte Winterwasserkörper im wesentlichen erhalten. Diese vertikale Verteilung der Wassermassen ist in der Abbildung 1a skizziert.

Durch die Beckenstruktur und Binnenlage der Ostsee entstehen in Abhängigkeit der Windrichtung und -stärke Auf- und Abtriebsgebiete entlang der Küsten, die besonders im Sommer durch den starken Temperaturgegensatz deutlich hervortreten. Temperaturgradienten von 10°C sind keine Seltenheit. Unter dem Einfluß ablandiger oder küstenparalleler Winde wird an der Meeresoberfläche eine Strömung induziert, deren Stromrichtung 45° zum Wind liegt. An den Küsten muß unter derartigen Bedingungen das verdriftete Oberflächenwasser aus Kontinuitätsgründen durch Tiefenwasser ersetzt werden. Weht der Wind hinreichend lange oder mit entsprechender Stärke, so kann der alte Winterwasserkörper von dieser Zirkulation erfaßt werden und kaltes Wasser gelangt an die Meeresoberfläche (Abb. 1b und 2).

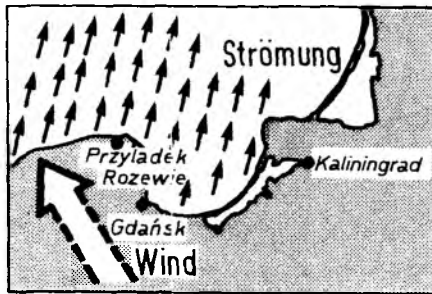


Abb.2 Einsetzende Oberflächenströmung im Bereich der Danziger Bucht und vor der Halbinsel Hela bei Südostwind.

Diskussion des küstennahen Auftriebs vor der Halbinsel Hela

Die von Humboldt gegebenen Temperaturwerte können als zuverlässig gelten. Wir wissen, daß der Hela-Auftrieb räumlich sehr begrenzt sein kann und meist genau an der von Humboldt beschriebenen Stelle auftritt, denn hier können offensichtlich südliche Winde mit ihrem längeren Weg über die Putziger Wik mit verstärkter Kraft über die Nehrung wehen und das oberflächennahe Wasser fortdrücken. Zudem treten die Isobathen gegenüber dem westlich von Rixhöft anschließenden Bereich näher an die Küste, kaltes Tiefenwasser ist also lokal vorhanden.

Aufgrund des Reiseberichtes von Humboldt im August 1834 läßt sich das Auftriebsgebiet gut lokalisieren. Es stellte sich die Frage, ob die von Humboldt beschriebene Situation in den heute zur Verfügung stehenden Daten der Oberflächentemperatur der Ostsee wiederzufinden ist. Das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie erstellt aus infraroten Satellitendaten seit 1993 routinemäßig Wochenkarten der Oberflächentemperatur der Nord- und Ostsee. Bei der Durchsicht dieser Karten stellte sich heraus, daß Auftrieb entlang der polnischen Ostseeküste häufig zu beobachten ist, jedoch finden sich nur wenige Situationen, in denen der Auftrieb auf die küstennahe Region vor der Halbinsel Hela begrenzt ist. Eine derartige Situation zeigt die Oberflächentemperaturkarte für die Woche vom 27.8.-2.9.1997 (Abb. 3). Durch die starke sommerliche Einstrahlung hat sich das Oberflächenwasser der Ostsee auf ca. 22°C erwärmt. Das Auftriebswasser erreicht auf Höhe Rixhöft im Kern der Auftriebsfahne nur 12-13°C und erstreckt sich in nördlicher Richtung ~ 40 km von der Küste.

Bemerkenswert ist, daß das Auftriebsgebiet nicht nur geographisch mit der von Humboldt beschriebenen Situation übereinstimmt, sondern auch offenbar im gleichen Zeitraum (Ende August bis Anfang September) aufgetreten ist. Anhand von meteorologischen Wetterkarten läßt sich die Wetterlage bestimmen, die für die Entstehung des lokal begrenzten Auftriebs vor der Halbinsel Hela verantwortlich war.

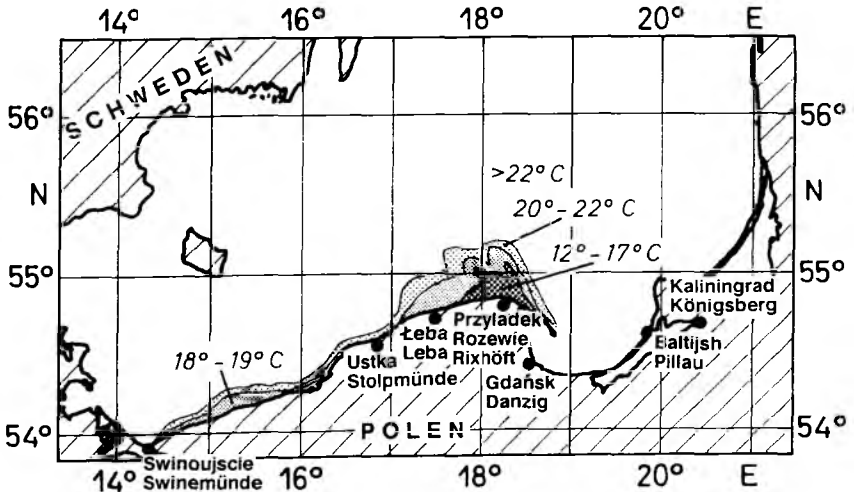


Abb.3 Oberflächentemperaturverteilung in der südlichen Ostsee für die Woche vom 27.8.-2.9.1997. Die Isolinien darstellung wurde aus der entsprechenden Wochenkarte der Oberflächentemperaturverteilung der Nord- und Ostsee des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie übertragen. – Eine ähnliche Situation beobachtete A. v. Humboldt Ende August 1834 auf seiner Fahrt von Swinemünde nach Königsberg (s. Text).

Der August 1997 zeichnete sich durch hohen Druck über Ost- und Nordeuropa aus. Verschiedene Hochdruckzellen führten zu andauerndem hochsommerlichen warmen Wetter im Ostseeraum. Infolge des sonnigen Wetters erreichten die Wassertemperaturen der Nord- und Ostsee Werte über 22°C. In der Berliner Wetterkarte zum 24.8.1997 wird der August 1997 wie folgt charakterisiert:

„Einschließlich des gestrigen Tages lag die Mitteltemperatur in Dahlem in diesem August bei 21,5°C (22 Sommertage in Serie) – der gesamte August 1994 (21 Sommertage in Serie) brachte 21.6°C und war der bisher wärmste dieses Jahrhunderts. Bis 1807 muß man zurückblättern, um – mit 23,5°C – einen wärmeren Augustmonat in Berlin zu finden. 1834 erreichte zwar „nur“ 21,0°C, brachte aber 24 Sommertage.“

Hieraus folgt, daß im Sommer 1834 eine ähnliche Wetterlage zu den extrem hohen Wassertemperaturen der Ostsee führte. Ende August 1997 verlagerte sich das wetterbestimmende Hoch über dem zentralen Rußland weiter nach Osten, so daß schwache sich von Westen annähernde Tiefausläufer Einfluß auf das Wetter im Ostseeraum nehmen konnten. Die ostwärtige Verlagerung des Hochdruckgebietes führte zu mäßigem Wind aus Südost bis Süd. KÄMTZ schreibt über den „warmen Sommer des Jahres 1834“ und „dieses vorherrschenden östlicher Winde“, daß „mehrmals der SW vorzudringen“ versuchte, ihn drängte „stets der NO zurück“, auch „im August (besonders 26.-28.) und September“ (KÄMTZ, 1838, S. 301).

Wie aus den synoptischen Wettermeldungen an der Station Danzig-Hel zu entnehmen ist, herrschten von Mitte August bis zum 27.8.1997 schwache bis mäßige Winde aus südlichen Richtungen vor, mit einem Maximum der Windstärke von 15 Kn um den 26.8.1997. Die beständigen schwachen bis mäßigen Winde aus überwiegend südlichen Richtungen sind also offenbar die Ursache des Auftriebsereignisses.

Der Hela-Auftrieb, wie er von Humboldt erstmals exakt beschrieben wurde, ist ein markantes, für eine Hochdrucklage mit Kern über Osteuropa typisches lokales ozeanographisches Ereignis, das in dem beobachteten Ausmaß allerdings nur im Abstand von einigen Jahren im August/September auftritt.

Die wissenschaftshistorischen Notizen mögen Anlaß geben, sich mit diesem für ein größeres Seegebiet zumindest im Spätsommer wichtigen episodischen Lokalphänomen der Meereskunde der Ostsee weiterhin zu beschäftigen.

Die Autoren danken Herrn cand. phil. Egbert Manthey für seine bibliographischen Hinweise und Unterstützung.

Prof. Dr. Gerhard Kortum
Dr. Andreas Lehmann
Institut für Meereskunde an der Universität Kiel
Düstembrooker Weg 20
24105 Kiel

5. LITERATURHINWEISE

- BIERMANN, K.-R. (Hrsg.) (1979): Briefwechsel zwischen Alexander von Humboldt und Heinrich Christian Schumacher. Beitr. z. A.v. Humboldt-Forschung Bd. 6, Berlin.
- BIERMANN, K.-R., I. JAHN und F. G. LANGE (1983): Alexander von Humboldt. Chronologische Übersicht über wichtige Daten seines Lebens. Beitr. z. A. v. Humboldt-Forschung Bd. 1, Berlin.
- DEFANT, A. (1960): Die meereskundlichen Interessen Alexander von Humboldts im Lichte der modernen Ozeanographie. In: 32. Deutscher Geogr.-Tag. 1959 in Hamburg. Tag.-Ber. u. wiss. Abh. Wiesbaden, S. 84- 94.
- DIETRICH, G. (1970): Alexander von Humboldts „Physische Weltbeschreibung“ und die moderne Meeresforschung. In: 37. Deutscher Geogr.-Tag. 1969 in Kiel, Tag.-Ber. u. wiss. Abh., Wiesbaden, S. 105-122.
- ENGLMANN, G. (1970): Die russische Chronometer-Expedition im Jahre 1833 und ihre Durchführung an der südlichen Ostseeküste. In: Greifswald-Stralsunder Jahrbuch, Bd. 9, 1970-1971. Weimar, S. 151-167.
- FELBER, H.-J. (Hrsg.) (1994): Briefwechsel zwischen Alexander von Humboldt und Friedrich Wilhelm Bessel. Beitr. z. A. v. Humboldt-Forschung Bd. 10, Berlin.
- HUMBOLDT, A. v. (1834): Bemerkungen über die Temperatur der Ostsee. In: Poggendorffs Ann. der Physik und Chemie XXXIII, S. 223-227.
- HUMBOLDT, A. v. (1845-1862): Kosmos. Entwurf einer physischen Weltbeschreibung. 5 Bde. Stuttgart.
- HUMBOLDT, A. v. (1849): Ansichten der Natur mit wissenschaftlichen Erläuterungen. 3. Aufl., Tübingen und Stuttgart./ (1850): Views of Nature. London.
- HUMBOLDT, A. v. (1861/62): Reise in die Aequinoctialgegenden des neuen Continents. (Deutsche Bearb. H. Hauff), 4 Bde., Stuttgart.
- KÄMTZ, L.F. (1838): Bemerkungen über die wichtigsten Erscheinungen in der Atmosphäre. In: Astronomisches Jahrbuch für 1838, hrsg. von H.C. Schumacher, Stuttgart und Tübingen, S. 255-302.
- KORTUM, G.: (1990): An Unpublished Manuscript of Alexander von Humboldt on the Gulf Stream. In: W. Lenz and M. Deacon(Eds.) Ocean Sciences and their Relation to Man. Proceed. 4th Intern. Congr. on the History of Oceanography, Hamburg. Deutsche Hydrogr. Z., Erg.-H. Reihe B, Nr. 22, S. 122-129.
- KORTUM, G. (1993): Überfahrten in die Neue Welt. Die Atlantikquerungen von Christoph Kolumbus (1492) und Alexander von Humboldt (1799) im ozeanographiegeschichtlichen Vergleich. in: Z. geolog. Wiss. 21 (5/6), S. 605-616.
- KORTUM, G. (1994a): Alexander von Humboldts Besuch auf Helgoland 1790 und die frühe Entwicklung der Meeresbiologie in Deutschland. In: Schr. Naturwiss. Ver. Schlesw.-Holst., Bd. 64, 111-133.
- KORTUM, G. (1994 b): Alexander von Humboldts Forschungsfahrt auf dem Kaspischen Meer. In: D. Ges. Meeresforsch.-Mitteilungen 3, S. 3-9.
- KORTUM, G. (1997): Geschichte der Ostseeforschung. In: R. Rheinheimer (Hrsg.): Meereskunde der Ostsee, 2. Aufl., Berlin, New York, S. 5-9.
- KRÜMMEL, O. (Hrsg.) (1904): Ausgewählte Stücke aus den Klassikern der Geographie. II. Reihe: A. v. Humboldt; Der Perustrom, S. 17-26, Kiel/Leipzig.

- KRÜMMEL, O. (1911): Handbuch der Ozeanographie. Bd.II. Die Bewegungsformen des Meeres. Stuttgart.
- LEHMANN, A. (1992): Ein dreidimensionales baroklines wirbelauffösendes Modell der Ostsee. Ber. Inst. f. Meereskunde Kiel Nr. 231.
- MUNCKE (1837): Artikel „Meer“ in Johann Samuel Traugott Gehler's Physikalisches Wörterbuch (neu bearbeitet 2. Aufl. 1825-1845) 6. Band, Dritte Abteilung Me-My, Leipzig, S. 1585-1775.
- WÜST, G. (1959): Alexander von Humboldts Stellung in der Geschichte der Ozeanographie. In: J. H. Schultze (Hrsg.): Alexander von Humboldt - Studien zu seiner universalen Geisteshaltung. Berlin, S. 90-114.

Anhang

Alexander von Humboldt: Bemerkungen über die Temperatur der Ostsee

aus: Poggendorffs Annalen der Physik und Chemie, Bd. XXXIII, 1834, Seite 223-227

Sonderbare Zufälle eines vielbewegten Lebens haben mich die Südsee und das Caspische Meer früher als das, meiner Vaterstadt so nahe Baltische Meer beschiffen lassen. Auf zwei kleinen Fahrten, die ich neuerlich, in sehr nahen Zeitepochen, von Stettin nach Königsberg auf dem Russischen Dampfschiffe Ischora, und von Königsberg nach Danzig und Stettin auf dem Preußischen Dampfschiffe Friedrich Wilhelm gemacht, habe ich mich ununterbrochen mit den Temperaturverhältnissen der Ostsee an der Oberfläche beschäftigt. Das Phänomen einer sonderbaren Erkältung von 9 bis 11 Grad des hunderttheiligen Thermometers ist mir sehr auffallend gewesen. Vielleicht sind andere Beobachter glücklicher, die Ursache dieser plötzlichen Erkältung zu entdecken. Während die Luft am 24. August zwischen 21°,5 und 24°,6 von 10 Uhr Morgens bis 7 Uhr Abends war, fand ich das Meer bei Swinemünde 23°,2 gegenüber Treptow 20°,3. (Im Haff südlich von Swinemünde 18°,2). Als wir am 25. das Vorgebirge zwischen Leba und Rixhofer umsegelten, da wo die Küste im Meridian der Insel Gotland am meisten hervortritt, fiel plötzlich das Thermometer im Seewasser bis 11°,2 und 12°,0 herab (Luft 19°). Wir waren in demselben Abstände von der Küste, 1 1/2 bis 3 Seemeilen, 60 auf den Grad gerechnet, geblieben, und die Beobachtungsstunden waren 10 1/2 und 1 1/2 Uhr Morgens und Mittags. Ich gebe diese Zeitbestimmung und die Lufttemperatur an, ob ich gleich wenig an ihren Einfluß unter den vorliegenden Verhältnissen glaube. Oestlicher von der Landzunge von Hela stieg wieder die Seetemperatur bis 22°,2 um 8 Uhr Abends (Luft 19°,5). Diese Wärme des Meeres erhielt sich bis Pillau und Königsberg, und am Frischen Haff bei Peise

war das Meer noch $21^{\circ},8$. (Luft $20^{\circ},5$) Dieselben Erscheinungen zeigten sich bei der Rückfahrt. Das Meer, das nahe bei Fahrwasser (8 Uhr Morgens bei 4 Faden Tiefe) am 3. September nur $17^{\circ},8$ Wärme zeigte, um 9 Uhr im Golf von Danzig (bei 15 Faden Tiefe) $17^{\circ},5$, erwärmte sich gegen Hela hin bis $21^{\circ},4$ (Tiefe 17 Faden, Luft 20° bis 21°); und als wir uns dem Vorgebirge zwischen Rixhoffer und Leba wieder naheten, sank allmählig die Meertemperatur erst auf $15^{\circ},4$, dann auf $10^{\circ},6$ (Luft $17^{\circ},5$ bis $18^{\circ},0$; Zeit: Mittag und 3 Uhr Nachmittags.) Der Unterschied der Meerestemperatur auf der Oberfläche war also bei der Hinreise $20^{\circ},3 - 11^{\circ},2 = 9^{\circ},1$; bei der Herreise $21^{\circ},4 - 10^{\circ},6 = 10^{\circ},8$. Wie wir uns Stolpe näherten, ohne daß die Meerestiefe oder der Abstand vom Ufer verschieden waren, stieg die Meereswärme wieder auf 17° und 18° , obgleich bei hoher See, bei starkem Westwinde und bei einer bis 15° gesunkenen Lufttemperatur; gegen Rügenwalde und Swinemünde hin zeigte das Thermometer gar 20° und $20^{\circ},4$. Die Ursachen der sonderbaren Erkältung an dem Vorgebirge zwischen Leba und Rixhoffer sind nicht Strömungen, bemerkbare auf der Oberfläche, nicht Untiefen. Der zunehmenden nördlichen Breite ist auch die Erscheinung nicht zuzuschreiben, da man von dem Vorgebirge bei Pillau an meist in demselben Parallelkreise gegen Osten und doch in wärmerem Wasser schiffte. Die Ursache liegt vielleicht fern, jenseits des Sundes und in Bewegungen unterer Wasserschichten in obliquier Richtung nach oben, wie Erkältungen in dem Luftmeere oft ähnlichen herabkommenden Strömungen zugehören. Da nach Horner's Beobachtungen, im Ocean, unter mittleren Breiten, 100 Faden Tiefe kaum eine Erkältung von $7^{\circ},7$ hervorbringen, so wird man wenig geneigt, das fragliche Phänomen Local-Ursachen im Becken der Ostsee (die nur 15 bis 40 Faden tief ist) zuzuschreiben. Das Eindringen von Polarwassern, in tiefen Wasserschichten des Sundes, bietet sich als mögliche Ursache dar; doch auch die langsame Fortpflanzung der Wärme nach unten muß, bei der diesjährigen hohen Sommer-Temperatur, beachtet werden. Im Genfer See hat man, wenn die Oberfläche $21^{\circ},2$ war, schon in 150 Fuß Tiefe 15° Unterschied gefunden, im See von Annecy bei $14^{\circ},4$ Oberfläche $8^{\circ},8$ Unterschied (Pouillet, Elem. de Phys. et de Meteorologia, T. II p. 676). Man sieht aus den angegebenen Zahlen, wie das Maaß der Temperaturabnahme von verwickeltern Ursachen abhängt, wie die Abnahme in ruhigen Wasserschichten schneller, bei tief bewegteren langsamer ist, wenn nicht etwa Strömungen von fern her kälteres Wasser herbeiführen oder gar schief aufsteigen gegen die Oberfläche.

Das beträchtliche Areal der Ostsee und ihre Erstreckung nach Norden üben einen großen Einfluß auf die Temperaturverhältnisse des nördlichen Deutschlands aus, und geben einem Becken, einer Erdsenkung, Wichtigkeit, die man ausgetrocknet, bei ihrer geringen Tiefe, kaum bemerken würde. Rennell sagt mit Recht in seinem noch so wenig benutzten trefflichen Werke: *Investigation of the Currents of the Atlantic Ocean*, 1832, p. 25, daß eingeschlossene Meere eine höhere Temperatur als unter gleichen Umständen der freie Ocean annehmen. Capitain Gautier, dem wir gleichzeitig mit Smyth die schöne Aufnahme des Mittelmeeres verdanken, fand den 3. August 1819 und 24. Juni 1820 die Oberfläche des Mittelmeers (Lat $38^{\circ} 46'$ bis $39^{\circ} 12'$)

zwischen 29° und $29^{\circ} \frac{1}{2}$, das ist 3° mehr als die mittlere Temperatur des Antillischen Meeres (Relat. hist. T. III Chap. 29 p. 518), und nur 1° weniger als je mit wohl verglichenen Thermometern nahe am Aequator das Meer befunden worden ist. (Sur la bande d'eau la plus chaude l.c. Chap. 28 p. 498). Sie werden in meinen oben angeführten Beobachtungen bemerkt haben, wie mächtig die hohe Sommertemperatur der Atmosphäre dieses Jahres auf die Sommertemperatur der Ostsee gewirkt hat. Ich fand auf offnem Meere in der Ostsee bei hohem Wellenschlage (nicht bei Windstille) $22^{\circ},2$, unfern Swinemünde selbst $23^{\circ},2$. Als Temperatur des August- und September-Monats giebt *Rennell* (in seinem Atlas der Strömungen) für das Mittelmeer zwischen den Küsten von Oran, Grenada und Murcia 22° und $23^{\circ},8$ als die gewöhnlichen Maxima des Jahres an, und welch ein Unterschied der umgebenden Feste! Die gewöhnliche Ostseetemperatur im freien und tiefen Meere soll im August 15° bis $17^{\circ},5$ (also 6° weniger als im August 1834) seyn, während man dann, im (engeren) Sunde, bei Kopenhagen 22° bis $23^{\circ},7$, und am Kattegat (unter Einwirkung des Atlantischen Oceans) kaum $16^{\circ},2$ beobachtet. (*Berghaus*, Annal. Bd. IV S. 142). In Danzig ist die mittlere Wärme des ganzen Sommers $16^{\circ},9$, in Königsberg $15^{\circ},8$, und zwar nach 28 und 21 Jahren vortrefflicher Beobachtungen. Für Danzig finde ich die mittlere Lufttemperatur des Augusts in den letzten 6 Jahren $16^{\circ},7$. Ist dies ungefähr auch, wie sehr wahrscheinlich, das Medium Maximum der Ostsee, das heißt die Temperatur der Oberfläche des Meeres am Ende des August-Monats, wo das Maximum des Jahres eintritt, so erkennt man in dieser Zahl wieder den Einfluß der Beschränktheit eines fast mittelländischen Beckens. Da die Wintertemperatur der Ostsee zwischen $1^{\circ},7$ und $2^{\circ},5$ fällt, so ist wohl die mittlere Temperatur des Jahres in diesem Meere, zwischen 54° und $54^{\circ} \frac{1}{2}$ Breite, nicht unter 9° (des hunderttheiligen Thermometers). Auch der scharfsinnige *Kämtz* findet für den Atlantischen Ocean, bei 54° Breite, durch Rechnung $9^{\circ},4$, durch wirkliche Beobachtungen $10^{\circ},5$. Für den Atlantischen Ocean nun ist der Unterschied zwischen der mittleren jährlichen Temperatur des Wassers und der Augusttemperatur (in der temperirten nördlichen Zone) etwas über 3° . (*Kämtz*, Lehrbuch der Meteorologie, Bd. II S. 115. 118.) In der Ostsee scheint dieser Unterschied $16^{\circ},7 - 9^{\circ},2 = 7^{\circ},5$ zu seyn. Im Mittelländischen Meere giebt *Rennell* für die Süd-Spanischen Küsten $23^{\circ} \frac{1}{2}$ und 24° für Ende August und Anfang September an. Das sind wieder 8° mehr als die mittlere jährliche Temperatur des Meeres in dieser Breite, denn Neapel hat eine Lufttemperatur im Winter von $10^{\circ},3$ im ganzen Jahre von $16^{\circ},8$ (Breite $40^{\circ}51'$); Palermo hat, bei $38^{\circ}6'$ Breite, Wintertemperatur $11^{\circ},3$; jährliche Temperatur $17^{\circ},4$. Die eingeschlossenen Meere nehmen im Sommer an der Oberfläche eine weit höhere, im Winter eine weit niedrigere Temperatur an als das Weltmeer, und in höheren Breiten, z.B. in der Ostsee, welche noch fern von den Küsten gefriert, wächst die relative Erniedrigung der Wintertemperatur.

Im September 1834.